

Preparado para:



**olade**

# APLICACIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA EN SISTEMAS DE ENERGÍA RURAL EN ZONAS AISLADAS - BOLIVIA

Proyectos de Autogeneración de Energía Eléctrica para actividades productivas en las comunidades: POZO CAVADO, TAMBILLO, Y CATAVI K

Agosto  
2014

## Índice

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>6</b>
1.1. Antecedentes. ....	6
1.1.1. <i>Primer Trabajo.</i> .....	6
1.1.2. <i>Acciones preliminares.</i> .....	7
1.1.3. <i>Identificación de posibles proyectos.</i> .....	8
1.1.4. <i>Trabajos de campo efectuados en las tres comunidades identificadas.</i> .....	9
1.2. Objetivo.....	9
1.3. Alcance.....	10
<b>2. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>10</b>
2.1. Bolivia y la atención de servicios básicos.....	10
2.1.1. <i>Población boliviana.</i> .....	10
2.1.2. <i>Producto Interno Bruto.</i> .....	11
2.1.3. <i>Pobreza e índice de Necesidades Básicas Insatisfechas.</i> .....	11
2.1.4. <i>Acceso a servicios básicos de vivienda.</i> .....	12
2.1.5. <i>Acceso al servicio eléctrico.</i> .....	12
2.1.6. <i>Sistema eléctrico de Bolivia.</i> .....	13
2.1.7. <i>Municipios atendidos por las empresas distribuidoras de energía eléctrica.</i> .....	15
2.1.8. <i>Fuentes y potencial de energías renovables.</i> .....	16
2.1.9. <i>Metas de cobertura eléctrica 2010-2025.</i> .....	17
2.1.10. <i>Consumos de energía por uso final en comunidades aisladas.</i> .....	18
2.1.11. <i>Demandas de energía en el área rural.</i> .....	18
2.1.12. <i>Potencial de Energía Solar.</i> .....	19
2.1.13. <i>Implementación de Sistemas basados en energía solar.</i> .....	20
2.1.14. <i>Experiencia en los Costos de Implementación.</i> .....	21
2.1.15. <i>Impactos de la implementación de Sistemas Fotovoltaicos.</i> .....	21
2.1.16. <i>Consideraciones para la sostenibilidad de los servicios.</i> .....	22
2.1.17. <i>Usos productivos de la energía fotovoltaica.</i> .....	22
2.1.18. <i>Proyectos fotovoltaicos en Potosí.</i> .....	23
2.2. Municipio de Colcha K. ....	24
2.2.1. <i>Ubicación y División Político-Administrativa.</i> .....	25
2.2.2. <i>Uso y Ocupación del Suelo.</i> .....	25
2.2.3. <i>Situación Socioeconómica.</i> .....	25
2.2.4. <i>Fuentes y Usos de Energía.</i> .....	26
2.2.5. <i>Comunicaciones.</i> .....	28

2.2.6.	<i>Desarrollo Municipal</i> .....	29
2.3.	Diseño de Sistemas Fotovoltaicos. ....	30
2.3.1.	<i>Aspectos básicos de autogeneración con tecnología fotovoltaica</i> . ....	30
2.3.2.	<i>Normativa boliviana</i> . ....	31
<b>3.</b>	<b>PERFIL DEL PROYECTO POZO CAVADO</b> .....	<b>31</b>
3.1.	Diagnóstico socioeconómico realizado por la minera San Cristóbal.....	31
3.1.1.	<i>Antecedentes</i> . ....	32
3.1.2.	<i>Objetivo General</i> . ....	32
3.1.3.	<i>Caracterización territorial</i> .....	32
3.1.4.	<i>ASPECTOS DEMOGRAFICOS</i> .....	35
3.1.5.	<i>ASPECTOS SOCIALES</i> .....	35
3.1.6.	<i>SERVICIOS BÁSICOS</i> .....	36
3.1.7.	<i>ASPECTOS AMBIENTALES FLORA Y FAUNA</i> .....	36
3.1.8.	<i>INFORMACIÓN PECUARIA</i> .....	37
3.2.	Antecedentes del Proyecto.....	40
3.3.	Requerimientos eléctricos en Pozo Cavado.....	41
3.3.1.	<i>Proceso de trabajo en un matadero</i> .....	41
3.3.2.	<i>Proyecto de Obras Civiles del Matadero</i> . ....	42
3.3.3.	<i>Consideraciones señaladas por la FAO para mataderos</i> . ....	42
3.3.4.	<i>Sistema fotovoltaico a considerar</i> .....	43
3.3.5.	<i>Previsión de la carga total de Matadero</i> .....	43
3.4.	Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos. ....	44
3.4.1.	<i>ALTERNATIVA A</i> .....	44
3.4.2.	<i>ALTERNATIVA B</i> .....	45
3.5.	Costos.....	47
3.5.1.	<i>Costos Alternativa A</i> .....	47
3.5.2.	<i>Costos Alternativa B</i> .....	47
3.6.	Planos y diagramas de conexonado .....	48
<b>4.</b>	<b>PERFIL DEL PROYECTO CATAVI K</b> .....	<b>49</b>
4.1.	Diagnóstico socioeconómico realizado por la minera San Cristóbal.....	49
4.1.1.	<i>Antecedentes</i> . ....	49
4.1.2.	<i>Objetivo General</i> . ....	49
4.1.3.	<i>Caracterización territorial</i> .....	49
4.1.4.	<i>ASPECTOS DEMOGRAFICOS</i> .....	51
4.1.5.	<i>ASPECTOS SOCIALES</i> .....	51
4.1.6.	<i>SERVICIOS BÁSICOS</i> .....	51

4.1.7.	ASPECTOS AMBIENTALES FLORA Y FAUNA .....	51
4.1.8.	INFORMACIÓN PECUARIA .....	51
4.2.	Antecedentes del Proyecto. ....	54
4.3.	Requerimientos eléctricos en Catavi K. ....	55
4.3.1.	Consideraciones para los abrevaderos, microriego invernaderos. ....	55
4.3.2.	Localizaciones y características de los puntos de bombeo de agua. ....	56
4.3.3.	Sistema de bombeo elegible. ....	56
4.4.	Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos. ....	57
4.4.1.	Especificaciones punto KATURIA – Catavi K .....	57
4.4.2.	Dimensionamiento punto KATURIA – Catavi K.....	58
4.4.3.	Especificaciones punto MACHAJE – Catavi K.....	59
4.4.4.	Dimensionamiento punto MACHAJE – Catavi K .....	59
4.4.5.	Especificaciones punto YURAJ BARRANCA – Catavi K .....	60
4.4.6.	Dimensionamiento punto YURAJ BARRANCA – Catavi K .....	61
4.4.7.	Especificaciones punto CORRALANES – Catavi K.....	62
4.4.8.	Dimensionamiento punto CORRALANES – Catavi K.....	62
4.4.9.	Especificaciones punto ATOJ UNO – Catavi K.....	63
4.4.10.	Dimensionamiento punto ATOJ UNO – Catavi K .....	64
4.4.11.	Especificaciones punto MULA UNO – Catavi K .....	65
4.4.12.	Dimensionamiento punto MULA UNO – Catavi K .....	65
4.4.13.	Especificaciones punto MOKOLLA – Catavi K .....	66
4.4.14.	Dimensionamiento punto MOKOLLA – Catavi K.....	67
4.4.15.	Especificaciones punto CATAVI K – Catavi K.....	68
4.4.16.	Dimensionamiento punto CATAVI K – Catavi K .....	68
4.5.	Costos.....	69
4.6.	Planos y diagramas de conexionado .....	70
<b>5.</b>	<b>PERFIL DEL PROYECTO TAMBILLO .....</b>	<b>71</b>
5.1.	Diagnóstico socioeconómico.....	71
5.1.1.	Caracterización territorial .....	71
5.2.	Antecedentes del Proyecto. ....	72
5.3.	Requerimientos eléctricos en Tambillo Ledezma. ....	73
5.3.1.	Sistema fotovoltaico a considerar.....	76
5.4.	Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos. ....	76
5.4.1.	Sistema de Bombeo Primario.....	77
5.4.2.	Sistema de Bombeo Secundario –área adyacente(presión) .....	78
5.4.3.	Sistema de Bombeo Secundario –área posterior (presión).....	79

5.5. Costos.....	80
5.6. Planos y diagramas de conexionado .....	81
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>82</b>

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Antecedentes.

#### 1.1.1. Primer Trabajo de "Aplicación de responsabilidad social corporativa (RSC) en sistemas de energía rural en zonas aisladas – Bolivia".

El trabajo "Aplicación de responsabilidad social corporativa (RSC) en sistemas de energía rural en zonas aisladas – Bolivia", realizado por la empresa CINER para OLADE en la gestión 2013 [1], presenta los siguientes aspectos:

- a) Diagnóstico del sector de energía rural de Bolivia.
- b) Diagnóstico de indicadores de pobreza en poblaciones aisladas de Bolivia.
- c) Identificación de empresas con Responsabilidad Social Corporativa en Bolivia.
- d) Selección de localidades idóneas para el proyecto.
- e) Requerimientos de localidades priorizadas.

Ello como resultado de realizar el análisis de la situación de la electrificación rural en comunidades aisladas; habiendo identificando localidades y empresas con políticas de apoyo a comunidades rurales aisladas que estén dentro de su área de influencia, y que permitirían el suministro eléctrico en sistemas que utilicen los recursos energéticos alternativos con un nuevo concepto de RSC.

El trabajo muestra como resultado del proceso de selección, que se obtiene un grupo de 76 localidades con una población promedio de 403 habitantes, no obstante aclara que pueden complementarse con otras localidades que sean de interés de las empresas con RSC.

Asimismo, el trabajo muestra la distribución en cuanto a la disponibilidad de los recursos energéticos para las localidades seleccionadas, señalando que la distribución por recurso energético es: Hídrico para 27 localidades, Solar para las 76 localidades, y Eólico para 2 localidades. Al respecto el trabajo concluye que [1]:

- El recurso solar alcanza y supera el nivel mínimo necesario para la aplicación de sistemas fotovoltaicos en todas las localidades seleccionadas. Priorizando su uso para la electrificación de pequeñas poblaciones, sea como sistemas independientes o como componente en sistemas híbridos.
- El recurso eólico no es una alternativa viable para sistemas basados exclusivamente en éste, pues los niveles son bajos a excepción de dos localidades.
- El recurso hidráulico requiere de evaluación previa; y estaría disponible en por lo menos 27 localidades.

El documento señala que además de identificar las comunidades aisladas, también identificó a las empresas con responsabilidad social que podrían efectuar los posibles proyectos, siendo estas las empresas YPFB y Minera San Cristóbal, y una tercera (COMIBOL) que no oficializó su interés de participar en el proyecto [1].

En cuanto a la Minera San Cristóbal, el documento señala que la empresa minera propuso localidades del municipio de Colcha K, de las cuales a criterio de la empresa CINER, solo cinco localidades (Pozo Cavado, Iscay Uno, Comunidad Pampa Grande, Villa Catavi, y Comunidad Catavi) podrían ser consideradas parte del proyecto. El mismo documento, señala que de todas ellas, Pozo Cavado es la que mejores condiciones reúne [1].

### **1.1.2. Acciones preliminares realizadas por ABS en el marco del contrato de noviembre de 2013.**

En el mes de noviembre de 2013 la Organización Latinoamericana de Energía suscribe un contrato con Advanced Business Strategies Consulting Group Sociedad de Responsabilidad Limitada "ABS" para el desarrollo de la consultoría "APLICACION DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA EN SISTEMAS DE ENERGIA RURAL EN ZONAS AISLADAS - BOLIVIA", cuyo objetivo general es iniciar la implementación de los proyectos de energización rural en zonas aisladas con aplicación de Responsabilidad Social Corporativa a los esquemas de sostenibilidad, buscando mejorar el nivel de vida de las poblaciones de dichas zonas aisladas de Bolivia.

- a) **REUNIONES VICEMINISTERIO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS:** Para el inicio del proyecto (durante los primeros días del mes de diciembre 2013), la contraparte de OLADE nos señaló que para empezar la consultoría se debería coordinar con el Ing. Juan Manuel Gonzáles, Director de Energías Renovables del Ministerio de Energía de Bolivia. Establecimos contacto con el Ing. Gonzáles, quien nos recibió el 18 de diciembre, y nos expuso su total desconocimiento y la necesidad de conocer el alcance del proyecto. Acordamos en enviarle la propuesta de ABS para el desarrollo del trabajo y nos fijó una nueva reunión para la segunda semana de enero de 2014, señalándonos que no deberíamos tomar acción alguna de acercamiento a las empresas contactadas en la etapa previa (COMIBOL, YPFB y Minera San Cristóbal). En la siguiente reunión durante la segunda semana de enero 2014 explicamos nuevamente el alcance del proyecto y acordamos que para que ABS pudiera tomar contacto con las empresas, el Viceministerio de Energías Alternativas nos proporcionaría una carta de presentación cuyo tenor fue proporcionado por ABS. Lamentablemente la carta de presentación nunca nos fue entregada por el Viceministerio, a pesar del permanente seguimiento realizado a la misma por nuestra parte.
- b) **COMUNICACIÓN CON EMPRESA CINER:** Paralelamente contactamos a la empresa CINER para obtener de ellos, las personas de contacto en las tres empresas identificadas en la primera etapa.
- c) **CONTACTO CON EMPRESAS CON RSC IDENTIFICADAS:** De manera paralela a las actividades preliminares y ante las demoras que venían produciéndose por la coordinación sugerida con la Dirección de Energías Renovables del Ministerio de Energía de Bolivia, en consulta con la contraparte, se optó por desarrollar acercamientos preliminares con las empresas identificadas en la primera etapa del proyecto. Con base a esto, se pudo establecer que COMIBOL no estaba interesada en llevar adelante el proyecto, situación que había sido advertida ya por CINER en el desarrollo de la consultoría. Asimismo, se optó por contacto directamente a YPFB y a Minera San Cristóbal, con los primeros se desarrollaron dos reuniones durante el mes de febrero de 2014, estableciéndose que los contactos que se habían desarrollado por CINER no fueron con la unidad

de Responsabilidad Social de YPF y que la misma no tenía conocimiento del proyecto, por lo que éste no estaba contemplado en su plan de trabajo.

- d) **ACCIONES CON MINERA SAN CRISTOBAL:** Por su parte con Minera San Cristóbal detectamos un importante interés en desarrollar el proyecto e incluso, ellos mostraron su apertura a tomar a su cargo el desarrollo no solo de uno sino de los tres proyectos en comunidades dentro del área de influencia de San Cristóbal. Con base a estas reuniones previas acordamos con San Cristóbal realizar una primera visita a la empresa entre los días 21 al 24 de febrero. Allí nos reunimos con el área de responsabilidad social de la empresa e hicimos visitas in situ a los lugares de emplazamiento de los posibles proyectos. Durante esta misión, San Cristóbal mostró total apertura para que trabajemos en los tres proyectos con tres comunidades del área atendida por ellos. Nos explicaron que la región ha generado un Consejo Consultivo (una organización de las comunidades de la región, que es una especie de directorio de las comunidades) con el cual San Cristóbal coordina todas las acciones de Responsabilidad Social Empresarial que desarrolla. Todo proyecto debe necesariamente ser visto con este Consejo Consultivo.

### 1.1.3. Identificación de posibles proyectos coordinados con Minera San Cristóbal.

En atención a que durante el trabajo realizado por CINER para OLADE, la empresa MINERA SAN CRISTOBAL, propuso la realización de proyectos en el municipio de Colcha K, y concretamente en los casos de las comunidades de Pozo Cavado y Catavi K; ABS pudo observar que la empresa minera tiene muchas iniciativas que vienen desarrollando con el Consejo Consultivo; y por tanto, conjuntamente con ABS se identificó tres proyectos que serían los que se podrían manejar bajo el enfoque del contrato de ABS con OLADE. Siendo preliminarmente los siguientes:

- a) **ELECTRIFICACIÓN DE MATADERO DE LA COMUNIDAD DE POZO CAVADO.** La comunidad de Pozo Cavado es productora de camélidos y en la comunidad se han organizado como un asociación productora de camélidos denominada AZCCA, la cual tiene su organización y personería jurídica; ellos han logrado conseguir que el proyecto Alianza Rural les construya un Matadero con miras a la industrialización de la carne de llama, la cual tendría un mercado asegurado en San Cristóbal. Para este proyecto se requiere energía eléctrica trifásica que no es posible obtenerla del pueblo, debido a que no existe red eléctrica que llegue hasta el lugar donde se encuentra emplazada las instalaciones de dicho Matadero.
- b) **INSTALACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN TAMBILLO.** En este caso el proyecto, aplicable a la comunidad denominada Tambillo, tiene que ver con la instalación de energía fotovoltaica para impulsar un motor para extraer agua de pozo, esto permitiría irrigar alrededor de 6 a 8 Has de terreno de cultivo, donde se ha podido establecer que existe un interesante potencial agrícola que permitiría obtener sobre todo forrajes y quinua. Las tierras son comunitarias y por tanto cultivadas por la Comunidad.
- c) **EXTRACCIÓN DE AGUA DEL RÍO COLORADO.** El tercer proyecto identificado está en la comunidad Catavi K, que se trata de dotación de agua, extrayendo mediante una bomba eléctrica agua del río Colorado para irrigar la planicie que actualmente no está siendo cultivada por falta de riego. Las tierras son comunitarias y por tanto cultivadas por la Comunidad.

En los tres casos no se trataría de proyectos de energía relacionados con dotación de energía eléctrica para viviendas sino para proyectos productivos y dado que esto es con las asociaciones comunitarias, esto desde un punto de vista legal (marco legal eléctrico), sería considerado como autogeneración y no requeriría de autorización alguna ni registro ante la Autoridad de Electricidad.

#### 1.1.4. Trabajos de campo efectuados en las tres comunidades identificadas.

La información requerida para continuar avanzando no nos fue proporcionada por San Cristóbal, ni por las comunidades. No obstante, hemos estado sosteniendo una serie de reuniones con dirigentes de las comunidades, pues encontramos que aparentemente San Cristóbal habría perdido el interés original y estaban postergando el avance del proyecto y el asumir compromisos en firme para que sean ellos los que coadyuven con nosotros para acelerar la ejecución de los proyectos. En este sentido nos hemos reunido con los dirigentes de Catavi K, quienes incluso sugirieron la posibilidad de cambiar hacia otro proyecto en la comunidad y con los dirigentes de Pozo Cavado.

En vista de las demoras y obstáculos que se han presentado para un rápido avance del proyecto, realizamos una nueva misión a las localidades existentes alrededor de San Cristóbal, en el mes de mayo de 2014, para realizar el levantamiento de información de manera directa. En esta misión de trabajo se tuvieron los siguientes objetivos:

- Recabar de manera directa toda la información requerida para cada uno de los tres proyectos, tanto para el estudio medioambiental, como para establecer de manera precisa el alcance de los temas técnicos y socio económicos de cada proyecto eléctrico,
- Cuantificar los requerimientos de energía y por ende las inversiones en esta materia para cada proyecto,
- Establecer los compromisos de cada parte involucrada, y
- Acordar un cronograma de actividades y responsables hasta la conclusión del proyecto con la firma de los correspondientes acuerdos.

Como consecuencia de ello se estableció que los proyectos para los casos de las localidades de Pozo Cavado, y Tambillo se mantenían, y para el caso de Catavi K serían redefinidos de acuerdo a los requerimientos de la Comunidad.

## 1.2. Objetivo.

Preparar toda la documentación necesaria (perfil técnico del proyecto) para el inicio de la construcción de los Proyectos de Autogeneración de Energía Eléctrica Rural, para atender las actividades productivas de la Comunidad, en tres comunidades de zonas aisladas de Bolivia. *Las comunidades seleccionadas en coordinación con la empresa Minera San Cristóbal, pertenecen al municipio de Colcha K del departamento de Potosí en Bolivia, y son: Pozo Cavado (cantón San Cristóbal), Catavi K (cantón San Cristóbal), y Tambillo Ledezma (cantón Cocani).*

Para alcanzar el objetivo se consideran:

- i. Elaborar el perfil del proyecto **“Energización rural para atención de la demanda de energía del Matadero de la comunidad Pozo Cavado”**, considerando toda la documentación necesaria para el inicio de la construcción del sistema de energización, para el programa de producción y comercialización de carne de llama y sus derivados que tiene proyectado desarrollar la comunidad.
- ii. Elaborar el perfil del proyecto **“Energización rural para dotación de agua para usos doméstico, abrevaderos y microriego de invernaderos en la comunidad Catavi K”**, considerando toda la documentación necesaria para el inicio de la construcción del sistema de energización, para el programa integral de mejora del proceso de reproducción – crianza y comercialización de camélidos que tiene proyectado desarrollar la comunidad.
- iii. Elaborar el perfil del proyecto **“Energización rural para dotación de agua para riego de zonas cultivo comunitario en la comunidad Tambillo Ledezma”**, considerando toda la documentación necesaria para el inicio de la construcción del sistema de energización, para un programa integral de cultivo de forraje y especies endémicas de consumo humano que tiene proyectado desarrollar la comunidad.

### 1.3. Alcance

Los perfiles de proyecto a elaborar son en el dominio exclusivamente eléctrico, y tal como se señaló en nuestra propuesta, no abarcan la realización de ingeniería de detalle, como tampoco la realización de estudios de demanda y ubicación del proyecto.

## 2. MARCO DE REFERENCIA.

### 2.1. Bolivia y la atención de servicios básicos

#### 2.1.1. Población boliviana.

El crecimiento de la población del Estado Plurinacional de Bolivia, de acuerdo a los resultados de los censos nacionales de población de 1950, 1976, 1992, 2001 y 2012 [2], se puede apreciar en la siguiente tabla:

CENSO	POBLACION	DENSIDAD (Hab./km <sup>2</sup> )
1950	2.704.165	2,46
1976	4.613.486	4,20
1992	6.420.792	5,84
2001	8.274.325	7,53
2012	10.027.254	9,13

Tabla 1 Población, Superficie y Densidad de Población, según Censos Nacionales de Población 1950, 1976, 1992, 2001 y 2012.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia <http://www.ine.gob.bo/>.

De estos datos se observa que la población de Bolivia aumentó de algo más de 2,7 millones de habitantes en 1950 a más de 10 millones de habitantes en el año 2012, lo que significa que el tamaño de la población

se multiplicó cerca de cuatro veces durante el periodo de 62 años [2]. Consecuentemente, la densidad en el mismo período aumentó notablemente.

PERIODO	CRECIMIENTO ABSOLUTO	CRECIMIENTO RELATIVO(%)	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)	PERIODO DE DUPLICACION (Años)
1950-1976	1.909.321	70,61	2,05	34
1976-1992	1.807.306	39,17	2,11	33
1992-2001	1.853.533	28,87	2,74	25
2001-2012	1.752.929	21,18	1,71	40

**Tabla 2 Indicadores de crecimiento de la población, Censos 1950 - 2012.**

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (<http://www.ine.gob.bo/>).*

El periodo de duplicación de la población boliviana, asociado a la Tasa Media de Crecimiento anual, se mantiene en promedio por encima de los 30 años en tres de los cuatro periodos inter censales y llega a los 40 años con una Tasa de Crecimiento menor [2].

### 2.1.2. Producto Interno Bruto.

El Producto Interno Bruto ha crecido a una media anual de 3,87% en el periodo comprendido entre 2000 a 2013, mostrando estabilidad en el ritmo de crecimiento. El crecimiento relativamente mayor del PIB ha incrementado el PIB per cápita [3].

AÑO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006(p)	2007(7)	2008(p)	2009(p)	2010(p)	2011(p)	2012(p)	2013(p)
PIB	20.532.088	20.859.590	21.265.795	21.838.971	22.629.049	23.534.090	24.634.132	25.713.890	27.273.725	28.348.748	29.385.416	30.671.617	32.036.669	34.051.297
Tasa %	2,43	1,60	1,95	2,70	3,62	4,00	4,67	4,38	6,07	3,94	3,66	4,38	4,45	6,29

**Tabla 3 Producto Interno Bruto y Tasa de crecimiento PIB (a precios básicos).**

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (<http://www.ine.gob.bo/>).*

### 2.1.3. Pobreza e índice de Necesidades Básicas Insatisfechas.

El Instituto Nacional de Estadística define la pobreza en función del nivel de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Dicho índice tiene un rango entre -1 y 1 y representa cinco segmentos que corresponden a estratos de pobreza [5].

Condición o Estrato de Pobreza	Recorrido NBI
Necesidades Básicas Satisfechas	$-1 \leq NBI < -0,1$
Umbral de Pobreza	$-0,1 \leq NBI \leq 0,1$
Pobreza Moderada	$0,1 < NBI \leq 0,4$
Indigencia	$0,4 < NBI \leq 0,7$
Marginalidad	$0,7 < NBI \leq 1$

**Tabla 4 Estratos de Pobreza.**

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (<http://www.ine.gob.bo/>).*

El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas toma en cuenta las siguientes variables: Vivienda; Servicios e insumos básicos; Educación; y Salud. Los dos primeros estratos de NBI corresponden a los no pobres. Los estratos de Pobreza Moderada, Indigencia y Marginalidad agrupan a la población pobre [5].

Según los datos del censo 2001, la población boliviana registra niveles de pobreza relativamente altos, particularmente en el área rural, y dentro del área rural, la pobreza se acentúa en la zona altiplánica. La incidencia de la pobreza en el área rural es de 85,59%; en el área rural del Altiplano se eleva a 93,35%. Asimismo se registra un mínimo de 49% en el área urbana de los Llanos, de acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística [5].

#### 2.1.4. Acceso a servicios básicos de vivienda.

El acceso a servicios básicos de vivienda, agua, saneamiento, energía, educación y salud también está seriamente limitada e indica porcentajes de necesidades insatisfechas relativamente altos [2].

CENSO Y DEPARTAMENTO	TOTAL	DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS						
		Agua de cañería de red		Energía Eléctrica			Servicio Sanitario	
		Tiene	No Tiene	Tiene	Otra fuente	No Tiene	Tiene	No Tiene
<b>CENSO 2001</b>	<b>1.997.665</b>	<b>62,27</b>	<b>37,73</b>	<b>64,38</b>		<b>35,62</b>	<b>63,69</b>	<b>36,31</b>
Chuquisaca	118.918	53,92	46,08	47,15		52,85	47,08	52,92
La Paz	630.072	65,47	34,53	65,73		34,27	56,98	43,02
Cochabamba	352.411	53,89	46,11	68,13		31,87	66,72	33,28
Oruro	104.123	57,53	42,47	60,68		39,32	37,91	62,09
Potosí	180.323	43,97	56,03	40,38		59,62	34,38	65,62
Tarija	87.157	75,49	24,51	69,18		30,82	82,87	17,13
Santa Cruz	428.653	77,66	22,34	76,05		23,95	87,35	12,65
Beni	65.481	35,08	64,92	54,61		45,39	82,03	17,97
Pando	10.527	38,62	61,38	45,69		54,31	72,44	27,56
<b>CENSO 2012</b>	<b>2.812.715</b>	<b>66,09</b>	<b>33,91</b>	<b>78,18</b>	<b>2,77</b>	<b>19,04</b>	<b>69,92</b>	<b>30,08</b>
Chuquisaca	150.075	39,08	60,92	52,11	4,44	43,45	56,09	43,91
La Paz	852.730	70,62	29,38	79,76	1,72	18,53	65,27	34,73
Cochabamba	517.711	54,38	45,62	78,21	1,87	19,92	70,13	29,87
Oruro	152.779	63,57	36,43	74,44	3,57	21,99	47,28	52,72
Potosí	243.067	55,62	44,38	66,81	2,50	30,69	41,53	58,47
Tarija	126.820	81,48	18,52	87,02	2,39	10,59	81,80	18,20
Santa Cruz	648.286	82,35	17,65	87,33	3,33	9,33	89,80	10,20
Beni	95.484	40,81	59,19	73,92	7,27	18,81	86,01	13,99
Pando	25.763	32,02	67,98	48,78	15,41	35,81	84,07	15,93

**Tabla 5 Viviendas particulares ocupadas con personas presentes por censo y disponibilidad de servicios básicos, según departamento, censos 2001 y 2012 (en número de viviendas y porcentaje).**

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (<http://www.ine.gob.bo/>).

Si bien en la década comprendida entre los dos últimos censos (2001 y 2012), la no-disponibilidad de servicios básicos habría disminuido, aún se observan insuficiencias de cerca al 20% en servicios energéticos, y en los casos de servicios sanitarios y de agua, aún se ronda el 30% de viviendas que no disponen de estos servicios.

#### 2.1.5. Acceso al servicio eléctrico.

En lo que se refiere al acceso al servicio de electricidad, las cifras de los Censos Nacionales de Población y Vivienda indican una progresiva evolución de la cobertura. En el área rural, persisten niveles menores de acceso al servicio eléctrico, tal como se puede apreciar en el cuadro adjunto [4].

	1976	1992	2001	2005	2010
Urbana %	74,00	78,60	89,40	87,00	90,40
Rural %	6,80	11,80	24,50	33,00	50,80
Total %	34,30	46,10	64,40	67,10	77,10

Tabla 6 Cobertura de Acceso al Servicio Eléctrico (1976 - 2010).

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Bolivia y Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas.

ETAPA	AÑO		AREA			
	Del	Al	RURAL		URBANA	
			Del	Al	Del	Al
PRIMERA	2006	2010	33%	53%	87%	97%
SEGUNDA	2010	2015	53%	70%	Universalización del servicio eléctrico	
TERCERA	2015	2020	70%	87%		
CUARTA	2020	2025	Universalización del servicio eléctrico			

Tabla 7 Etapas para lograr el acceso universal al servicio eléctrico

Fuente: Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad.

El Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad instaurado a partir del 2008 tiene la finalidad de alcanzar el acceso universal en el servicio de electricidad, para lo cual consideró las etapas que se aprecian en el cuadro precedente; y hasta el 2010 habría beneficiado a 36.879 hogares con el acceso al servicio eléctrico [4].

TECNOLOGÍA	EXTENSIONES DE RED ELÉCTRICA	SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	ACOMETIDAS	TOTAL
Nro. Hogares beneficiados	6.000	4.273	500	26.106	36.879

Tabla 8 Hogares que accedieron al servicio eléctrico a través del Programa.

Fuente: Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad.

### 2.1.6. Sistema eléctrico de Bolivia.

Son dos los sistemas que componen el sector eléctrico boliviano: el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y los Sistemas Aislados. En el SIN las actividades de la industria eléctrica están segmentadas verticalmente en generación, transmisión y distribución. Algunas de sus características registradas al 2009, son [4]:

- La oferta está basada en centrales de generación hidroeléctrica (40%) y termoeléctrica (60%).
- La potencia total instalada a nivel nacional fue de 1.529 MW.
- Las empresas generadoras del SIN, tuvieron una capacidad instalada de 1.284,8 MW y una generación bruta de 5.634,5 GWh., lo que representó alrededor del 92% de la energía total producida.
- La generación de electricidad en los Sistemas Aislados se encuentran en los lugares donde no llega el SIN, y la mayor demanda entre estos sistemas está en los departamentos de Tarija, Beni, Pando y Santa Cruz.
- Existen auto productores que cubren sus necesidades de electricidad con equipos propios de generación.

- La oferta y demanda de electricidad están vinculadas a través de líneas de Alta Tensión mayores a 69 kV, líneas de Media Tensión comprendidas entre 1 kV hasta 69 kV y líneas de baja tensión menores a 1 kV.
- La demanda de electricidad está constituida por consumidores regulados, los cuales son atendidos por empresas distribuidoras dentro de zonas de ejercicio (ver figura 2) y los consumidores no regulados que compran energía en bloque, directamente del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).
- La demanda correspondiente a las empresas distribuidoras del SIN fue de 4.644,26 GWh, mientras que la demanda de los Sistemas Aislados y auto productores fue de 978,27 GWh.

El mapa adjunto [4], muestra la localización de las centrales de generación y líneas de transmisión pertenecientes al SIN, además de los Sistemas Aislados existentes.

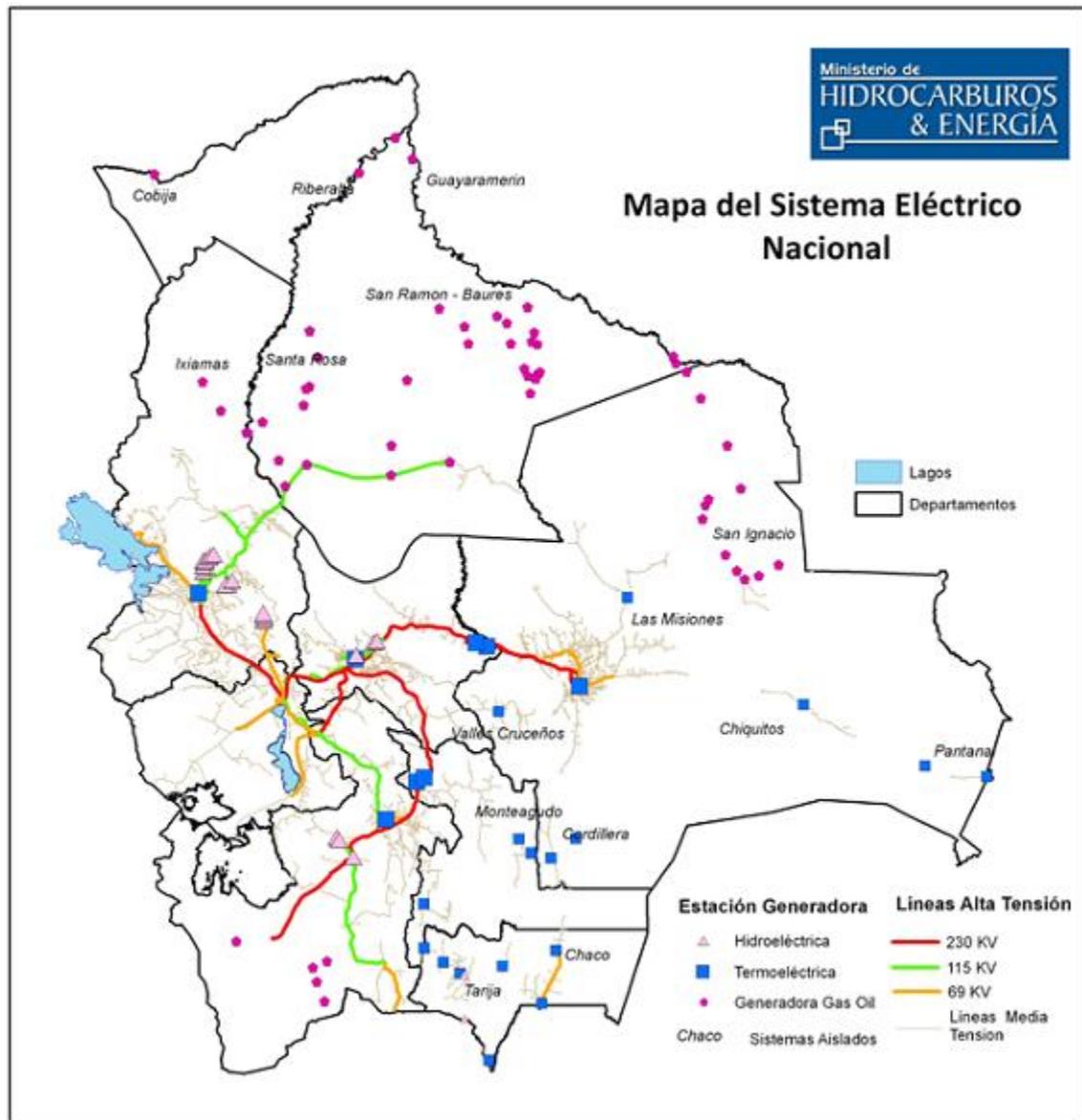


Figura 1 Mapa del Sistema Eléctrico Nacional.

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía - Bolivia.

### 2.1.7. Municipios atendidos por las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Las zonas de ejercicio de cada una de las Empresas de Distribución Eléctrica del Sistema Interconectado Nacional, han ido ampliándose a partir de la expansión de su actividad desde las capitales departamentales hacia los diferentes municipios, bien por la propia infraestructura desarrollada y también por la desarrollada en gran parte por las gobernaciones [4].

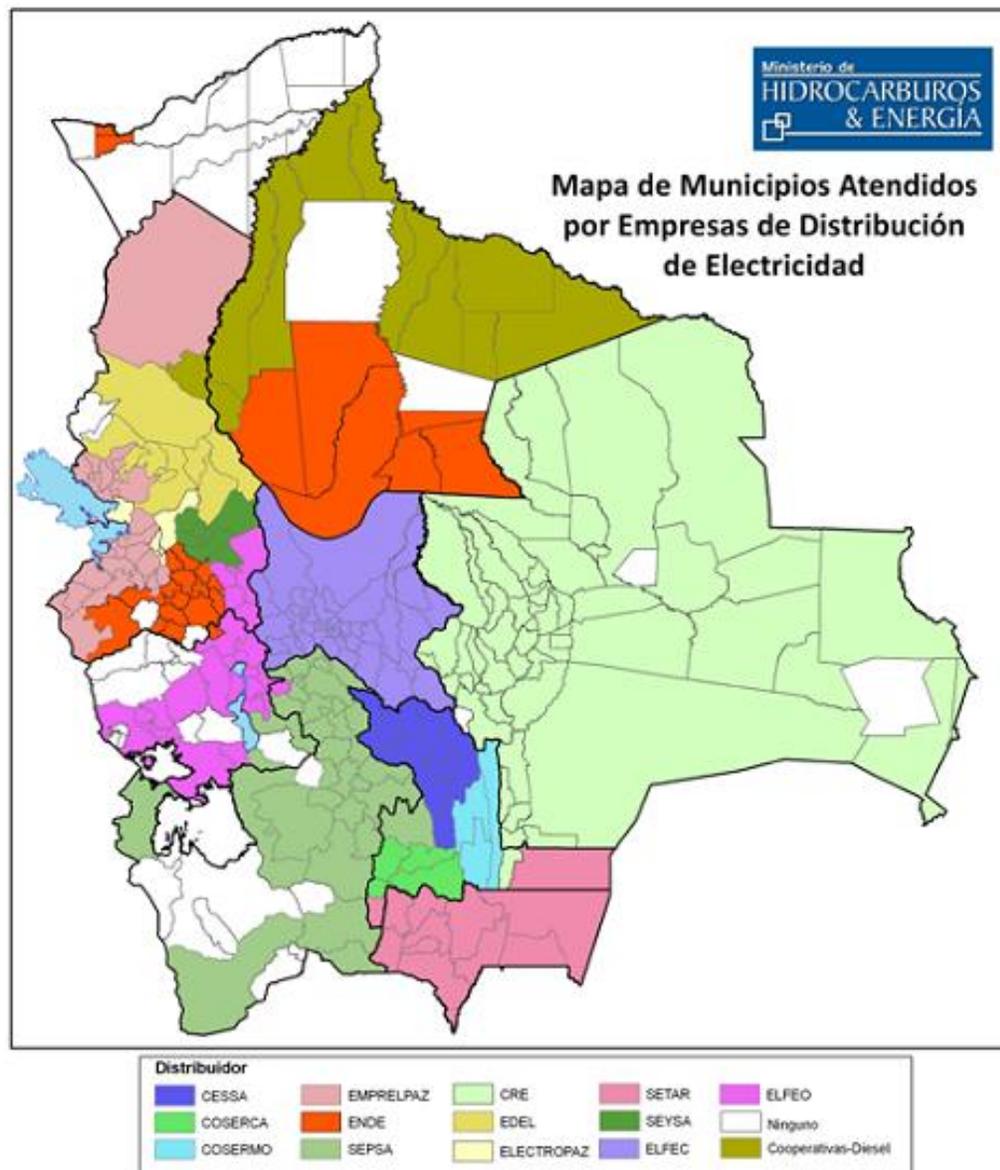


Figura 2 Municipios atendidos por empresas de distribución de electricidad.

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía - Bolivia.

Actualmente algunos municipios son atendidos por una o varias empresas distribuidoras y otros no son atendidos por ninguna. No obstante, bajo el marco legal actual (D.S. 071), las empresas tienen la obligación de satisfacer la demanda de conexiones, en sus zonas de influencia o ejercicio, que fueron autorizadas mediante su Título Habilitante como áreas de expansión [4].

### 2.1.8. Fuentes y potencial de energías renovables.

El espacio geográfico boliviano concentra un importante potencial de Fuentes de Energías Alternativas para la generación eléctrica [4].

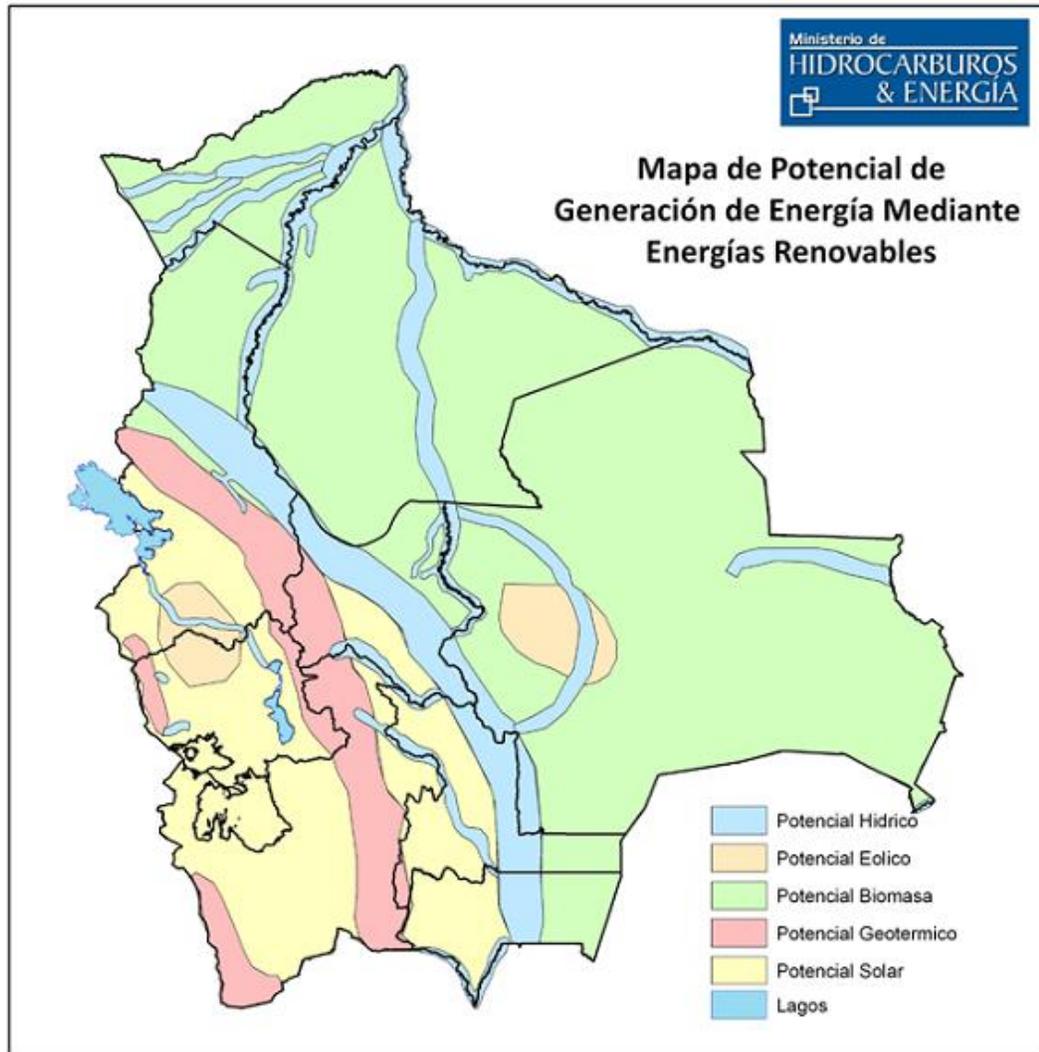


Figura 3 Mapa de potencial de generación de energía eléctrica mediante energías renovables.

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía - Bolivia.

**Energía Hídrica:** El recurso renovable hídrico proveniente de ríos con caudales constantes y permanentes durante todo el año, se encuentra localizado al norte entre los Departamentos de Pando y Beni; al centro entre los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija; y al oriente en el departamento de Santa Cruz [4].

**Biomasa:** El potencial aprovechable para la generación de electricidad a partir de la biomasa se encuentra en la zona del trópico y valles. Un porcentaje significativo de la población depende de la biomasa como energía para combustión, cocción de alimentos, producción de carbón vegetal y para la producción de la industria manufacturera como ladrilleras, panificadoras y otras [4].

**Energía Solar:** El potencial de energía solar demuestra que dos terceras partes del país se encuentran en la franja de mayor radiación solar. La mayor radiación solar diaria media anual se presenta en el altiplano, seguido por los valles y con menor potencial el trópico [4].

**Energía Eólica:** El potencial Eólico se presenta en Santa Cruz, las provincias de Nor y Sur Lipez de Potosí, un sector comprendido entre Cochabamba y La Paz y otro entre las orillas del Lago Titicaca y Oruro [4].

**Energía Geotérmica:** El potencial Geotérmico aprovechable se encuentra principalmente en el Altiplano Sur, así como en las estribaciones de las cordilleras Oriental y Occidental [4].

### 2.1.9. Metas de cobertura eléctrica 2010-2025.

El Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas de Bolivia, en su Plan de Universalización del Acceso al Servicio Básico de Electricidad, ha establecido que para el periodo 2010-2025, integraran al Servicio de Electricidad a 1.847.541 hogares [4], bajo la siguiente distribución:

DEPARTAMENTO	Urbano	Rural	Total
CHUQUISACA	72.046	58.399	130.445
LA PAZ	275.299	111.051	386.350
COCHABAMBA	223.011	69.802	292.813
ORURO	27.268	15.954	43.222
POTOSI	28.222	82.408	110.630
TARIJA	94.023	19.670	113.693
SANTA CRUZ	491.582	147.986	639.569
BENI	70.110	32.766	102.876
PANDO	17.595	10.348	27.943
TOTALES	1.299.156	548.384	1.847.541

Tabla 9 Cantidad de hogares a integrar al servicio de electricidad (2010-2025).

Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - Bolivia.

Para alcanzar tales metas de cobertura eléctrica, establecidas en base a las potencialidades y necesidades energéticas de las poblaciones, el Viceministerio identificó las tecnologías y recursos energéticos más adecuados para su implementación (potencial de fuentes de energía y/o cercanía a la red); determinó los costos unitarios (por hogar, en base a promedios de diversos proyectos ya ejecutados), en los que se incurrirían para integrar un hogar al servicio de electricidad, tomando en cuenta las tecnologías disponibles actualmente: extensión de redes, densificación de redes (pequeñas extensiones de Media y Baja Tensión) y Energía Alternativas (energía solar, hidroelectricidad, biomasa, entre otros) [4].

TECNOLOGIA	Área Urbana	Área Rural
Extensiones de redes eléctricas		Hasta \$us 1.200 por hogar
Densificación de redes	Hasta \$us 600 por hogar	Hasta \$us 750 por hogar
Energías Alternativas (solar, hidroelectricidad, eólica, biomasa, entre otros)		Hasta \$us 1.200 por hogar

Tabla 10 Costo de inversión por hogar del servicio de electricidad por tecnología.

Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - Bolivia.

En el área urbana o periurbana, el Plan tiene previsto como tecnología apropiada, principalmente la densificación de redes eléctricas. En cambio en las áreas rurales, los esfuerzos del Plan estarían enfocados al desarrollo de proyectos de extensión de redes eléctricas, densificación de redes eléctricas y en caso de poblaciones dispersas o aisladas, se valoraría el potencial de los recursos energéticos locales disponibles (solar, eólico, hídrico, biomasa, entre otros) [4].

Según el Viceministerio, los criterios utilizados para la cuantificación porcentual de la aplicabilidad del tipo de tecnología han sido, la densidad poblacional y la distancia a la red eléctrica más cercana. En tanto que, en el caso de las Energías Alternativas, aplicó una densidad poblacional entre 0,1 a 1 habitante por Km<sup>2</sup> [4].

TECNOLOGIA	Área Urbana	Área Rural
Extensiones de redes eléctricas	0%	70%
Densificación de redes	100%	20%
Energías Alternativas (solar, hidroelectricidad, eólica, biomasa, entre otros)	0%	10%

Tabla 11 Cuantificación porcentual de los hogares a ser integrados por tecnología y por área.

Fuente: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - Bolivia.

### 2.1.10. Consumos de energía por uso final en comunidades aisladas.

Los consumos de energía actualmente registrados en comunidades aisladas sin acceso a electricidad, son [6]:

Rubros de consumo de energía en comunidades dispersas	Total (%)
Iluminación	4,91
Cocción	89,97
Calentamiento del agua	3,79
Calefacción ambiente	0,04
Refrigeración de alimentos	0,59
Audiovisión	0,10
Electrodomésticos	0,01
Bombeo	0,14
Generación de electricidad	0,12
Usos no energéticos	0,32
<b>TOTAL</b>	<b>99,99</b>

Tabla 12 Rubros de consumo de energía en comunidades dispersas.

Fuente: Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario / Plataforma Energética - Bolivia.

### 2.1.11. Demandas de energía en el área rural.

Las demandas de energía en el área rural tienen al menos tres vertientes: las demandas domésticas, las comunales y las productivas [6].

**Demandas domésticas:** Entre las principales demandas están: iluminación, comunicación (radio, televisión), cargado de celular, y en menor grado las de suministro de energía para algunos electrodomésticos. En el campo térmico las demandas son de calor para cocción de alimentos y calentamiento de agua.

**Demandas comunales:** Las demandas consideran aspectos de uso social como: la iluminación de postas y escuelas, la radiocomunicación o telefonía, los sistemas de video/televisión y el bombeo de agua potable.

**Demandas productivas:** Las demandas son variadas y dependen de la región específica; en mayor grado se necesita energía para el bombeo de agua para riego y abrevaderos de ganado, el accionamiento de molinos, la maquinaria de carpintería, los pequeños talleres metalmecánicos, la refrigeración, etc. Tales demandas son puntuales.

Usos domésticos	Usos productivos	Usos sociales
* Luz, comunicación, entretenimiento	* Agua para ganado	* Electrificación de postas y escuelas
* Cocción de alimentos	* Accionamiento de maquinaria	* Radios
* Refrigeración de ambientes y alimentos	* Servicios de turismo y hotelería	* Refrigeradores de vacunas
* Calefacción	* Comunicación	* Bombeo de agua
	* Transformación de alimentos	* Telecentros

Tabla 13 La demanda rural de energía.

Fuente: Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario / Plataforma Energética - Bolivia.

Se observa que las demandas se concentran en el uso de la electricidad. Las demandas de energía térmica para cocción de alimentos, transformación y elaboración de productos diversos, e incluso aplicaciones de uso semi-industrial, no aparece como una falencia, salvo en zonas alejadas donde se presente un déficit de leña. La dispersión geográfica y los reducidos grupos poblacionales con niveles altos de aislamiento, hacen que las Energías Renovables representen una solución a las demandas energéticas de estas comunidades [6].

### 2.1.12. Potencial de Energía Solar.

En Bolivia se observa que los valores medios de la radiación solar varían para las zonas del altiplano, valle y llanos. Las regiones del altiplano y de los valles interandinos reciben una alta tasa de radiación solar; entre 5 y 6 kWh/m<sup>2</sup> día (kilovatios por metro cuadrado día), dependiendo de la época del año. En la zona de los llanos la tasa de radiación media se sitúa entre 4,5 y 5 kWh/m<sup>2</sup> día. Esta energía sería suficiente para proporcionar diariamente 220 Wh/día (vatios por día) de energía eléctrica a través de un panel fotovoltaico de 50 Wp (vatios pico) [6].

Los altos valores de radiación solar en Bolivia se deben a la posición geográfica que tiene su territorio (zona tropical del Sur, entre paralelos 11° y 22°). Consiguientemente la tasa de radiación entre la época de invierno y verano no representa diferencias que sobrepasen el 25%. La presencia de la Cordillera de los Andes modifica en alguna medida la radiación solar, beneficiando con una mayor tasa a las zonas altas como el altiplano [6].

Se puede concluir que la utilización de la energía solar a nivel de todo el territorio nacional es factible, a excepción de algunas zonas que constituyen menos del 3% del territorio nacional, ya que han sido

identificadas como zonas de formación de nubes. Estas zonas corresponden a las fajas orientales de la Cordillera de los Andes, donde la tasa de radiación solar es muy baja, haciendo impracticable su utilización. Tecnológicamente no existen problemas en el aprovechamiento de la energía solar en Bolivia. Sin embargo, una de las barreras más importantes para el uso de la energía solar en electrificación rural, con sistemas fotovoltaicos o sistemas termosolares de calentamiento de agua, radica en la inversión inicial [6].

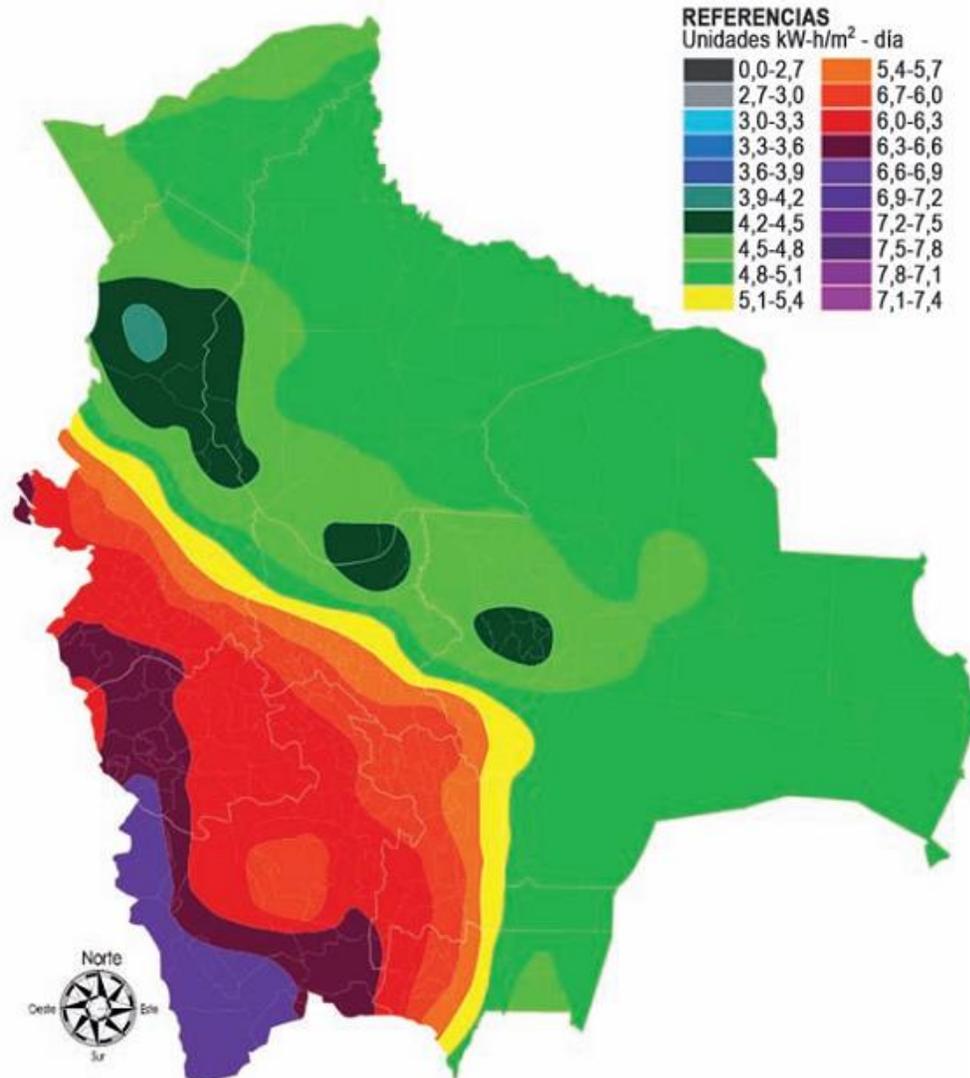


Figura 4 Mapa de radiación solar media anual para Bolivia (kWh/m<sup>2</sup> día).

Fuente: Universidad Mayor de San Simón - Bolivia.

Es reconocido el hecho de que no será posible efectuar la expansión de la tecnología fotovoltaica sin los subsidios adecuados, por tanto se deben identificar los mejores esquemas de gestión que aseguren la sostenibilidad de los sistemas. Asimismo, en el marco de una política adecuada, el Estado tendría que participar en la otorgación de subsidios, con mecanismos que permitan orientar la decisión de inversión en límites que no afecten la sostenibilidad de los proyectos [6].

### 2.1.13. Implementación de Sistemas basados en energía solar.

Entre las principales opciones de energías renovables disponibles en el país [6], con una provisión local de equipos, servicios, garantías y experiencias positivas en su aplicación, se pueden mencionar a:

**Sistemas fotovoltaicos:** Convierten la radiación solar directamente en electricidad de corriente continua de 12 Voltios, la cual, si se desea, podría ser transformada en electricidad de 220 V. Estos sistemas pueden abastecer las necesidades de una familia rural, pero también accionar bombas de agua, equipos de radiocomunicación o computadoras. Es decir, todo lo que requiera energía eléctrica. Sin embargo por el alto costo que tienen los sistemas fotovoltaicos, su utilización está focalizada en usos que requieren pequeñas cantidades de energía pero de manera confiable y segura. Al momento se estima que existen algo más de 30.000 unidades instaladas en diferentes aplicaciones (viviendas, escuelas, postas, bombas de agua, telecentros, etc.).

**Sistemas termosolares:** Convierten la radiación solar directamente en calor y usan el efecto invernadero, normalmente se utilizan para calentar agua. La tecnología es disponible a través de microempresas y su construcción es completamente local. Actualmente se instalan aproximadamente 400 unidades/año y se estima que existen más de 3.000 unidades instaladas y en funcionamiento.

**Secadores Solares para alimentos:** Aprovechan el efecto invernadero para generar calor, se pueden utilizar ampliamente en el deshidratado de diferentes productos que requieran conservación. En este caso la tecnología también está disponible a través de microempresas y su construcción es completamente local. Esta tecnología ha sido utilizada por varias empresas campesinas, para las que su empleo ha sido decisivo para lograr importantes niveles de productividad.

#### 2.1.14. Experiencia en los Costos de Implementación.

En general las tecnologías de energías renovables tienen un alto costo de inversión, mientras que los costos de operación y mantenimiento son prácticamente nulos [6].

- El costo asumido para sistemas fotovoltaicos de 50 Wp es de \$us 850 como hardware (se estima que más del 90% de los sistemas fotovoltaicos instalados en el país, corresponden a esa potencia). En este caso el costo incorpora el equipo, la operación, el mantenimiento, la capacitación y el seguimiento a los sistemas por 1 ó 2 años. Otras aplicaciones como bombeo de agua, telecentros, sistemas para albergues de turismo, etc., son fácilmente accesibles y las empresas del rubro pueden cotizar de manera exacta.
- Los sistemas termosolares para calentamiento de agua tienen diferentes precios en función de la tecnología. Sin embargo un sistema de 200 litros de capacidad destinado al uso familiar puede tener aproximadamente un costo de equipo de \$us 1400 y una vida útil de al menos 15 años.

A pesar de las limitaciones que pueden tener las Energías Renovables para la generación de electricidad, estas se encuentran ya en un nivel competitivo de inversión respecto a la extensión de la red. Sin embargo, continúa existiendo una limitante en el acceso a la energía por parte de las comunidades rurales, pues la capacidad de pago de estas familias es limitada [6].

#### 2.1.15. Impactos de la implementación de Sistemas Fotovoltaicos.

Un posible escenario de introducción de energía fotovoltaica en el país y la estimación de los impactos [6], es:

Tecnología	Impacto: desplaza o sustituye	Observaciones
Al menos 150.000 sistemas fotovoltaicos domésticos	2,4 millones de litros de diésel/año (mecheros) 12 millones/año de velas 300.000/GLP año (lámparas a GLP) 4,8 millones de pilas/año (uso en radio/interna)	Instalaciones fundamentalmente domésticas y sociales de pequeña potencia
Al menos 1.100 sistemas de bombeo fotovoltaicos comunales	6,6 millones litros de diésel/año	Instalaciones en comunidades semi nucleadas para el abastecimiento de agua potable y abrevaderos de ganado

Tabla 14 Escenario de introducción de Sistemas Fotovoltaicos y sus impactos previsibles.

Fuente: Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario / Plataforma Energética - Bolivia.

### 2.1.16. Consideraciones para la sostenibilidad de los servicios.

Más allá de cómo lleguen las tecnologías a los usuarios, es decir, del acceso, existe la necesidad de hacer sostenible su utilización en el tiempo [6].

- Las tecnologías llegarán a los usuarios, al contar con una participación decidida del Estado en la electrificación rural con energías renovables. Superando así la barrera de los altos costos de inversión inicial.
- La siguiente fase es la de asegurar el funcionamiento futuro de los sistemas. Se necesita asegurar flujos de recursos para este propósito y una presencia de técnicos locales efectivos en el campo. Bien sea que la responsabilidad del funcionamiento de estos sistemas sea transferida a los usuarios finales o que la responsabilidad por la operación, el mantenimiento y la reposición de las partes de estos sistemas sea entregada a una operadora (empresa comunal de energía, cooperativa o empresas distribuidoras).
- El desarrollo de microempresas cuyo eje de acción sea la prestación de servicios energéticos, se identifica como una oportunidad y requiere de apoyo.
- Las microempresas podrán sustentar los servicios de mantenimiento y de reposiciones pequeñas que se tienen, por ejemplo de postas y escuelas; pero también ofertar accesorios, repuestos, partes y complementos de los que no se dispone actualmente en la zona. Su accionar puede ser parte de los servicios que preste a una operadora o directamente a los propios usuarios.

Una vez vencida la barrera de costos de inversión inicial, entonces se requiere de iniciar un trabajo sobre la base de técnicos locales a quienes se debe ir capacitando paulatinamente en la prestación de servicios bajo un enfoque de microempresa, el mismo que implique el apoyo para la ampliación de su oferta, acceso a capital de operaciones, etc. [6].

### 2.1.17. Usos productivos de la energía fotovoltaica.

Otro desafío pendiente es el desarrollo de los usos productivos. Como ejemplos de experiencia se tienen [6]:

- El proyecto de apoyo a los productores de camélidos que se desarrolló el año 2007 para la introducción de esquiladoras eléctricas, en el cual se combinaron dos esfuerzos: el proyecto de electrificación fotovoltaica IDTR del gobierno y una iniciativa de apoyo a usos productivos, liderada por Energética-EASE. De alguna manera, la ejecución de ese proyecto ha permitido focalizar la

atención "con energía" a más de dos centenares de productores e identificar nuevas oportunidades para otros usos productivos como hiladoras, bombeo de agua, cercas eléctricas para manejo de pastos, etc.

- Durante el período 2006-2007 en la región del salar de Uyuni varias decenas de albergues turísticos han introducido componentes de energías renovables, particularmente sistemas fotovoltaicos, cocinas eficientes de leña y sistemas termosolares, utilizando un esquema de subsidios parciales y microcrédito, en el marco del proyecto de apoyo al ecoturismo con energías renovables. Esta innovación ha representado un ahorro de hasta un 57% en los gastos en energía que tenían los albergues y, por otro lado, han permitido que debido a la prestación de un mejor servicio (luz, agua caliente, recarga de baterías de cámaras fotográficas, etc.), las tarifas de alojamiento den un salto de 20 Bs/noche a 60 Bs/noche u 80 Bs/noche, generando un incremento tangible en sus ingresos.
- El proyecto de electrificación fotovoltaica del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Fondo Mundial para el Medio Ambiente (PNUD/GEF). Este proyecto ha identificado múltiples oportunidades para dinamizar el uso productivo de la energía, donde se muestran posibilidades reales de impulso a estas iniciativas, ratificando que las oportunidades son puntuales, específicas y diversas, pero existen algunas en cada comunidad.
- Entre los años 2008 y 2009 se han instalado varios sistemas de transformación de lana de camélidos en los municipios de Morochata y Quillacollo en Cochabamba, energizados completamente con sistemas fotovoltaicos, los cuales contemplan hiladoras, ovilladoras, enconadoras, y otros en el marco de un proyecto con apoyo de la Unión Europea.

En resumen, el concepto de fondo consiste en que la única manera de luchar contra la pobreza es generando riqueza, y para esto se debe atacar el problema de incrementar los ingresos de los pobres.

Si se desarrollan modelos para el acceso (en lo tecnológico y financiero, coordinando con los proyectos que apoyarán estos rubros), se estarán orientando futuras acciones, buscando la sostenibilidad y la generación de ingresos.

#### **2.1.18. Proyectos fotovoltaicos en Potosí.**

El Proyecto IDTR de Energías Renovables con Sistemas Fotovoltaicos, desde el 2005 al 2008 (instalación) y los cuatro años siguientes se dedicó al mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos. Estuvo destinado a grupos de población dispersos, combinando subsidios y créditos, para que dos empresas (Energética e Isofoton) implementaran 4.000 y 13.000 sistemas, respectivamente.

El 2012 se llegaron a instalar 2.035 paneles solares en 20 municipios, de los cuales en el Municipio de Colcha K se instalaron 255 paneles [7].

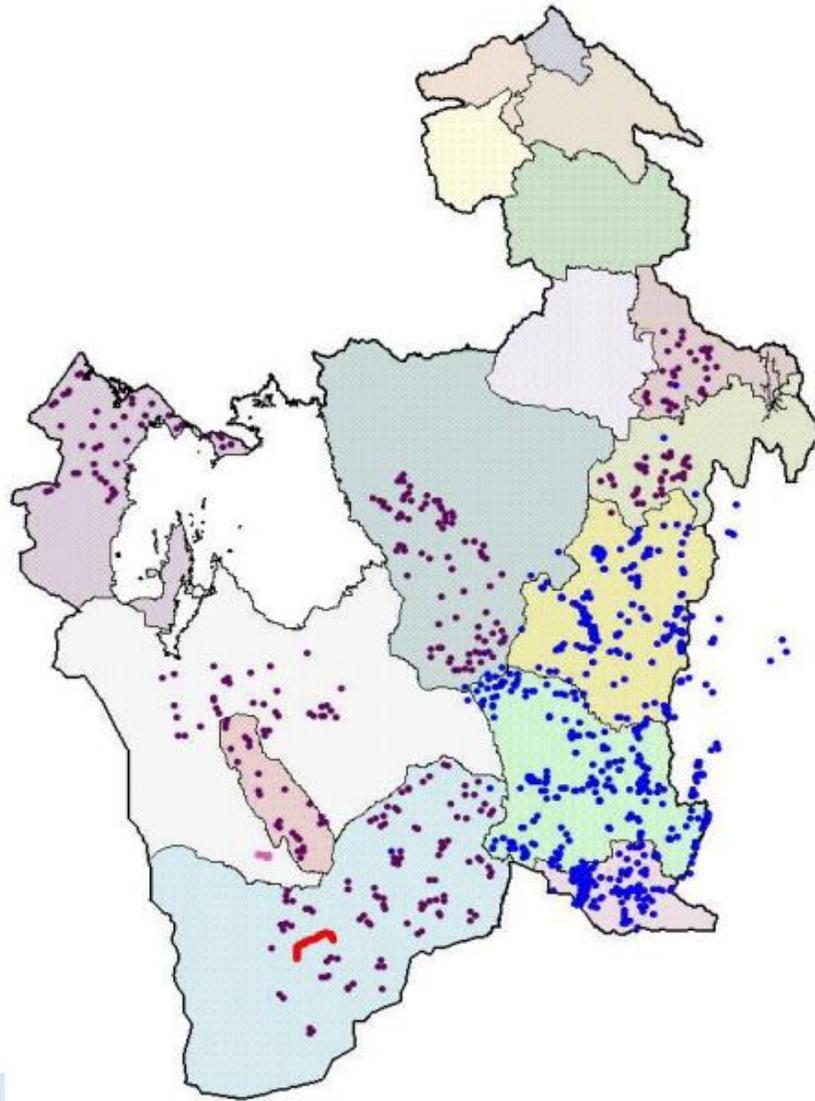


Figura 5 Puntos de instalación en el departamento de Potosí.

Fuente: Gobierno Autónomo Departamental de Potosí – Dirección de Electrificación Rural.

## 2.2. Municipio de Colcha K.

Del trabajo realizado por CINER [1] se puede observar que las poblaciones sugeridas por la empresa Minera San Cristóbal, están localizadas en el municipio de Colcha K en el departamento de Potosí. Por su parte ABS, como parte de su trabajo validó dos de las poblaciones sugeridas, para luego y en coordinación con la empresa minera identificar una tercera población; todas ellas, localizadas en el municipio de Colcha K, y sobre las que la empresa minera viene realizando acciones en el marco de la Responsabilidad Social. Consiguientemente para contextualizar aspectos de este municipio nos referiremos a los siguientes aspectos.

### 2.2.1. Ubicación y División Político-Administrativa.

En la región sud oeste del departamento de Potosí se encuentra el municipio Colcha K, asentada en la Cordillera Occidental y el Altiplano, constituyéndose en la primera sección de la provincia Nor Lípez de este departamento. El territorio en general tiene altitudes entre 3.700 a 4.950 metros sobre el nivel del mar. Tiene un clima árido y frío, condiciones climáticas que se da en función a la altura, dando lugar a una insolación e irradiación muy amplia. Con poca humedad, donde los vientos cordilleranos y frecuentes heladas son característicos durante el año. Políticamente el municipio está dividido en 13 cantones [1] [8].

### 2.2.2. Uso y Ocupación del Suelo.

Presenta zonas de piso montañoso que pertenecen a matorral desértico, con grandes campos naturales de pastoreo (la mayor extensión), con especies fibrosas, rusticas, que son consumidas por la llama [1] [8].

El uso y ocupación del espacio geográfico se caracteriza por la producción de quinua y en poca cantidad papa, además de la crianza de ganado camélido, ovino y caprino en algunas comunidades [1] [8].

En el sector San Cristóbal, la actividad principal es la pecuaria (crianza de llamas), tanto la ganadería camélida como la ovina son de importancia y constituyen las fuentes de ingreso, teniéndose también la cría de caprinos [1] [8].

### 2.2.3. Situación Socioeconómica.

En 1976, el porcentaje de población pobre fue de 92,8 %, mientras que a nivel nacional este promedio fue de 85,5 %. En 1992, el porcentaje de población pobre del municipio fue de 93,8 %, mientras que el promedio a nivel nacional fue 70,9 %. Para el año 2001, el porcentaje de población pobre en el Municipio llegó a 88,8 %, mientras que a nivel nacional el promedio fue de 58,6 % y presentó una reducción de 12,3 puntos porcentuales respecto al censo anterior [1] [8].

La reducción de la incidencia de la pobreza en el departamento de Potosí, entre 1976 y 2001, fue menor que el promedio nacional, de 13,1 puntos porcentuales. Reducción inferior al registrado a nivel nacional que llegó a 26,9 puntos porcentuales en el mismo periodo [1] [8].

Pais Dpto	Municipio Población censada 2001	Porcentaje de Población Pobre por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)		Indicadores de Pobreza (línea de pobreza alta)			Indicador de Pobreza (línea de pobreza extrema)
		1.992	2.001	Incidencia de Pobreza	Brecha de Pobreza	Severidad de Pobreza	Incidencia de Pobreza Extrema
BOLIVIA	8.274.325	70,9	58,6	70,7	32,2	18,2	40,4
POTOSI	709.013	80,5	79,7	83,1	48,7	33,0	66,7
Colcha "K"	9.645	93,8	88,8	90,3	48,4	29,7	77,4

Tabla 15 Datos socioeconómicos del municipio Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

Los ingresos familiares provienen principalmente de la agricultura y pecuaria, por la comercialización y acopio de la quinua, la pecuaria le brinda al comunario la venta y faeneo de la llama y oveja [1] [8].

El precio promedio del quintal de quinua es de Bs 200 y el rendimiento aproximado es de 6,7 quintales por hectárea (qq/ha). Si se toma en cuenta el promedio de 3,66 hectáreas destinadas al cultivo de quinua se puede estimar los ingresos anuales por familia en Bs 4.904, tomando en cuenta una producción en

condiciones normales. Situación que difícilmente se cumple por factores de escasez de agua, clima variable y la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos [1] [8].

Los ingresos provenientes de la pecuaria son diferentes según las regiones y las familias que se dedican especialmente a la crianza de llamas. Generalmente las familias derriban camélidos según la necesidad alimenticia y para mantener la sostenibilidad en el tamaño del rebaño, por lo tanto los ingresos por este rubro son muy aleatorios y se los estima entre \$us. 600 a 900 anuales consistentes en la venta de dos a tres llamas al año destinadas a la venta [1] [8].

Como los ingresos no son suficientes para cubrir todas las necesidades se opta por recurrir a la migración generalmente al norte de Chile, según entrevistas a informantes claves una persona que trabaja en la construcción o actividad minera en un lapso de 6 a 7 meses puede llegar ahorrar entre \$us. 850 a 1.000 (en este análisis no están tomados en cuenta aquellos que tienen una especialidad o profesión) [1] [8].

#### 2.2.4. Fuentes y Usos de Energía.

El combustible hasta el año 2001, más utilizado para cocinar en las viviendas, era la leña con 85 % de participación, le seguían en importancia gas por garrafa o red (14 %). El uso de energía eléctrica en el municipio se limita solo a la presencia del servicio mediante el uso de un motor a diesel en la localidad de Colcha K, San Cristóbal, y algunas comunidades aledañas más. No se cuenta con una empresa que brinde los servicios eléctricos en las comunidades (tal como se puede apreciar de la información señalada en municipios atendidos por las empresas distribuidoras en Bolivia). El consumo de diesel en gran parte es costeadado por los propios consumidores [1] [8].

Comunidad	Energía eléctrica	Familias
Agua de Castilla	No	0
Aguaquiza	Si (mediante motor)	16
Arenales	No	0
Atulcha	No	0
Bella Vista	No	0
Calcha "K"	Si (mediante motor)	75
Catavi "K"	No	0
Cieneguillas	No	0
Cocani	No	0
Colcha "K"	Si (mediante motor)	100
Copacabana	Si (mediante motor)	48
Culpina "K"	Si (mediante motor)	33

Tabla 16 Disponibilidad de energía eléctrica en las comunidades del municipio Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

Comunidad	Energía eléctrica	Familias
Guadalupe	No	0
Iscay Uno	No	0
Julaca	No	0
Llavica	Si (mediante motor)	28
Loma Colorada	No	0
Malil	No	0
Mañica	Si	23
Pampa Grande	No	0
Porco	No	0
Pozo Cavado	No	0
Puerto Chuvica	No	0
Ramaditas	No	0
Riío Grande	Si (mediante motor)	120
Riío Márquez	No	0
S. Agencha	No	0
San Cristóbal	Si (mediante motor)	120
San Juan Rosario	No	0
Santiago "K"	No	0
Santiago Chuvica	No	0
Santiago Riío Blanco	No	0
Serena Vinto	No	0
Tambillo Ledezma	No	0
Uyuni "K"	No	0
Viacha	No	0
Vila Vila	No	0
Vilama	No	0
Villa Candelaria	No	0
Villa Catavi	No	0
Villa Loma	No	0
Villa Mar	No	0
Viluyo	No	0
Vinto K	No	0
Zoniquera	No	0
<b>TOTAL</b>		<b>563</b>

Tabla 17 (cont.) Disponibilidad de energía eléctrica en las comunidades del municipio Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

La figura adjunta muestra que la línea eléctrica de alta tensión está alejada de las localidades propuestas, lo cual permite pensar que la solución inicial del abastecimiento de electricidad para las demandas locales deberá ser atendida con fuentes energéticas renovables, siempre y cuando estas sean más competitivas en inversión y mantenimiento que la extensión de la línea y redes hacia las comunidades [1] [8].

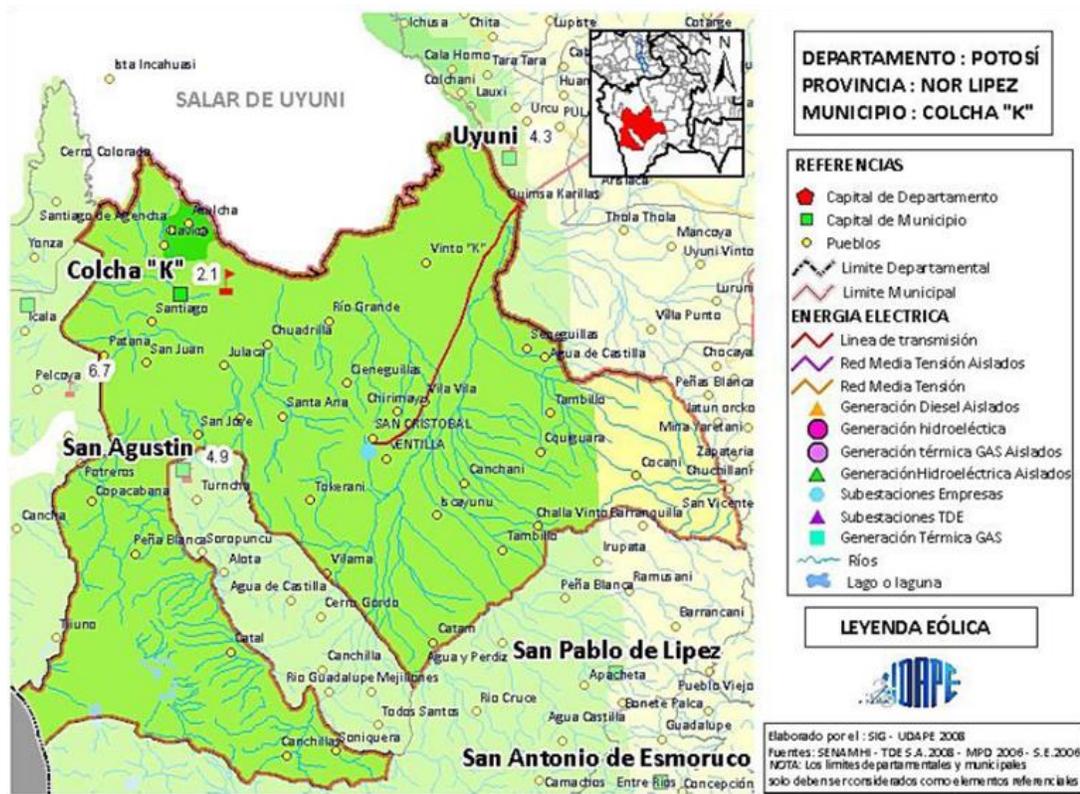


Figura 6 Infraestructura eléctrica en el municipio de Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

## 2.2.5. Comunicaciones.

El municipio es accesible a través de la ruta troncal Uyuni-Colchani-Colcha K-San Juan-Avaroa (Nor Lipez) hacia la República de Chile. Del centro poblado de San Juan se bifurca dos rutas secundarias, una hacia el municipio de San Pedro de Quemes y la otra hacia el municipio de San Agustín-Alota (Enrique Baldivieso) que se extiende hacia la provincia Sud Lipez, Laguna Verde y Laguna Colorada [1] [8].

Otra vía de acceso es a través de la red ferroviaria cuya ruta es: Uyuni-Río Grande-Julaca, que se prolonga hasta la República de Chile. Los principales tramos camineros son:

Tramo	Distancia En Km
<b>Red Vial</b>	
Uyuni - Colcha "K"	170
Colcha "K" - San Juan	25
San Juan - San Pedro de Quemes	30
San Juan - San Agustín	35
San Juan - Alota	35
Alota - Zoniquera	80
<b>Red Ferroviaria</b>	
Uyuni - Río Grande	65
Río Grande - Julaca	32
Julaca - Chiguana	42
Chiguana - Avaroa	33

Tabla 18 Principales tramos camineros en el municipio de Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

En la localidad de San Cristóbal existe una pista para avionetas, construida por la empresa Minera San Cristóbal que es utilizada por ésta con motivos laborales. De igual manera en la comunidad de Colcha K, San Juan tiene pista de aterrizaje para evacuar pacientes con la ONG Mano a Mano [1] [8].

Al interior de los municipios todas las comunidades cuentan con caminos carreteros troncales o vecinales, todos de plataforma de tierra. Actualmente el 44,9 % de los caminos vecinales se encuentra en un estado regular, el 55,1 % presentan malas condiciones. El 8,57 % tienen accesibilidad permanente mientras que el 91,4 % temporal [1] [8].

Comunidades	Distancia	Tiempo aproximado de viaje
Cocani - Uyuni	100 Km.	2 Horas
Cocani - Tupiza	150 Km	3 Horas
Cocani - Atocha	50 Km.	4 Horas
Cocani - Viacha	12 Km.	½ Hora
Cocani - Agua de Castilla	30 Km.	1 Hora
Viacha - Uyuni	120 Km.	4 Horas
Viacha - Atocha	95 Km.	3 Horas
Viacha - Cocani	14 Km.	½ Hora
Viacha - Agua de Castilla	16 Km.	¾ Hora
Viacha - Pozo Cavado	16 Km.	½ Hora
Viacha - Tambillo	15Km.	½ Hora
Loma Colorada - Cocani	22 Km.	½ Hora
Loma Colorada - Cieneguillas	22 Km.	½ Hora
Mejillones - Zoniquera	60Km.	3 Horas
Zoniquera - Villa Mar	25 Km.	¾ Hora
Zoniquera - Quetena Chico	80 Km.	2 ½ Horas
Zoniquera - Mejillones	60 Km.	3 Horas
Zoniquera - Villa Mar	25 Km.	¾ Hora
Zoniquera - Quetena Chico	80 Km.	2 ½ Horas
Zoniquera - Mejillones	60 Km.	3 Horas
Comunidades	Distancia	Tiempo aproximado de viaje
San Agustín - San Juan	35 Km.	1 Hora
Pelcoya - Ladislao Cabrera	10 Km.	½ Hora
Pelcoya - San Pedro de Quemes	00 Km.	00 Hora
Pelcoya - San Juan	39 Km.	1 Hora
San Pedro de Quemes - San Juan	40 Km.	1 Hora
Aguaquiza - Llavica	9 Km.	¼ Hora
Aguaquiza - San Juan	65 Km.	2 Horas
Colcha "K" - Mañica	6 Km.	10 Min
Colcha "K" - Villa Candelaria	7 Km.	¼ Hora
Colcha "K" - Julaca	26 Km.	½ Hora
Santiago K - Santiago de Chuvica	7 Km.	¼ Hora
Santiago K - San Juan de Rosario	12 Km.	½ Hora
Santiago K - Julaca	27 Km.	¾ Hora
Santiago K - San Pedro de Quemes	40 Km.	1 Hora
Santiago K - San Juan	12 Km.	½ Hora
Calcha K - Julaca	17 Km.	½ Hora
Calcha K - Serena Vinto	20 Km.	1 Hora
Calcha K - San Agustín	18 Km.	1 Hora
Calcha K - Río Grande	20 Km.	1 Hora
Calcha K - San Cristóbal	20 Km.	1 ½ Hora

Tabla 19 Distancias y tiempo real de los principales tramos carreteros existentes en el municipio de Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

## 2.2.6. Desarrollo Municipal.

Según el plan de desarrollo municipal, el principal factor para impulsar el desarrollo municipal sería la implementación de proyectos de electrificación de las comunidades y la mejora de los caminos [1] [8].

A partir de la gestión 2007 se implementaría la electrificación del municipio con dos proyectos: Lipez I y Lipez II, proyectos que serían ejecutados en coordinación con la ex prefectura y la Mancomunidad Gran Tierra de los Lipez. Paralelamente a la implementación de estos proyectos se debían realizar el estudio y posterior implementación de electrificación a las comunidades no cubiertas con los proyectos Lipez I y Lipez II. El programa de electrificación rural y urbana es el programa de mayor impacto, dentro del plan de desarrollo municipal y él de mayor inversión económica. En el quinquenio 2007 a 2011, se pretendía realizar la electrificación de las principales comunidades y los centros poblados existentes en el municipio [1] [8].

El programa comprendía dos etapas, la primera en la cual se implementaría el proyecto Lipez I y Lipez II, y una segunda etapa del estudio e implementación de Lipez III [1] [8].

Proyecto	Comunidades y/o sección beneficiadas	Familias beneficiadas
ELECTRIFICACION LIPEZ I y LIPEZ II	Seccional	2580
Electrificación LIPEZ III	Seccional	2580
Alumbrado Publico	Seccional	2580

Tabla 20 Características de los proyectos de electrificación rural en el municipio de Colcha K.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K – Consultoría CINER para OLADE.

## 2.3. Diseño de Sistemas Fotovoltaicos.

### 2.3.1. Aspectos básicos de autogeneración con tecnología fotovoltaica.

El sistema de autogeneración de energía eléctrica con base en tecnología fotovoltaica, debe considerar un conjunto mínimo de componentes que aprovechan la radiación de fotones producida por el sol, para transformarla en energía eléctrica que reúna un mínimo de condiciones para alimentar las cargas eléctricas que se consideren esenciales. Estos componentes son:

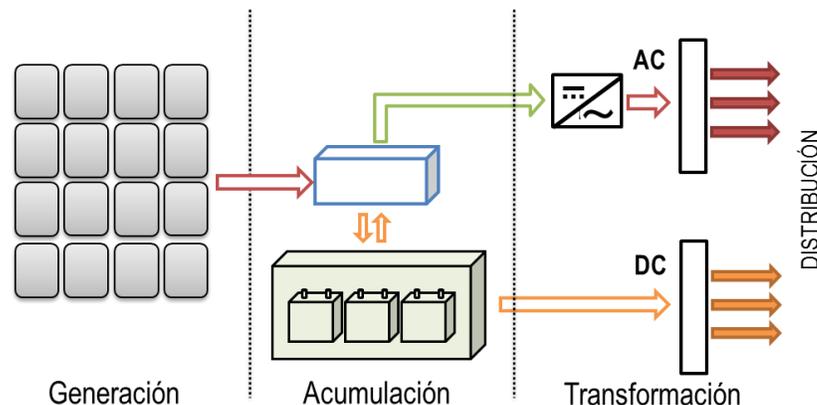


Figura 7 Sistema de Autogeneración de Energía Eléctrica con Tecnología Fotovoltaica.

Fuente: Elaboración propia.

**Generación:** Los paneles fotovoltaicos son los encargados de capturar la radiación solar y la generación eléctrica. El número de ellos dependerá de varios factores como: el valor promedio de la radiación solar, la carga, la máxima potencia nominal de salida del panel seleccionado.

**Acumulación:** Constituido por un banco de baterías, para facilitar la “acumulación” de la energía generada por los paneles solares. Requiere de un Regulador de Carga de las baterías, para evitar cambios bruscos en los niveles de carga o descarga de las baterías.

**Transformación:** Esta etapa será necesaria en los casos en los que las cargas requieran de corriente alterna – AC. En estos casos, es necesario un componente inversor, a través del que se realiza la transformación de corriente continua – DC a AC en los rangos de frecuencia y niveles de voltaje requeridos.

### 2.3.2. Normativa boliviana.

La normativa boliviana que se recomienda sea considerada para la implementación, en cuanto a Sistemas fotovoltaicos, es:

- a) NB 676-1:2008 Energía solar - Colectores con cubierta y termo-tanque acumulador - Parte 1: Ensayos de rendimiento térmico (Primera revisión).
- b) NB 676-2:2008 Energía solar - Colectores con cubierta y termo-tanque acumulador - Parte 2: Métodos de ensayo para la durabilidad y fiabilidad de colectores solares - Esquemas e informes de los ensayos (Primera revisión).
- c) NB 676-3:2008 Energía solar - Colectores con cubierta y termo-tanque acumulador - Parte 3: Requisitos mínimos de instalación de sistemas termosolares (Primera revisión).
- d) NB 795:1997 Ensayos en condiciones reales para la caracterización de módulos fotovoltaicos (módulos de silicio policristalino y monocristalino, módulos de potencia de 20 W a 200 W).
- e) NB 948:1998 Ensayos para la medición de la capacidad y eficiencia de almacenamiento en acumuladores eléctricos plomo-ácido para usos fotovoltaicos.
- f) NB 1056:2008 Instalación de sistemas fotovoltaicos hasta 5 kWp de potencia y hasta 48 V de tensión nominal - Requisitos (Segunda revisión).
- g) NB 81001:2008 Reguladores o controladores de carga para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión).
- h) NB 81002:2008 Conversores de voltaje de corriente continua para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión).
- i) NB 81003:2008 Luminarias para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión).
- j) NB 81004:2008 Inversores para sistemas fotovoltaicos - Requisitos (Primera revisión).
- k) NB 81005:2008 Sistemas fotovoltaicos - Terminología y definiciones.
- l) NB/ISO 9488:2009 Energía solar - Vocabulario (correspondiente a la norma ISO 9488:1999).

En esa misma línea, en cuanto a calidad de montaje y protección, las siguientes normas bolivianas:

- a) Normas NB 777, NB 148001, NB 148002, NB 148003, NB 1480054, NB 148005, NB 148006, NB 148007.
- b) Finalmente, en cuanto a aterramiento y protección atmosférica, las siguientes normas bolivianas:
- c) Normas NB 148004, NB 148005, NB 148006, NB 148007, NB 148008, NB 148009 y NB 148010.

## 3. PERFIL DEL PROYECTO POZO CAVADO

### 3.1. Diagnóstico socioeconómico realizado por la minera San Cristóbal.

La empresa minera San Cristóbal realizó durante la gestión 2012 un diagnóstico socioeconómico de la Comunidad Pozo Cavado, esencialmente centrada en la parte ganadera relacionada con camélidos. Los aspectos considerados en tal trabajo se recogen en las siguientes secciones, como antecedente a la exposición de motivos para el proyecto de electrificación del Matadero del que dispone la comunidad.

### **3.1.1. Antecedentes.**

El departamento de Potosí es uno de los departamentos de mayor importancia numérica y calidad de ganado camélido, particularmente la región del sudoeste potosino es la zona de importancia por la concentración de la mayor población de llamas existentes.

La Llama (*Lama glama*) se convierte en un recurso genético muy importante para el sudoeste potosino, constituyéndose como único sustento ganadero e identificando su gran potencialidad en la zona sin embargo la producción no cuenta con tecnologías apropiadas que permitan el aprovechamiento adecuado de este recurso que permita obtener mayor valor agregado.

La llama, pese a ser considerado animal noble debido a ser menos exigentes en alimentación y condiciones ambientales, presenta una serie de problemas que afectan a la producción y consecuentemente a la calidad del producto final. Los problemas que enfrentan los ganaderos de llama son: La baja oferta de productos de camélidos se debe a que aún el manejo realizan en forma tradicional, donde la producción de los sistemas pastoriles es precaria y con bajos rendimientos por animal y unidad productiva (familiar). Los animales son usualmente explotados en condiciones extensivas y carentes de infraestructura mínima para el manejo. Problemas de sanidad animal, Baja capacidad productiva de la pradera nativa, Consanguinidad de animales, Deficiente enlace con el eslabón de transformación y comercialización, en su generalidad el problema central es la baja productividad de llama por la deficiencia de alimentos.

A partir de la gestión 2011 y en el marco del proyecto "MANEJO DE DESARROLLO INTEGRAL GANADO CAMÉLIDOS (LLAMAS) DE AZCCA POZO CAVADO", se ha estado trabajando en las comunidades de San Cristóbal, Culpina K, Vila Vila, Catavi K, Tambillo, Pozo Cavado, Pampa Grande e Iscaj Uno.

Con el propósito de mejorar la economía de los ganaderos de camélidos el proyecto considera cuatro pilares, para solucionar el problema de baja productividad, que son:

- Sanidad Animal
- Mejoramiento de la alimentación o nutrición animal
- Mejoramiento en el manejo reproductivo
- Fortalecimiento organizacional.

Estos pilares priorizados para el proyecto apoyaran a las familias de los ganaderos en el proceso productivo de la llama, incrementando la producción y la productividad, además de apoyar en el mejoramiento de la calidad de carne y fibra.

En este sentido es que se presenta un diagnóstico de las familias ganaderas con las cuales se está trabajando en el marco de este proyecto.

### **3.1.2. Objetivo General.**

Contar con información socio-técnica sobre la actividad de los camélidos de los productores agropecuarios de la comunidad de Pozo Cavado, con la finalidad de contar con una línea base, que permita mejorar los ingresos económicos y las condiciones de producción de camélidos (llamas) de las familias; disminuyendo la incidencia de las enfermedades infecciosas, parasitarias, alimentación, manejo e infraestructura.

### **3.1.3. Caracterización territorial**

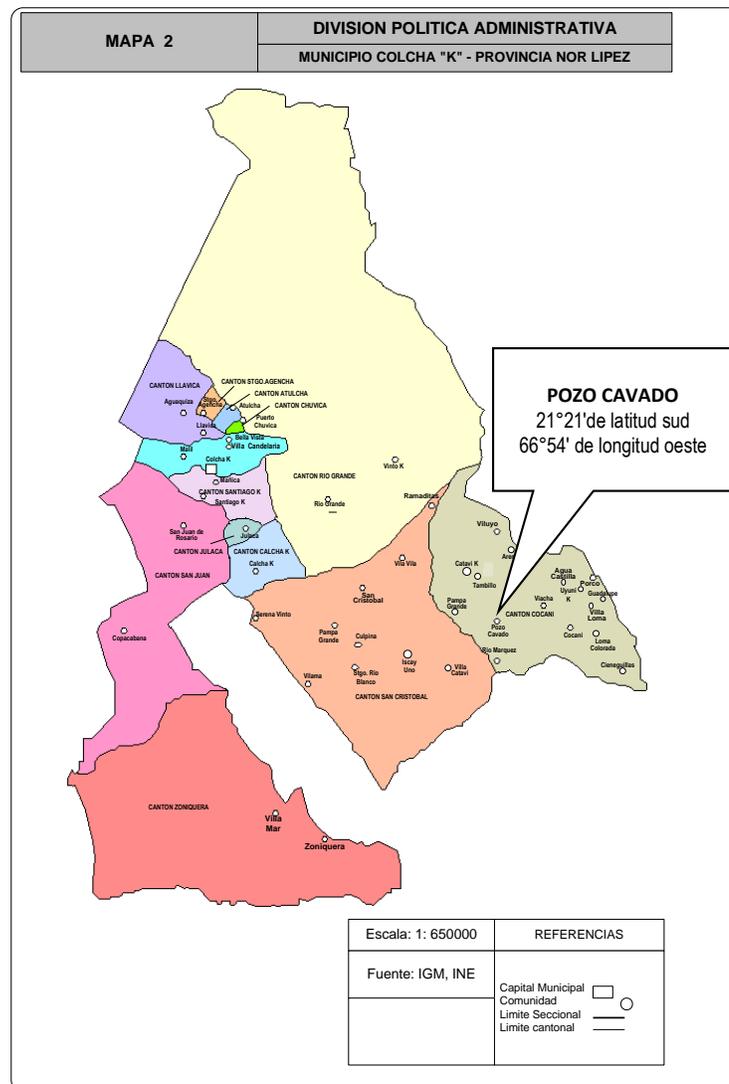
#### **3.1.3.1. Ubicación Geográfica.**

La comunidad de Pozo Cavado está ubicada en el Cantón San Cristóbal que pertenece a la primera sección del Municipio de Colcha K, provincia Nor Lipez del Departamento de Potosí.

Pozo Cavado tiene las siguientes colindancias geográficas:

- Por el Norte limita con las comunidades de Tambillo y Viacha.
- Por el Sur limita con la comunidad de Río Márquez,
- Por el Este con la comunidad de Cocani,
- Por el Oeste colinda con la comunidad de Pampa Grande.

Pozo Cavado se encuentra a 90 kilómetros al sudoeste de la ciudad de Uyuni, sus coordenadas con 21°21' de latitud sud y 66°54' de longitud oeste con una altura aproximada de 3790 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 8 Plano de ubicación de la Comunidad Pozo Cavado.**

### 3.1.3.2. Fisiografía

**Pisos Ecológicos.** La región comprende los Pisos Alto Andino Árido a Semiárido, que representa en gran parte un desierto frío, con una cobertura vegetal muy pobre, donde es muy común la presencia de grandes superficies de suelos con afloramientos rocosos o arenosos, haciendo que las condiciones sean poco favorables al desarrollo de especies vegetales de protección al suelo. Ubicado entre los 3800 a 5000 m.s.n.m., distribuido en la cordillera occidental volcánica, ocupa mayormente regiones montañosas, serranías pie de montes y faldeos de volcanes. Algunos años los meses húmedos disminuyen hasta prácticamente no existir ninguno.

### 3.1.3.3. Características de suelos

De manera general son suelos de textura arenosa, franco arenosa y franco limosa, son de estructura pobre, generalmente con fragmentos gruesos en los perfiles, en gran parte con baja retención de humedad y en otras pobremente drenados donde el nivel freático es superficial, son suelos con problemas de salinidad y/o sodicidad, suelos aptos para el cultivo de quinua real y no así para otras gramíneas en importancia económica [8].

### 3.1.3.4. Clima

**Información meteorológica.** Los datos climatológicos del área de influencia del proyecto, está en relación directa fundamentalmente a la ubicación latitudinal, condición geomorfológica y la altitud; según Thorntwaite, la clasificación climática de la región es Árido desértico, caracterizado por un clima sub húmedo seco y Árido frío al Sud. La altitud varía de 3.800 a más de 5.000 m.s.n.m.

PARAMETROS		ANUAL	
TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE	°C	MEDIA	8,23
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA	°C	MAX. MEDIA	15,92
TEMPERATURA MINIMA MEDIA	°C	MIN. MEDIA	0,63
TEMPERATURA MAXIMA EXTREMA	°C	MAX. EXTREMA	20,59
TEMPERATURA MINIMA EXTREMA	°C	MIN. EXTREMA	-5,7
PRECIPITACION TOTAL	mm	TOTAL	228,34
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 hrs	mm	MAXIMA	21,64
DIA CON MAYOR PRECIPITACION	día	TOTAL	14,38
DIR. PREVALENTE DEL VIENTO		DIR	NW
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO	m/s	MEDIA	3,63
VEL. MAXIMA MEDIA DEL VIENTO	m/s	MAX. MEDIA	13,09
VEL. MINIMA MEDIA DEL VIENTO	m/s	MIN. MEDIA	0,69
VEL. MAX. EXTREMA DEL VIENTO	m/s	MAXIMA	22,31
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	%	MEDIA	25,8
HUMEDAD RELATIVA MAXIMA MEDIA	%	MAXIMA	42
HUMEDAD RELATIVA MINIMA MEDIA	%	MINIMA	13,13
PRESION BAROMETRICA MEDIA	mb	MEDIA	630,09
PRESION BAROMETRICA MAXIMA	mb	MAXIMA	635,66
PRESION BAROMETRICA MINIMA	mb	MINIMA	625,64
EVAPORACION TOTAL	mm	TOTAL	5.578,82
HORAS SOL TOTAL	Hr	TOTAL	3.316,90
RADIACION SOLAR TOTAL	cal	TOTAL	193.935,42

Tabla 21 Información climática de la zona.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K.

Las bajas precipitaciones que se registran en los últimos años, viene afectando directamente en las praderas nativas o pastura nativas para el pastoreo, con incidencia en la época de estiaje (Octubre a Diciembre); de no registrarse precipitaciones pluviales hasta el mes de enero, las pérdidas económicas en el ganado camélido son significativas y determinantes para el movimiento migratorio de sus habitantes.

### 3.1.3.5. Riesgos Climáticos.

Todo el territorio presenta en su generalidad, condiciones climáticas adversas para una producción agropecuaria diversificada. Los riesgos climáticos que causan mayores pérdidas es la sequía que se presenta con frecuencia en estos últimos años, particularmente en los meses de diciembre a marzo, que aparentemente corresponden a periodos de lluvia, generando pérdidas irreversibles a la producción agrícola y pecuaria (llama).

Las heladas, durante el año son de 211 días, las más perjudiciales para la actividad agrícola y ganadera son las que se presentan en los meses de enero y marzo. Las granizadas se presentan estacionalmente en la época de lluvias, ocasionalmente causan daños considerables en la agricultura.

### 3.1.4. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

El año 2006 se realizó el actual PDM del municipio de Colcha K, y la población de la comunidad es la siguiente:

Comunidad	Relevamiento del PDM 2006		
	Población	Numero familias	Tamaño de la familia
Pozo Cabado	547	120	4,56

Tabla 22 Población Total.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K.

### 3.1.5. ASPECTOS SOCIALES

#### 3.1.5.1. Origen étnico y base cultural de la población

Las principales culturas prehispánicas que se situaron en lo que es hoy Potosí fueron los Aymaras y Quechuas y la sucesión de estas culturas hizo que entre los pobladores originarios se sobreponga la cultura Quechua y la Aymara. Antecedentes que evidencian una influencia Aymara en los asentamientos de los cantones aledaños a la Provincia Daniel Campos. Lo que no ocurre con la región sudoeste de la Provincia Nor Lipez y la Provincia Enrique Baldivieso, zonas que fueron pobladas predominantemente por la cultura Quechua.

#### 3.1.5.2. Idioma, costumbres regionales, fiestas, etc.

En Pozo Cavado, el idioma de preferencia en el hogar se distribuye entre el quechua y el español. En cuanto a las costumbres del área se debe señalar que subsisten los rituales en fiestas religiosas o fechas del calendario agrícola, siempre en contacto y respeto a la naturaleza. En la actualidad tiene vigencia una fuerte influencia religiosa de la iglesia católica, ya que las principales festividades en devoción de un santo o una virgen incentivan esta creencia, sin embargo se nota la presencia de otras iglesias como la evangélica y adventista que tienen una cantidad considerable de seguidores y en algunas comunidades cuentan con sus propios lugares de culto.

#### 3.1.5.3. Vías y medios de comunicación.

Se tienen dos opciones más utilizadas: la primera desde Uyuni por una carretera en buen estado y con mantenimiento permanente, se vincula hasta la comunidad de Ramaditas, luego se tiene que ir por un camino vecinal hasta Catavi K, pasar por Tambillo y llegar a Pozo Cavado (90 km), la segunda opción desde

Uyuni por una carretera en buen estado y con mantenimiento permanente, se vincula hasta la comunidad de San Cristóbal, luego se tiene que ir por un camino vecinal hasta pampa Grande y llegara a Pozo Cavado (150 km), el camino de San Cristóbal y Ramaditas se conectan con capitales como La Paz y Potosí y con las repúblicas de Chile y la Argentina. La comunidad no cuenta con servicio de telefonía móvil (ENTEL), pero hay una cabina ENTEL.

### 3.1.6. SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios básicos: solo cuenta con agua potable de piletas públicas en la población concentrada, actualmente el centro poblado cuenta con energía eléctrica, no cuentan con alcantarillado ni sistema de residuos sólidos. Cuentan con una posta sanitaria, las dos Unidades educativas abarcan desde nivel inicial, primario y secundario.

### 3.1.7. ASPECTOS AMBIENTALES FLORA Y FAUNA

#### 3.1.7.1. Flora

La vegetación de la región se encuentra formando asociaciones vegetales de composición florística y de estructura variada. Las características que determinan estas asociaciones son el clima, el suelo, el relieve, el régimen hídrico y las intervenciones que realiza el hombre durante el aprovechamiento de los recursos naturales, producto también de zonas macro climáticas y pisos altitudinales, variaciones que se distinguen en las provincias fisiográficas de Cordillera Occidental y Altiplano.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS
Q'hiru thola	Parastrepialepidophylla	Se utiliza como leña, es mejorador del suelo, y forraje en estado floral.
Lampaya	Lampaya medicinales Moldenke	Medicinal y forraje en estado floral
Uno thola	Parastrepiaquadrangulare	Utilizado como leña y forraje en estado floral
Lejía o ñacka	BaccharisincarumWedd	Forrajera en estado floral y leña con buena calda
Pescko thola	Baccharisboliviensis	Forrajera en estado floral y leña
T'ara	Fabiana densa	Se utiliza como leña, forraje en estado floral e indicador de mejor suelo para cultivo de quinua
Añahui o añahuaya	Adesmia espinosísima Meyen	Leguminosa, utilizado como leña y apetecido por el ganado los hojas y las flores
Rica Rica		Utilizado como mate, dolor de estomago y como leña
Iruichu	Festucaorthophylla	Utilizado para techado de casas y forrajera
Sicuya	Stipaichu	Utilizado por el ganado como forrajera
Malva	Malus silvestres Millar	Pasto temporal
Llapa	Nombre del lugar	Gramínea forrajera temporal apetecido por el ganado
Kauchi	Salicornia pulvinata	Habita en lugares salinos, palatable para ganado
Garbancillo	AstragalusganrbancilloCav.	Planta tóxica que provoca malestar y mortandad a ganados
Cebadilla	Bromas unioides HBK	Gramínea forrajera para los ganados
Cachu	Nombre del lugar	Gramínea forrajera permanente
Cajtu	Trichocereusewndermannianus	Utilizado para el techado de la casa.
Chachacoma	Escalloniaasp.	Medicinal para dolor de estomago y mal de altura
Pupusa	Werneriapoposa	Medicinal para dolor de estomago y mate
Chinchircoma	Minisiaacuminata	Medicinal y mate
Suyco suyco	Tajetus minuta	Medicinal y mate
K'oa	Satureja boliviana	Reumatismo y preparan medicamentos

Tabla 23 Flora, principales especies nativas.

Fuente: Proyecto Integral de Camélidos.

### 3.1.7.2. Fauna

Especies	Nombre científico
Vicuña	Vicugna Vicugna
Liebre	Lepuslepus
Zorro andino	Pseudolopexculpaeus andinus
Puma	Felis leo
Zorrino	Mephitissuffocans
Topo	Talpa europea
Víbora	Gen vipera
Lagartija	Lacertaacellata
Suri	Pteroctemiapermata
Flamenco andino	Phoenicoparrusmegalopterus
Aguila	Aguilacrysateus
Cóndor	Tunamotis gripes
Perdiz	Tinamotispenhandu
Huallata	Chloephagamelanoptera
Pato	Nettapeposaca
Búho	Bobo bubo
Halcón	Falco peregrinos
Paloma	Columbia Livia

Tabla 24 Fauna – principales especies.

Fuente: Diagnostico de Pozo Cavado por Minera San Cristóbal 2012.

### 3.1.8. INFORMACIÓN PECUARIA

#### 3.1.8.1. Población ganadera

De acuerdo a la campaña de desparasitación que se realizó en el mes de mayo 2014, se tiene la siguiente población ganadera:

COMUNIDAD	N° DE LLAMAS		N° DE OVINOS		N° DE CAPRINOS		TOTAL
	CRIAS	ADULTOS	CRIAS	ADULTOS	CRIAS	ADULTOS	
San Cristobal	715	3.173	73	421		36	4.418
Culpina K	849	3.087	16	50	38	122	4.162
Vila Vila	377	2.005	4	219		67	2.672
Río Grande	359	1.475	40	146		30	2.050
Catavi K	472	2.199	77	455		7	3.210
Tambillo Ledezma	707	3.826		1.001		359	5.893
<b>Pozo Cabado</b>	<b>1.548</b>	<b>7.558</b>		<b>2.332</b>		<b>1.027</b>	<b>12.465</b>
Pampa Grande	688	2.462	294	978	21	91	4.534
Iscaj Uno	213	900		487			1.600
<b>Totales</b>	<b>5.928</b>	<b>26.685</b>	<b>504</b>	<b>6.089</b>	<b>59</b>	<b>1.739</b>	<b>41.004</b>

Tabla 25 Población ganadera del área de influencia del AZCCA Pozo Cavado.

Fuente: Campaña de desparasitación 2012.

La comunidad de Pozo Cavado tiene 9.106 llamas; y la estructura de su hato ganadero está compuesta predominantemente por camélidos de tipo intermedio (78.04%), seguida del tipo K'ara (15.84%) y finalmente las thampullis (6.12%).

Respecto a la estructura de sus tamas (hatos), el 22.63% de su hato está conformado por crías y el 77.37% por animales adultos.

En cuanto a la relación de la cantidad de machos por hembras, se tiene una relación de 4:17, siendo la óptima de 1:20, lo cual nos indica la deficiencia en cuanto al manejo.

#### **3.1.8.2. Alimentación - situación forrajera**

La llama como todo herbívoro busca en primer lugar a las gramíneas, su especificidad en cuanto a comportamiento alimenticio reside en su habilidad para consumir grandes cantidades de gramíneas toscas. Las áreas de pajonales son muy bien aprovechadas por las llamas.

Las llamas por naturaleza permanecen más tiempo en el tholar-pajonal que en el gramadal- bofedal en periodo seco, no observándose diferencias significativas en el periodo húmedo.

De acuerdo a la información recopilada el 96% del forraje consumido por los animales proviene de las praderas nativas (tholares, pajonales, espinas, lampayas, etc.) y el 4% con alfalfa y heno de alfalfa, especialmente para animales gestantes y crías.

Durante el diagnóstico los beneficiarios han identificado lugares potenciales para la producción de forraje, las que a continuación se detallan: Chaqueri, Waca Uno, Juchuy Waca Uno, Aguaquiza, Sector Pozo Cavado, Sector Patillani, y Jirjina.

#### **3.1.8.3. Sanidad en camélidos**

Las características de sanidad animal, que inciden en la producción actual están determinadas por una deficiencia en los controles sanitarios en las llamas.

Las enfermedades de mayor incidencia son: las parasitarias internas principalmente la sarcosistiosis y luego la teniasis; parasitarias externas como la sarna, garrapata, piojo; las enfermedades infecciosas principalmente la conjuntivitis, seguida de las diarreas y finalmente enterotoxemia.

Uno de los factores determinantes para la presencia de enfermedades parasitarias está relacionada a la alimentación y sanidad animal del animal, consecuentemente, en animales bien alimentados existen pocas posibilidades de ataque de parásitos, contrariamente en animales desnutridos existe la presencia de parásitos contribuyendo al mayor debilitamiento del animal.

Respecto a las desparasitaciones de sus hatos el 92% indica que los realiza solo cuando es necesario, y el 8.00% no hace ningún tratamiento; en esta gestión se realizó la primera campaña de desparasitación masiva en coordinación con el municipio, donde se tuvo una cobertura del 93.89%. Es decir se debe trabajar en las capacitaciones de sensibilización sobre la importancia de la sanidad animal preventiva y permanente de sus hatos ganaderos.

#### **3.1.8.4. Manejo reproductivo y mejoramiento genético**

El manejo reproductivo de las llamas en la comunidad no es controlado, hembras y machos son mantenidos juntos a lo largo de todo el año en los rebaños de las unidades familiares, lo cual va en desmedro de la calidad genética y un incremento en los niveles de consanguinidad, causando malformaciones, bajos índices productivos y reproductivos.

El destete en un porcentaje mayor es natural, sin embargo productores afectados por falta de forraje en años de sequía, realizan el destete de manera forzada separando a las crías de las madres, viéndose necesario contar con la disponibilidad de alimentación suplementaria como la leche y alfalfa. El 88.00% pastorea a sus animales en un solo lugar, el 8.00% en dos lugares y el 4.00% en tres lugares.

En el diagnóstico realizado a los productores manifestaron que no llevan ningún registro de manejo reproductivo y mejoramiento genético, por que ignoran el control de natalidad de sus hatos. El reemplazo

de jañachos y madres reproductoras es cada 4, 5 y 3 años (60.00%, 20.00% y 16.00% respectivamente). Además los puntos que más resaltaron para poder mejorar sus hatos ganaderos fueron la producción de forraje y el manejo controlado.

La Sanidad Animal, el refrescamiento de sangre a través de la compra de reproductores y capacitación en la selección de sus animales han sido identificados por la comunidad como los puntos importantes para el mejoramiento de sus hatos ganaderos.

### **3.1.8.5. Infraestructura ganadera**

La infraestructura ganadera existente en la zona es mínima y muy precaria, el baño de inmersión antiparasitario está en muy deteriorada, en coordinación con el municipio se ha logrado construir 10 apriscos de los 24 que demandaron, los demás tienen corrales rústicos, principalmente con la finalidad de mantener a los animales a salvo de depredadores durante la noche.

Generalmente no se cuentan con corrales bien diseñados, límites de pasturas, cercos para división de potreros, corrales para parición, y en general infraestructura que permita un manejo adecuado del hato ganadero en las comunidades, convirtiéndose en una necesidad de trabajo.

El 72% de los entrevistados identificaron la necesidad de la construcción de apriscos, y producción de forraje con riego.

### **3.1.8.6. Principales problemas que afectan a la producción**

Los principales problemas identificados en la etapa de diagnóstico en forma general son:

- Ataque de parásitos externos e internos (animales adultos y crías)
- Muerte por depredadores (zorro)
- Falta de agua
- Falta de alimentos para los animales
- Falta de infraestructura (apriscos)
- Mal manejo reproductivo (consanguinidad)
- Mortalidad de animales por desnutrición (diarrea y abortos)
- Muerte de animales por plantas tóxicas

Los puntos anteriores muestran los principales problemas que afectan la producción de camélidos en la comunidad. El problema mayor es que los factores mencionados provocan la mortalidad de llamas debido a factores atribuibles al manejo, condiciones de alimentación y climáticos, la tasa de mortalidad en la comunidad es de 11.55%, que significa pérdidas para el productor, siendo los motivos para la incidencia en muertes la siguiente:

CAUSAS DE MUERTE	MORTALIDAD %
Desnutrición	10.37
Desnutrición crías	10.37
Plantas tóxicas	13.72
Muerte de crías por enfriamiento	18.29
Muerte por depredadores	47.26
TOTAL	100

Tabla 26 Mortalidad de llamas y sus causas.

Fuente: Diagnostico de Pozo Cavado por Minera San Cristóbal 2012.

### **3.1.8.7. Problemas existentes no reflejados por los productores**

Como se observa en los datos anteriores existen diversos problemas identificados por los propios productores, pero también existen otros que están presentes y tienen una especial significancia productiva y económica; pero que son omitidos por los productores en sus apreciaciones y no se cuantifican los daños y pérdidas que ocasionan en la cadena productiva, estos problemas son:

- Presencia de abortos
- Baja productividad de fibra y carne
- Crecimiento tardío
- Baja tasa de preñez
- Baja tasa de natalidad
- Baja tasa de destete
- Bajos pesos al destete
- Edad reproductiva alta
- Baja aptitud reproductiva
- Deficiencia de tamaño
- Muertes sin causas aparentes

Para lograr implementar sistemas productivos eficientes que tomen en cuenta las medidas que contrarrestarán todos los factores identificados, se deben implementar diseños o paquetes tecnológicos adecuados a la zona y a las condiciones existentes.

DEMANDAS IDENTIFICADAS
Construcción de apriscos
Construcción de sistemas de microriego.
Introducción de reproductores y capacitación
Campañas de desparasitación en llamas
Técnica en manejo y mejoramiento genético( consanguinidad)
Introducción de pastos forrajeros
Capacitación en Manejo de praderas y forrajes
Capacitación en manejo ganadero
Capacitación en sanidad

**Tabla 27 Demandas a los problemas identificados.**

*Fuente: Diagnostico de Pozo Cavado por Minera San Cristóbal 2012.*

### **3.1.8.8. Comercialización de Carne Fresca y charque de Llama.**

La información recopilada en las encuestas revela que el 100% es para consumo familiar y un 44 % comercializa en la ciudad de Uyuni y el 24% en San Cristóbal. También indican que el faeneo lo realizan en forma rústica y en sus patios, con la participación de la familia en un 100%.

El 64% indica que elaboran charque y que la edad optima es de los 4 a 6 años, el 95% de la producción es para consumo familiar, el 5% vende esporádicamente charque.

## **3.2. Antecedentes del Proyecto.**

Consiguientemente se puede señalar que la comunidad de Pozo Cavado es productora de camélidos y en ella se han organizado como una asociación productora de camélidos denominada AZCCA, la cual tiene su organización y personería jurídica correspondientes.

La referida organización comunitaria logró conseguir que el proyecto Alianza Rural les construya un Matadero con miras a la industrialización de la carne de llama, la cual tendría un mercado asegurado en San Cristóbal.

Para este emprendimiento se requiere energía eléctrica trifásica que no es posible obtenerla del pueblo, entonces el proyecto en este caso implicaría la dotación de energía eléctrica fotovoltaica a este matadero.

No se trataría de un proyecto relacionado con dotación de energía eléctrica para viviendas, sino de un proyecto productivo de una asociación comunitaria. Esto desde el punto de vista del marco legal del sector eléctrico en Bolivia, sería considerado como autogeneración y no requeriría de autorización alguna ni registro ante la Autoridad de Electricidad.

La economía de la zona donde se encuentra ubicada la comunidad Pozo Cavado, se basa en la producción de camélidos, de acuerdo al último censo catastral pecuario realizado por el SENASAG del año 2010, la comunidad cuenta con 10.424 animales. La producción de forraje para este ganado es vital para poder mejorar los rendimientos de los animales, y la falta de forrajes en los últimos años ha reducido la cantidad de animales de la comunidad.

En marzo del 2012 el gobierno del Japón firmó el contrato de donación con la Fundación San Cristóbal, por un monto de dólares \$us. 100.076 (bajo la modalidad de "Asistencia Financiera No Reembolsable para Proyectos Comunitarios de Seguridad Humana (APC)".), para la construcción de 9.393 metros lineales de sistema de riego para 25 hectáreas productivas, denominada como Sistema de Riego Huañu Uno – Santa Ana.

Este proyecto beneficiaría a alrededor de 100 familias de la comunidad; mediante este Sistema de Riego se dinamizará la economía de la zona, utilizando el recurso hídrico de manera racional, para la producción de forraje destinado al ganado camélido, esperándose que ello repercuta en una mayor producción de ganado en peso e incremento de la natalidad.

### 3.3. Requerimientos eléctricos en Pozo Cavado.

Como ya se menciona anteriormente, la comunidad de Pozo Cavado es productora de camélidos y en ella se tiene a la Asociación Zonal de Criaderos de Camélidos AZCCA, la cual tiene su organización y personería jurídica correspondiente. Esta organización comunitaria logró conseguir que el Proyecto Alianzas Rurales defina el Proyecto "Infraestructura Matadero de Camélidos Pozo Cavado", con miras a la industrialización de la carne de llama, la cual tendría un mercado asegurado en San Cristóbal.

El Matadero de Camélidos requiere de energía eléctrica trifásica que no es posible obtenerla del pueblo, entonces el proyecto en este caso implicaría la dotación de energía eléctrica fotovoltaica a este matadero.

A continuación se han realizado ciertas consideraciones a nivel de: proceso de trabajo, componentes indispensables en instalaciones del matadero, recomendaciones de la FAO, además de los elementos que contempla los sistemas fotovoltaicos.

#### 3.3.1. Proceso de trabajo en un matadero.

Se identifican las siguientes etapas de trabajo para el faeneo de camélidos.

- **Inmovilización y atronamiento del animal.** En esta etapa el matarife o personal se encarga de matar al animal mediante algún método de estrangulación o electrocución.

- **Trasquilado de la lana.** Una vez que ejecutan al animal, se procede a trasquilar toda la lana del camélido, donde es necesario el uso de una Trasquiladora Eléctrica profesional (puede considerarse una potencia estándar de 350 [W]). La lana sería posteriormente comercializada.
- **Degüello y desangrado.** El personal encargado de esta labor, quita el cuero y las vísceras del animal de forma manual, utilizando los instrumentos de corte adecuados para esta labor. Al igual que la lana, el cuero es comercializable como un producto secundario en la industria cárnica, Tanto la carne, vísceras, grasas y sangre son separados para posteriormente continuar con el proceso.
- **Corte de carne y elaboración de embutidos.** Para el corte se procede a la utilización de maquinaria como: Cortadora de Carne y Moledora Industrial; que son máquinas que tienen una potencia de nominal de 1.000 a 800 [W], correspondientemente.
- **Refrigeración.** Finalmente se procede a la conservación de la carne y demás embutidos, los cuales están en función de los niveles de temperatura y humedad adecuados para el lugar, esto independientemente de su destino final, ya sea para su consumo local o despacho hacia otros lugares (en el caso actual, dadas las características climatológicas y las restricciones eléctricas, se podría conservar la carne en uno de los ambientes del matadero que facilitaría la refrigeración).

### 3.3.2. Proyecto de Obras Civiles del Matadero.

De la revisión del proyecto elaborado por Proyectos y Servicios de Ingeniería ROLE s.r.l. en febrero del 2010, se puede concluir que se tienen los datos del Matadero desde el punto de vista de obras civiles, con un completo desarrollo de los materiales y trabajos a nivel global y detalle. No obstante, en lo que hace a los requerimientos eléctricos, la información es escasa y hasta contradictoria, por ejemplo en los precios unitarios se citan dos unidades luminarias y una unidad de toma corrientes, y adicionalmente una ducha que no se sabe si será eléctrica o no. Asimismo, se podría inferir que de la red de distribución interna de agua potable que se muestra en los planos, es posible que sea necesario disponer de una bomba de agua que permita distribuir los volúmenes y caudales necesarios.

Consiguientemente del documento del proyecto elaborado por Proyectos y Servicios de Ingeniería ROLE s.r.l. en febrero del 2010, se podrían señalar que los requerimientos para el suministro de energía eléctrica son los siguientes:

- Luminarias para los siguientes ambientes: Vestidor, Sala de Cuero, Sala de Faeneo, Eviscerado Verde, Eviscerado Rojo, Sala de Oreo, Sala de Proceso, Sala de Envasado, Oficina. y Baño.
- Tomacorrientes para los siguientes ambientes (no se identifican de forma precisa en los planos pero se consideran para alimentar algunos equipos como Conservadoras, Refrigeradores o Neveras, así como para algún motor que se use para sierras eléctricas de corte o moledoras de carne): Vestidor, Sala de Cuero, Sala de Faeneo, Eviscerado Verde, Eviscerado Rojo, Sala de Oreo, Sala de Proceso, Sala de Envasado, Oficina. y Baño.
- Ducha.
- Bomba de agua.

### 3.3.3. Consideraciones señaladas por la FAO para mataderos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO, establece que:

- En un Matadero se usan grandes cantidades de agua, considerándose que por animal procesado se emplean entre 1.000 a 1.200 litros de agua sin tomar en cuenta el mantenimiento del ganado y servicios auxiliares.

- Para una planta importante se requiere un suministro de electricidad trifásica. El consumo puede variar de 5kwh/50 kg a 8kwh/50 kg de carne procesada, correspondiendo la cifra mayor a instalaciones donde se lleva a cabo la matanza y una amplia elaboración de subproductos.
- Aunque algunas zonas remotas sólo disponen de electricidad monofásica, si los procedimientos de producción lo requieren, es posible alimentar a un equipo trifásico instalando un convertidor de fase.

#### 3.3.4. Sistema fotovoltaico a considerar.

Consecuentemente, por las cargas representadas por las máquinas como la bomba de agua, las eventuales sierras o moledoras, las conservadoras, neveras o refrigeradores, que funcionan con motores, así como las consideraciones señaladas por la FAO, será necesario considerar que es aconsejable el uso de un Sistema Trifásico, para que la potencia con la que se alimenten los motores sea constante y no pulsada.

En base a las consideraciones previas se puede señalar que si una Llama tiene en promedio un peso de 155 kilogramos, entonces el procesamiento de la misma en el Matadero tomará o requerirá un consumo de 24,8 kwh / Llama promedio, (tomando 155 kg por llama y de consumo 8 kwh / 50 kg).

La Autogeneración que se propone realizar para el Matadero, es de fuente renovable que es la energía solar, por lo que será necesario considerar los aspectos básicos que fueron planteados en el Marco de Referencia de este documento (Aspectos básicos de autogeneración con tecnología fotovoltaica).

Consiguientemente necesitamos estimar la energía consumida por las cargas del Matadero y la Potencia y Energía instalada que deberá considerarse como nominales en el Sistema Fovoltáico, considerando que la entrega en el tablero de distribución será monofásica por las consideraciones previamente realizadas.

Por lo demás los componentes que constituirán el Sistema Fovoltáico para el caso del Matadero serán:

- Paneles solares fotovoltaicos,
- Banco de Baterías en función de las horas de trabajo,
- Inversor,
- Tablero de Control y distribución,
- Panel interno de distribución,
- Cables,
- Sistema de Protección,
- Sistema de Tierras,
- Estructuras civiles (Soportes para los paneles solares, caseta para banco de baterías y control).

#### 3.3.5. Previsión de la carga total de Matadero.

Una vez conocidos los criterios y parámetros se procede al dimensionamiento de los componentes eléctricos ya descritos del matadero de camélidos. En la siguiente tabla, se muestra estos la demanda de consumos de energía de las instalaciones del matadero. Entonces, suponemos un consumo diario de energía, como por ejemplo:

Cargas consideradas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria [Wh]	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]		
Bomba de agua	2	1500	3000	3	9000	10800
Luminarias	13	40	520	2	1040	1248
Cortadora de Carne (motor)220V	1	1000	1000	2	2000	2400
Moledora de Carne Industrial200 kg/hr	1	800	800	2	1600	1920
Empacadora	1	600	600	2	1200	1440
Trasquiladora	1	350	350	2	700	840
Balanza	1	25	25	1	25	30
<b>Totales</b>			<b>6295</b>		<b>15565</b>	<b>18678</b>

Tabla 28 Detalle de las cargas o consumos considerados en Matadero Pozo Cavado.

### 3.4. Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos.

Según las características del matadero se distinguen las siguientes dos alternativas de solución, donde cada una presenta un subconjunto de posibilidades en función de las tensiones de trabajo del sistema fotovoltaico.

#### 3.4.1. ALTERNATIVA A

Esta primera alternativa presenta, el sistema fotovoltaico funciona exclusivamente con corriente alterna, las mismas que se presentan en tensión de trabajo de 24 [V].

##### 3.4.1.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Polycristalino
Modelo	ZT195S
Potencia Pico	195W
Corriente de operación	7.27 A
Corriente en corto circuito	7.77 A
Voltaje de operación	26.84V
Voltaje en circuito abierto	32.62V
Dimensiones	1.49x0.99x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	5.85KW
Numero de paneles	30
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	30

##### 3.4.1.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	39
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	39
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 3.4.1.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	30 A
Arreglo	4 p/reg
unidades	86 (7+1(20A))
Voltaje	24V

#### 3.4.1.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
amperaje	30 A
unidades	7+1(20A)
Voltaje	24V

#### 3.4.1.5. Características de Inversor

Características de Inversor	Valor
Potencia	5KW
Voltaje de entrada	24V DC
Voltaje de salida	220V AC
Frecuencia	50 Hz

### 3.4.2. ALTERNATIVA B

En esta segunda alternativa, el sistema fotovoltaico es del tipo híbrido, es decir funciona con corriente continua y alterna, esto debido a la parte del bombeo de agua. Para lo cual se distinguen dos subsistemas fotovoltaicos: uno para el matadero, el cual consta de corriente alterna y el segundo para el bombeo de agua de pozo que dista unos 100 metros del matadero, el cual funciona con corriente continua y sin una etapa de acumulación de energía (sin baterías). La tensión de trabajo considerada en la parte continua es 24 [V].

#### 3.4.2.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT195S
Potencia Pico	195W
Corriente de operación	7.27 A
Corriente en corto circuito	7.77 A
Voltaje de operación	26.84V
Voltaje en circuito abierto	32.62V
Dimensiones	1.49x0.99x0.05 m
Peso	18 Kg

El Subsistema para bombeo de Pozo comprende a una bomba sumergible para el pozo que dista del matadero, y el Subsistema para Instalaciones de Matadero corresponde a las necesidades del matadero (bomba y artefactos del matadero).

Subsistemas	Características de Arreglo de Paneles	Valor
Subsistema para bombeo de Pozo	Potencia	3.3KW
	Numero de paneles	17
	Arreglo en serie	1
	Arreglo en paralelo	17
Subsistema para Instalaciones de Matadero	Potencia	2.5KW
	Numero de paneles	13
	Arreglo en serie	1
	Arreglo en paralelo	13

#### 3.4.2.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	24V

Subsistemas	Características de Arreglo de baterías	Valor
Subsistema para bombeo de Pozo	Numero de baterías	23
	arreglo en serie	1
	arreglo en paralelo	23
	Días de autonomía	3
	Factor de descarga	50%
Subsistema para Instalaciones de Matadero	Numero de baterías	17
	arreglo en serie	1
	arreglo en paralelo	17
	Días de autonomía	3
	Factor de descarga	50%

#### 3.4.2.3. Características de regulador de corriente

Subsistemas	Características de regulador de corriente	Valor
Subsistema para bombeo de Pozo	amperaje	30A
	unidades	4(4p/reg)+1 (8 A-1p/reg)
	voltaje	24V
Subsistema para Instalaciones de Matadero	amperaje	30 A
	unidades	3(4p/reg)+1 (8 A-1p/reg)
	voltaje	24V
Sistema	Total de unidades	7(4p/reg)+2 (8 A-1p/reg)

#### 3.4.2.4. Características de los fusibles

Subsistemas	Características de fusible	Valor
Subsistema para bombeo de Pozo	amperaje	30 A
	unidades	4+1(10A)
	Voltaje	24V
Subsistema para Instalaciones de Matadero	amperaje	30 A
	unidades	3+1(10A)
	Voltaje	24V

#### 3.4.2.5. Características de Inversor

Características de Inversor	Valor
Potencia	4KW
Voltaje de entrada	24V DC
Voltaje de salida	220V AC
Frecuencia	50 Hz

### 3.5. Costos

#### 3.5.1. Costos Alternativa A.

Los costos estimados para la Alternativa A, es el que se presenta en la siguiente tabla:

Grupo	Elemento	Numero	Precio por unidad	Precios Subtotales
Sistema Fotovoltaico	Panel fotovoltaico 195 W	30	420,00	12.600,00
	Baterías 24V 150Ah	39	530,00	20.670,00
	Reguladores 30A	7	230,00	1.610,00
	Reguladores 20A	1	80,00	80,00
	Fusibles 30A	7	13,00	91,00
	Fusibles 20A	1	11,00	11,00
	Inversor 5kW	1	3.965,00	3.965,00
	Cables y otros elementos	1	320,00	320,00
		<b>Total SF</b>		
Sistema Eléctrico	Tablero de distribución	1	250,00	250,00
	Puesta a Tierra	1	340,00	340,00
		<b>Total SE</b>		<b>590,00</b>
Sistema de Agua	Bomba 220V - 2HP	1	300,00	300,00
	Bomba sumergible 220V-1.2HP	1	500,00	500,00
	Tanque de Agua 1200 lt	1	200,00	200,00
	Tanque de Agua 2200 lt	1	350,00	350,00
	<b>Total SA</b>			<b>1.350,00</b>
Costos estructuras y obras civiles	Materiales Obras Civiles	1	1.000,00	1.000,00
	Estructuras Metalmeccanica	1	1.000,00	1.000,00
		<b>Total CE - OCCC</b>		<b>2.000,00</b>
Costos instalación	Instalación sistema fotovoltaico	1	330,00	330,00
	Obras Civiles	1	850,00	850,00
	Instalación eléctrica	1	210,00	210,00
	Instalación metalmeccanica	1	300,00	300,00
	<b>Total CI</b>			<b>1.690,00</b>
Costos de Transporte	Transporte	1	260,00	260,00
		<b>Total CT</b>		<b>260,00</b>
<b>CAPEX (\$us)</b>				<b>45.237,00</b>
<b>OPEX (\$us)</b>				<b>6.889,60</b>

#### 3.5.2. Costos Alternativa B.

Los costos estimados para la Alternativa B, es el que se presenta en la siguiente tabla:

Grupo	Elemento	Numero	Precio por unidad	Precios Subtotales
Sistema Fotovoltaico	Panel fotovoltaico 195 W	30	420,00	12.600,00
	Baterías 24V 150Ah	40	530,00	21.200,00
	Reguladores 30A	7	230,00	1.610,00
	Reguladores 8A	2	52,00	104,00
	Fusibles 30A	7	13,00	91,00
	Fusibles 10A	2	11,00	22,00
	Inversor 3kW	1	2.007,00	2.007,00
	Cables y otros elementos	1	320,00	320,00
		<b>Total SF</b>		
Sistema Eléctrico	Tablero de distribución	1	250,00	250,00
	Puesta a Tierra	1	340,00	340,00
		<b>Total SE</b>		<b>590,00</b>
Sistema de Agua	Bomba 220V - 2HP	1	300,00	300,00
	Bomba sumergible 220V-1.2HP	1	500,00	500,00
	Tanque de Agua 1200 lt	1	200,00	200,00
	Tanque de Agua 2200 lt	1	350,00	350,00
	<b>Total SA</b>			<b>1.350,00</b>
Costos estructuras y obras civiles	Materiales Obras Civiles	1	1.000,00	1.000,00
	Estructuras Metalmeccanica	1	1.000,00	1.000,00
		<b>Total CE - OCCC</b>		<b>2.000,00</b>
Costos instalación	Instalación sistema fotovoltaico	1	330,00	330,00
	Obras Civiles	1	850,00	850,00
	Instalación eléctrica	1	210,00	210,00
	Instalación metalmeccanica	1	300,00	300,00
	<b>Total CI</b>			<b>1.690,00</b>
Costos de Transporte	Transporte	1	260,00	260,00
		<b>Total CT</b>		<b>260,00</b>
<b>CAPEX (\$us)</b>				<b>43.844,00</b>
<b>OPEX (\$us)</b>				<b>6.677,44</b>

### 3.6. Planos y diagramas de conexionado

Se encuentran en el Anexo A (formato digital).

## 4. PERFIL DEL PROYECTO CATAVI K

### 4.1. Diagnóstico socioeconómico realizado por la minera San Cristóbal.

La empresa minera San Cristóbal realizó durante la gestión 2012 un diagnóstico socioeconómico de la Comunidad Catavi K, esencialmente centrada en la parte ganadera relacionada con camélidos. Los aspectos considerados en tal trabajo se recogen en las siguientes secciones, como antecedente a la exposición de motivos para el proyecto de electrificación de Bombeo de Agua para Abrevaderos y Microriego que requiere la comunidad.

#### 4.1.1. Antecedentes.

El antecedente que consideramos el mismo que en el caso de Pozo Cavado [8].

#### 4.1.2. Objetivo General.

Contar con información socio-técnica sobre la actividad de los camélidos de los productores agropecuarios de la comunidad de Catavi K, con la finalidad de contar con una línea base, que permita mejorar los ingresos económicos y las condiciones de producción de camélidos (llamas) de las familias; disminuyendo la incidencia de las enfermedades infecciosas, parasitarias, alimentación, manejo e infraestructura.

#### 4.1.3. Caracterización territorial

##### 4.1.3.1. Ubicación Geográfica.

La comunidad de Catavi K está ubicada en el Cantón San Cristobal que pertenece a la primera sección del Municipio de Colcha K, provincia Nor Lípez del Departamento de Potosí.

Catavi K tiene las siguientes colindancias geográficas:

- Por el Norte limita con las comunidades de Viluyo y Ramaditas.
- Por el Sur limita con las comunidades de Tambillo y Pampa Grande,
- Por el Este con las comunidades de Tambillo y Arenales,
- Por el Oeste colinda con las comunidades de Vila Vila y Ramaditas.

Catavi K se encuentra a 87 kilómetros al sudoeste de la ciudad de Uyuni, sus coordenadas con 21°52' de latitud sud y 67°14' de longitud oeste con una altura aproximada de 3780 metros sobre el nivel del mar.

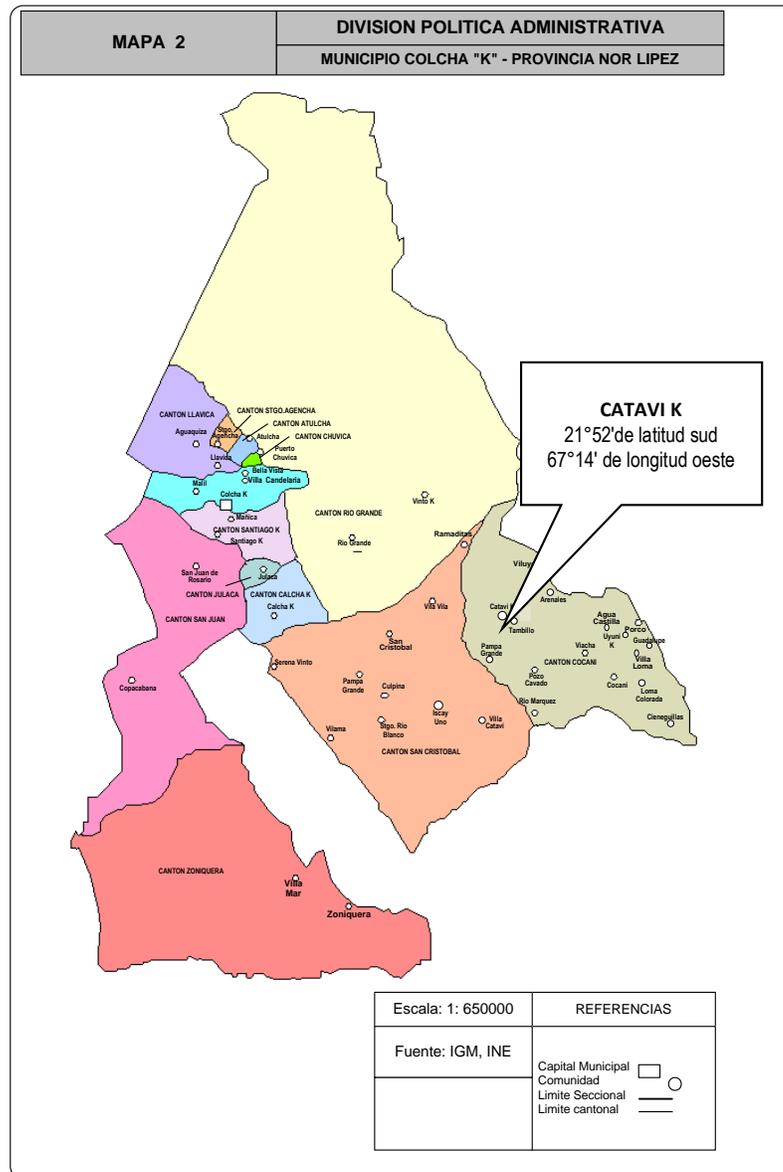


Figura 9 Plano de ubicación de la Comunidad Catavi K.

#### 4.1.3.2. **Fisiografía**

**Pisos Ecológicos.** Semejante al caso de Pozo Cavado [8].

#### 4.1.3.3. **Características de suelos**

Semejante al caso de Pozo Cavado [8].

#### 4.1.3.4. **Clima**

**Información meteorológica.** Semejante al caso de Pozo Cavado.

#### 4.1.3.5. **Riesgos Climáticos.**

Semejante al caso de Pozo Cavado.

#### 4.1.4. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

El año 2006 se realizó el actual PDM del municipio de Colcha K, y la población de la comunidad es la siguiente:

Comunidad	Relevamiento del PDM 2006		
	Población	Numero familias	Tamaño de la familia
Catavi K	55	12	4,56

Tabla 29 Población Total.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K.

#### 4.1.5. ASPECTOS SOCIALES

##### 4.1.5.1. Origen étnico y base cultural de la población

Semejante al Caso de pozo Cavado.

##### 4.1.5.2. Idioma, costumbres regionales, fiestas, etc.

Semejante al Caso de pozo Cavado.

##### 4.1.5.3. Vías y medios de comunicación.

Una carretera en buen estado y con mantenimiento permanente, se vincula hasta la comunidad de Ramaditas, luego se tiene que ir por un camino vecinal hasta Catavi K con Uyuni (87 km), desde la comunidad de Ramaditas se conectan con capitales como La Paz y Potosí y con las repúblicas de Chile y la Argentina.

La comunidad no cuenta con servicio de telefonía móvil (ENTEL), pero hay algunos sectores donde se recibe señal, que es esporádica.

#### 4.1.6. SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios básicos: solo cuenta con agua potable de una pileta pública en la población concentrada, actualmente el 80% de las casas tiene luz eléctrica de sistema fotovoltaico, no cuentan con alcantarillado ni sistema de residuos sólidos.

#### 4.1.7. ASPECTOS AMBIENTALES FLORA Y FAUNA

##### 4.1.7.1. Flora

Semejante al Caso de pozo Cavado.

##### 4.1.7.2. Fauna

Semejante al Caso de pozo Cavado.

#### 4.1.8. INFORMACIÓN PECUARIA

#### 4.1.8.1. Población ganadera

De acuerdo a la campaña de desparasitación que se realizó en el mes de mayo 2014, se tiene la siguiente población ganadera:

COMUNIDAD	N° DE LLAMAS		N° DE OVINOS		N° DE CAPRINOS		TOTAL
	CRIAS	ADULTOS	CRIAS	ADULTOS	CRIAS	ADULTOS	
San Cristobal	715	3.173	73	421		36	4.418
Culpina K	849	3.087	16	50	38	122	4.162
Vila Vila	377	2.005	4	219		67	2.672
Rio Grande	359	1.475	40	146		30	2.050
Catavi K	472	2.199	77	455		7	3.210
Tambillo Ledezma	707	3.826		1.001		359	5.893
Pozo Cavado	1.548	7.558		2.332		1.027	12.465
Pampa Grande	688	2.462	294	978	21	91	4.534
Iscaï Uno	213	900		487			1.600
<b>Totales</b>	<b>5.928</b>	<b>26.685</b>	<b>504</b>	<b>6.089</b>	<b>59</b>	<b>1.739</b>	<b>41.004</b>

Tabla 30 Población ganadera del área de influencia del AZCCA Pozo Cavado – incluye Catavi K.

Fuente: Campaña de desparasitación 2012.

La comunidad de Catavi K tiene 2.382 llamas; y la estructura de su hato ganadero está compuesta predominantemente por camélidos de tipo intermedio (62.69%), seguida del tipo K'ara (32.86%) y finalmente las thampullis (4.45%).

Respecto a la estructura de sus tamas (hatos), el 18.60% de su hato está conformado por crías y el 81.40% por animales adultos.

En cuanto a la relación de la cantidad de machos por hembras, se tiene una relación de 4:17, siendo la óptima de 1:20, lo cual nos indica la deficiencia en cuanto al manejo.

#### 4.1.8.2. Alimentación - situación forrajera

Semejante al caso de Pozo Cavado, no obstante, de acuerdo a la información recopilada el 100% del forraje consumido por los animales proviene de las praderas nativas (tholares, pajonales, espinas, lampayas, etc.). Durante el diagnóstico los beneficiarios han identificado lugares potenciales para la producción de forraje, los que a continuación se detallan: Tojrano Mokolla, y Alma Cacharpana.

#### 4.1.8.3. Sanidad en camélidos

Semejante al caso de Pozo Cavado, no obstante, respecto a las desparasitaciones de sus hatos el 87.50% indica que los realiza solo cuando es necesario, y el 12.50% no hace ningún tratamiento; en esta gestión se realizó la primera campaña de desparasitación masiva en coordinación con el municipio, donde se tuvo una cobertura del 100%. Es decir se debe trabajar en las capacitaciones de sensibilización de la importancia de la sanidad animal preventiva y permanente de sus hatos ganaderos.

#### 4.1.8.4. Manejo reproductivo y mejoramiento genético

Semejante al caso de Pozo Cavado, no obstante, el destete en un porcentaje mayor es natural, sin embargo productores afectados por falta de forraje en años de sequía, realizan el destete de manera forzada separando a las crías de las madres, viéndose necesario contar con la disponibilidad de alimentación suplementaria como la leche y alfalfa. El 88.89% pastorea a sus animales en dos lugares y el 11.11% en un solo lugar.

En el diagnóstico realizado a los productores manifestaron que no llevan ningún registro de manejo reproductivo y mejoramiento genético, por que ignoran el control de natalidad de sus hatos. El reemplazo de jañachos y madres reproductoras es cada 3 y 6 años (36.36% y 36.36%). Además los puntos que más resaltaron para poder mejorar sus hatos ganaderos fueron la producción de forraje y el manejo controlado.

El refrescamiento de sangre a través de la compra de reproductores ha sido identificado por la comunidad como un punto importante para el mejoramiento de sus hatos ganaderos, por lo que han solicitado el apoyo del Consejo Consultivo para la compra de reproductores.

#### 4.1.8.5. Infraestructura ganadera

La infraestructura ganadera existente en la zona es mínima y muy precaria, no existe baños de inmersión antiparasitarios, en coordinación con el municipio se ha logrado construir 5 apriscos de los 12 que demandaron, los demás tienen corrales rústicos, principalmente con la finalidad de mantener a los animales a salvo de depredadores durante la noche.

Generalmente no se cuentan con corrales bien diseñados, límites de pasturas, cercos para división de potreros, corrales para parición, y en general infraestructura que permita un manejo adecuado del hato ganadero en las comunidades, convirtiéndose en una necesidad de trabajo.

El 80% de los entrevistados identificaron la necesidad de la construcción de apriscos, y producción de forraje con riego.

En esta gestión se ha apoyado económicamente de la contraparte para la construcción de su centro de Machaje de llamas (cercado de aproximadamente 10 km<sup>2</sup>), se tiene un avance del 70%.

#### 4.1.8.6. Principales problemas que afectan a la producción

Semejante al caso de Pozo Cavado, sin embargo, el problema mayor es que los factores mencionados provocan la mortalidad de llamas debido a factores atribuibles al manejo, condiciones de alimentación y climáticos, la tasa de mortalidad en la comunidad es de 4.01%, que significa pérdidas para el productor, siendo los motivos para la incidencia en muertes la siguiente:

CAUSAS DE MUERTE	MORTALIDAD %
Desnutrición	0.00
Desnutrición crías	2.47
Plantas toxicas	30.86
Muerte de crías por enfriamiento	9.88
Muerte por depredadores	56.79
TOTAL	100

Tabla 31 Mortalidad de llamas y sus causas.

Fuente: Diagnostico de Pozo Cavado por Minera San Cristóbal 2012.

#### 4.1.8.7. Problemas existentes no reflejados por los productores

Como se observa en los datos anteriores existen diversos problemas identificados por los propios productores, pero también existen otros que están presentes y tienen una especial significancia productiva y económica; pero que son omitidos por los productores en sus apreciaciones y no se cuantifican los daños y pérdidas que ocasionan en la cadena productiva, estos problemas son:

- Presencia de abortos
- Baja productividad de fibra y carne
- Crecimiento tardío

- Baja tasa de preñez
- Baja tasa de natalidad
- Baja tasa de destete
- Bajos pesos al destete
- Edad reproductiva alta
- Baja aptitud reproductiva
- Deficiencia de tamaño
- Muertes sin causas aparentes

Para lograr implementar sistemas productivos eficientes que tomen en cuenta las medidas que contrarrestarán todos los factores identificados, se deben implementar diseños o paquetes tecnológicos adecuados a la zona y a las condiciones existentes.

DEMANDAS IDENTIFICADAS
Construcción de apriscos
Construcción de sistemas de microriego.
Introducción de reproductores y capacitación
Campanas de desparasitación en llamas
Técnica en manejo y mejoramiento genético( consanguinidad)
Introducción de pastos torrajeros
Capacitación en Manejo de praderas y forrajes
Capacitación en manejo ganadero
Capacitación en sanidad

Tabla 32 Demandas a los problemas identificados.

Fuente: Diagnostico de Pozo Cavado por Minera San Cristóbal 2012.

#### 4.1.8.8. Comercialización de Carne Fresca y charque de Llama.

La información recopilada en las encuestas revela que el 100% es para consumo familiar y un 70 % comercializa en la ciudad de Uyuni. También indican que el faeneo lo realizan en forma rústica y en sus patios, con la participación de la familia en un 100%.

El 80% indica que elaboran charque y que la edad optima es de los 4 a 6 años, el 100% de la producción es para consumo familiar.

## 4.2. Antecedentes del Proyecto.

Consiguientemente se puede señalar que la comunidad de Catavi K también es productora de camélidos y esta se encuentra adscrita a la asociación productora de camélidos denominada AZCCA de Pozo Cavado, pero la diferencia radica con ellos en la necesidad de buscar la mejora a través de la reproducción del ganado camélido.

La comunidad cuenta con 15 familias y entre sus rubros de producción más importantes se encuentra la crianza de camélidos, se estima que la provincia Colcha K tiene alrededor de 152 mil cabezas de camélidos, de las cuales alrededor de 2 mil se encuentran en Catavi K.

Catavi K tiene personería jurídica como OTB (Organización Territorial de Base) y por tanto tiene la organización comunitaria requerida para llevar adelante el proyecto, con la finalidad fundamental de desarrollar de manera sostenible las actividades agropecuarias de crianza de ganado camélido. Esta comunidad muestra un mayor grado de organización y liderazgo.

Esta comunidad ha visto necesario abordar varias actividades dentro de la cadena de producción de camélidos (macheo, desparasitación, selección y mejora, construcción de abrevaderos y cultivo de forraje). Una de las fundamentales problemáticas que debe resolver la comunidad es la dotación de agua para la crianza de los animales y el cultivo de alimentos (forraje).

### **4.3. Requerimientos eléctricos en Catavi K.**

Un proyecto que es prioritario, según lo señalan los líderes de la comunidad en Catavi K, es: Extracción de agua de pozos para abrevaderos e invernaderos.

Este proyecto formaría parte de un programa integral de mejora del proceso de reproducción – crianza y comercialización de camélidos que tiene proyectado desarrollarse con la comunidad.

Este es un lugar estratégico importante adecuado para la producción de camélidos, por ello desde ya hace varios años los comunarios han venido realizando la práctica de la crianza de camélidos con un importante número de llamas como principal fuente de ingresos. Sin embargo, uno de los mayores inconvenientes para esta actividad es la disponibilidad de agua para consumo de los camélidos en la época o temporada de sequía de cada año y de forraje para atender a las madres y crías de los camélidos, que requieren disponer de una mejor alimentación.

Para atender dicha necesidad, se considera que deberá captarse agua de Pozo bajo, en base a sistemas de bombeo impulsados con Energía Alternativa. No obstante un aspecto fundamental a considerar en este caso es que la comunidad en cuanto al emplazamiento de sus viviendas, se encuentra con alta dispersión geográfica, no están concentrados como en otras comunidades. Consiguientemente, no sólo deberá considerarse una fuente de aprovisionamiento y distribución de agua, sino varias que puedan ser comunes para los vecinos más cercanos entre sí.

#### **4.3.1. Consideraciones para los abrevaderos, microriego invernaderos.**

El proyecto consideraría:

- Cavado de los pozos, en los lugares previamente identificados por la comunidad (7 pozos)
- Construcción de Tanques de Almacenamiento (Capacidad 2000 litros), uno en cada pozo.
- Sistema de bombeo con energía fotovoltaica para cada pozo.
- Construcción de Infraestructura de abrevaderos una por cada pozo.
- Construcción de carpas solares para producción de forrajes una por cada pozo.

La solución considera un esquema como el propuesto en la siguiente ilustración. No es posible considerar una única fuente de generación, debido al alto nivel de dispersión que existe entre las familias establecidas en Catavi K y fuera de la parte urbana de la comunidad.

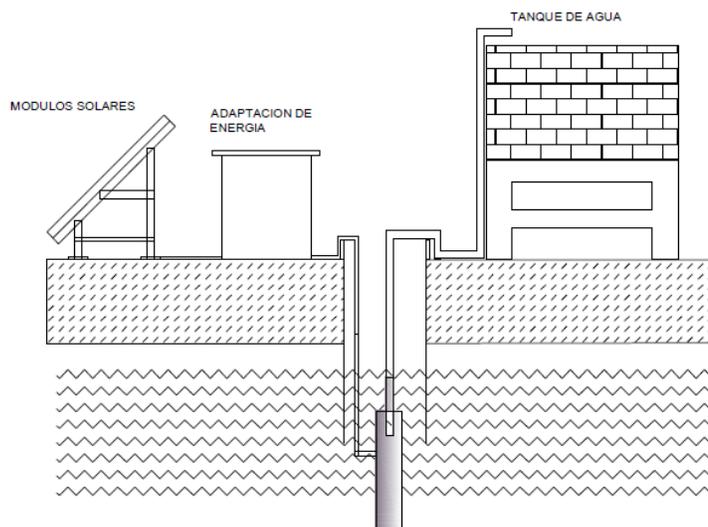


Figura 10 Esquema aplicable al bombeo de agua para abrevaderos y microriego.

#### 4.3.2. Localizaciones y características de los puntos de bombeo de agua.

##### PUNTOS CON GPS DE LOS POSIBLES POZOS EN LA COMUNIDAD DE CATAVI K

	NOMBRE EL SECTOR	FAMILIAS	COORDENADAS	OBSERVACIONES
PUNTO 1	Katuria	Agapito Huayta	19 k 0686281	Se necesita habilitar el pozo, tiene una profundidad aproximada de 25 m, tiene una capa de arena.
		Gabriel Huayta	7662897	
PUNTO 2	Atoj Uno	Adrian Huayta	19 k 720410	Rio seco con humedad en dos sectores, tien un pozo rústico e aproximadamente 2 m.
		e hijos	7668838	
PUNTO 3	Machaje	12 familias	19 k 0715162	Hay agua a una profundidad aproximada de 8 a 10 m.
		con sus reproductores	7675575	
PUNTO 4	Mula Uno	Pedro Basilio Huayta	19 k 0718494	Hay agua permanente, es un pequeño bofedal
		Daniel Huayta	7683071	
PUNTO 5	Mokolla	Teodoro Paredes	19 k 0722813	Hay agua a una profundidad aproximada de 5 m., es un lugar arcilloso.
		Eduardo Huayta	7678972	
		Daniel Huayta		
PUNTO 6	Yuraj Barranca	Gregorio Mamani	19 k 0725181	Hay agua a una profundidad aproximada de 15 m., es un terreno virgen.
			7670044	
PUNTO 7	Catavi K	Eufrazio Huayta Muraña	19 k 0726478	Hay un pozo con agua a una profundidad aproximada de 7 m., en funcionamiento.
			7677177	
PUNTO 8	Corralanes	Crecencio Cordova	19 k 0717963	Hay agua a una profundidad aproximada de 19 a 20 m., es un terreno virgen.
		Antonio Amador	7671085	

Tabla 33 Ubicaciones de los sitios de bombeo de agua.

#### 4.3.3. Sistema de bombeo elegible.

Se realizan los cálculos considerando bombas de la línea SHURflo Serie 9300, la cual presenta las siguientes características:

Metros de Profundidad	Litros por Hora	Potencia Usada del Panel Solar	Amperios en Uso
6.1	420	58	1.7
12.2	413	65	2.0
18.3	398	78	2.3
24.4	390	89	2.6
30.5	379	99	2.9
36.6	360	104	3.2
42.7	352	115	3.5
48.8	337	123	3.8
54.9	329	135	4.0
61	318	141	4.3
70.1	300	155	4.6

Tabla 34 Características eléctricas y capacidades de bombas de agua elegibles.

Por lo demás los componentes que constituirán el Sistema Fotovoltaico para el caso del Bombeo de Agua en los 8 puntos de Catavi K serán:

- Paneles solares fotovoltaicos,
- Banco de Baterías en función de las horas de trabajo,
- Tablero de Control y distribución,
- Panel interno de distribución,
- Cables,
- Sistema de Protección,
- Sistema de Tierras,
- Estructuras civiles (Soportes para los paneles solares, caseta para banco de baterías y control).

#### 4.4. Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos.

Se señalan los resultados de los cálculos efectuados para cada uno de los puntos de bombeo de Catavi K.

##### 4.4.1. Especificaciones punto KATURIA – Catavi K

En este punto se han considerado que, existe 50 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $50 \times 5 = 250$  litros/día considerando un margen de 50 litros, hablamos de 300 litros/día. Por tanto con un tanque de 1200 litros es más que suficiente.

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 35 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos una potencia de Panel 104 Wp, con una corriente de 3.2 A y 360lt/Hora.

Para llenar un tanque de 1200 litros:

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{1200\text{lt}}{360\text{lt/Hora}} = 3.33 \text{ Horas} = 4 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tiene una profundidad aproximada de 25 m, tiene una capa de arena. Disponemos de 4m de altura, el volumen de agua será  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$  considerando 1 m de radio  $V = 12.56$  m<sup>3</sup> es decir 12560 litros de agua y en 36 horas, tenemos un promedio de llenado de  $P = 12560/36 = 349$  litros por hora, en 20 horas se tendría 6.980 litros disponibles, no hay problemas de suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	104	104	4	416	500
<b>Totales</b>			<b>104</b>		<b>416</b>	<b>500</b>

Tabla 35 Consumos de energía para el pozo en KATURIA

#### 4.4.2. Dimensionamiento punto KATURIA – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

##### 4.4.2.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Polycristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de paneles	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

##### 4.4.2.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

##### 4.4.2.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8:00 AM
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.2.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10:00 AM
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.3. Especificaciones punto MACHAJE – Catavi K

Se considera una Bomba solar sumergible TFC48-070-2500.

Existe 500 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $500 \times 5 = 2500$  litros/día considerando un margen de 500 litros, hablamos de 3000 litros/día. Por ende tenemos 25000 litros/día, con un tanque de 5000 litros es más que suficiente.

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 20 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 25 m, una potencia de Panel 500 Wp, con 2000lt/Hora

Para llenar un tanque de 5000 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{5000\text{lt}}{2000\text{lt/Hora}} = 2.5 \text{ Horas} = 3 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 20 horas para tener agua, si cavamos un pozo de 4m de profundidad tenemos un volumen de agua será  $V = \pi * r^2 * h$  considerando 1 m de radio  $V = 12.56 \text{ m}^3$  es decir 12560 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 349litros por hora, en 20 horas tendremos 6977 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	500	500	3	1500	1800
<b>Totales</b>			<b>500</b>		<b>1500</b>	<b>1800</b>

Tabla 36 Consumos de energía para el pozo en MACHAJE

#### 4.4.4. Dimensionamiento punto MACHAJE – Catavi K

Considerando un voltaje de 48 [V], se tiene:

##### 4.4.4.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT240S
Potencia Pico	240W
Corriente de operación	4.97 A
Corriente en corto circuito	5.45 A
Voltaje de operación	48.29 V
Voltaje en circuito abierto	59.50V
Dimensiones	1.6x1x0.05 m
Peso	21 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	720W
Numero de panales	3
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	3

#### 4.4.4.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	48V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	2
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	2
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.4.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	35 A
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	48V

#### 4.4.4.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	35 A
Unidades	1
Voltaje	48V

#### 4.4.5. Especificaciones punto YURAJ BARRANCA – Catavi K

Existe 25 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $25 \times 5 = 125$  litros/día considerando un margen de 75 litros, hablamos de 300 litros/día

Con un tanque de 800 litros es más que suficiente

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 25 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 30.6 m, una potencia de Panel 99 Wp, con una corriente de 2.6 A y 390lt/Hora

Para llenar un tanque de 800 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{800\text{lt}}{390\text{lt/Hora}} = 2.05\text{Horas} = 2 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 22 horas para tener agua, si cavamos un pozo de 2m de profundidad tenemos un volumen de agua será  $V=\pi*r^2*h$  considerando 1 m de radio  $V=6.28 \text{ m}^3$  es decir 6280 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 174.5 litros por hora, en 22 horas tendremos 3840 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	99	99	2	198	237.6
<b>Totales</b>			<b>89</b>		<b>198</b>	<b>237.6</b>

Tabla 37 Consumos de energía para el pozo en YURAJ BARRANCA.

#### 4.4.6. Dimensionamiento punto YURAJ BARRANCA – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

##### 4.4.6.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

##### 4.4.6.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.6.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8:00 AM
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.6.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10:00 AM
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.7. Especificaciones punto CORRALANES – Catavi K

Existe 50 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de 50x5=250 litros/día considerando un margen de 50 litros, hablamos de 300 litros/día

Con un tanque de 1200 litros es más que suficiente

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 30 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 36.6 m, una potencia de Panel 104 Wp, con una corriente de 2.9 A y 379lt/Hora

Para llenar un tanque de 1200 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{1200\text{lt}}{379\text{lt/Hora}} = 3.16 \text{ Horas} = 3.5 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 20.5 horas para tener agua, si cavamos un pozo de 3m de profundidad tenemos un volumen de agua será  $V=\pi*r^2*h$  considerando 1 m de radio  $V=9.42 \text{ m}^3$  es decir 9420 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 261.8 litros por hora, en 20.5 horas tendremos 5366 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	104	104	3.5	364	436.8
<b>Totales</b>			<b>104</b>		<b>364</b>	<b>436.8</b>

Tabla 38 Consumos de energía para el pozo en CORRALANES.

#### 4.4.8. Dimensionamiento punto CORRALANES – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

#### 4.4.8.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

#### 4.4.8.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.8.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8:00 AM
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.8.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10:00 AM
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.9. Especificaciones punto ATOJ UNO – Catavi K

Existe 50 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $50 \times 5 = 250$  litros/día considerando un margen de 50 litros, hablamos de 300 litros/día

Con un tanque de 1200 litros es más que suficiente

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 12 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 12.2 m, una potencia de Panel 65Wp, con una corriente de 1.7 A y 432lt/Hora

Para llenar un tanque de 1200 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{1200\text{lt}}{432\text{lt/Hora}} = 2.78 \text{ Horas} = 3 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 21 horas para tener agua si sellena el pozo 1m un volumen de agua será  $V=\pi*r^2*h$  considerando 1 m de radio  $V=3.14 \text{ m}^3$  es decir 3140 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 87.22 litros por hora, en 21 horas tendremos 1831 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	65	65	3	195	234
<b>Totales</b>			<b>65</b>		<b>195</b>	<b>234</b>

Tabla 39 Consumos de energía para el pozo en ATOJ UNO.

#### 4.4.10. Dimensionamiento punto ATOJ UNO – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

##### 4.4.10.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

##### 4.4.10.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.10.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8A
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.10.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10A
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.11. Especificaciones punto MULA UNO – Catavi K

Existe 50 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de 50x5=250 litros/día considerando un margen de 50 litros, hablamos de 300 litros/día

Mula Uno hay agua en un bofedal, de 5 metros de profundidad

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 15 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 18.3 m, una potencia de Panel 78Wp, con una corriente de 2.1 A y 413lt/Hora

Para llenar un tanque de 1200 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{1200\text{lt}}{413\text{lt/Hora}} = 2.9 \text{ Horas} = 3 \text{ Hrs}$$

No hay problemas de suministro de agua

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	78	78	3	234	280.8
<b>Totales</b>			<b>78</b>		<b>234</b>	<b>280.8</b>

Tabla 40 Consumos de energía para el pozo en MULA UNO.

#### 4.4.12. Dimensionamiento punto MULA UNO – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

##### 4.4.12.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

#### 4.4.12.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.12.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8A
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.12.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10A
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.13. Especificaciones punto MOKOLLA – Catavi K

Existe 75 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $75 \times 5 = 375$  litros/día considerando un margen de 75 litros, hablamos de 450 litros/día

Con un tanque de 1200 litros es más que suficiente

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 18 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 18.3 m, una potencia de Panel 78Wp, con una corriente de 2.1 A y 413lt/Hora

Para llenar un tanque de 1200 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{1200\text{lt}}{413\text{lt/Hora}} = 2.9 \text{ Horas} = 3 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 21 horas para tener agua, si cavamos un pozo de 3m de profundidad tenemos un volumen de agua será  $V=\pi*r^2*h$  considerando 1 m de radio  $V=9.42 \text{ m}^3$  es decir 9420 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 261.8 litros por hora, en 21 horas tendremos 8115.8 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	78	78	3	234	280.8
<b>Totales</b>			<b>78</b>		<b>234</b>	<b>280.8</b>

Tabla 41 Consumos de energía para el pozo en MOKOLLA.

#### 4.4.14. Dimensionamiento punto MOKOLLA – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

##### 4.4.14.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

##### 4.4.14.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.14.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8A
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.14.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10A
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.15. Especificaciones punto CATAVI K – Catavi K

Existe 25 llamas, cada una consume 5 litros, tenemos un consumo diario de  $25 \times 5 = 125$  litros/día considerando un margen de 25 litros, hablamos de 150 litros/día

Con un tanque de 800 litros es más que suficiente

Considerando la altura de un tanque de 10 m, tenemos una altura total de 7 m, verificando la tabla tenemos que necesitamos utilizaremos la altura de 18.3 m, una potencia de Panel 78 Wp, con una corriente de 2.1 A y 413lt/Hora

Para llenar un tanque de 800 litros

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{800\text{lt}}{413\text{lt/Hora}} = 1.9 \text{ Horas} = 2 \text{ Hrs}$$

Se necesita habilitar el pozo, tenemos 22 horas para tener agua, si se llena a 2 m de altura el pozo tenemos un volumen de agua será  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$  considerando 1 m de radio  $V = 3.28 \text{ m}^3$  es decir 6280 litros de agua y en 36 horas, un promedio de 174.5 litros por hora, en 22 horas tendremos 3839 litros, suficiente suministro.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	78	78	2	156	187.6
<b>Totales</b>			<b>78</b>		<b>156</b>	<b>187.6</b>

Tabla 42 Consumos de energía para el pozo en CATAVI K.

#### 4.4.16. Dimensionamiento punto CATAVI K – Catavi K

Considerando un voltaje de 24 [V], se tiene:

#### 4.4.16.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT205P
Potencia Pico	205W
Corriente de operación	7.5 A
Corriente en corto circuito	7.9 A
Voltaje de operación	27.32 V
Voltaje en circuito abierto	32.72V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	205W
Numero de paneles	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

#### 4.4.16.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah*
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	1
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	1
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 4.4.16.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
amperaje	8A
Arreglo	1 p/reg
unidades	1
Voltaje	24V

#### 4.4.16.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10A
Unidades	1
Voltaje	24V

### 4.5. Costos

Los costos estimados para la Alternativa A, es el que se presenta en la siguiente tabla:

Grupo	Elemento	Numero	Precio por unidad	Precios Subtotales
Sistema Fotovoltaico	Panel fotovoltaico 205 W	10	421,40	4.214,00
	Baterías 24V 150Ah	7	530,60	3.714,20
	Baterías 48V 150Ah	2	1.061,20	2.122,40
	Reguladores 8A	7	51,94	363,58
	Reguladores 35A	1	364,84	364,84
	Fusibles 10A	7	12,60	88,20
	Fusibles 35A	1	21,00	21,00
	Cables y otros elementos	8	245,00	1.960,00
	<b>Total SF</b>			<b>12.848,22</b>
Sistema Eléctrico	Tablero de distribución	8	250,00	2.000,00
	Puesta a Tierra	8	340,00	2.720,00
	<b>Total SE</b>			<b>4.720,00</b>
Sistema de Agua	Bomba SHURflo	7	960,54	6.723,78
	Bomba TFC48-070-2500	1	2.100,00	2.100,00
	Tanque de Agua 2200 lt	1	350,00	350,00
	Tanque de Agua 1200 lt	7	200,00	1.400,00
	<b>Total SA</b>			<b>10.573,78</b>
Costos estructuras y obras civiles	Materiales Obras Civiles	8	1.000,00	8.000,00
	Estructuras Metalmeccanica	8	300,00	2.400,00
	<b>Total CE - OCCC</b>			<b>10.400,00</b>
Costos instalación	Instalación sistema fotovoltaico	8	330,00	2.640,00
	Obras Civiles	8	850,00	6.800,00
	Instalación eléctrica	8	210,00	1.680,00
	Instalación metalmeccanica	8	100,00	800,00
	<b>Total CI</b>			<b>11.920,00</b>
Costos de Transporte	Transporte	8	260,00	2.080,00
	<b>Total CT</b>			<b>2.080,00</b>
<b>CAPEX (\$us)</b>				<b>52.542,00</b>
<b>OPEX (\$us)</b>				<b>8.002,15</b>

#### 4.6. Planos y diagramas de conexionado

Se encuentran en el Anexo B (formato digital).

## 5. PERFIL DEL PROYECTO TAMBILLO

### 5.1. Diagnóstico socioeconómico.

Los aspectos socioeconómicos en el caso de Tambillo Ledezma son semejantes a Pozo Cavado y Catavi K, debido a las similitudes geográficas, climáticas, sociales y económicas. Consiguientemente podemos señalar que las necesidades son las mismas y giran alrededor de la crianza de camélidos y el aprovechamiento de sus derivados, para lo cual requieren de forrajes y agua, y vienen soportando los mismos problemas que las comunidades vecinas.

Consideramos que los tres proyectos son complementarios en el entendido de que las comunidades logran el fortalecimiento productivo y sostenible en lo que respecta al mejoramiento del ganado, a lograr una producción de forrajes que permita sostener la población existente y posteriormente lograr la comercialización de los productos derivados de los camélidos.

#### 5.1.1. Caracterización territorial

##### 5.1.1.1. Ubicación Geográfica.

La comunidad de Tambillo Ledezma está ubicada en el Cantón Cocani que pertenece a la primera sección del Municipio de Colcha K, provincia Nor Lipez del Departamento de Potosí. Tambillo Ledezma tiene las siguientes coordenadas con 21°03' de latitud sur y 66°48' de longitud oeste.

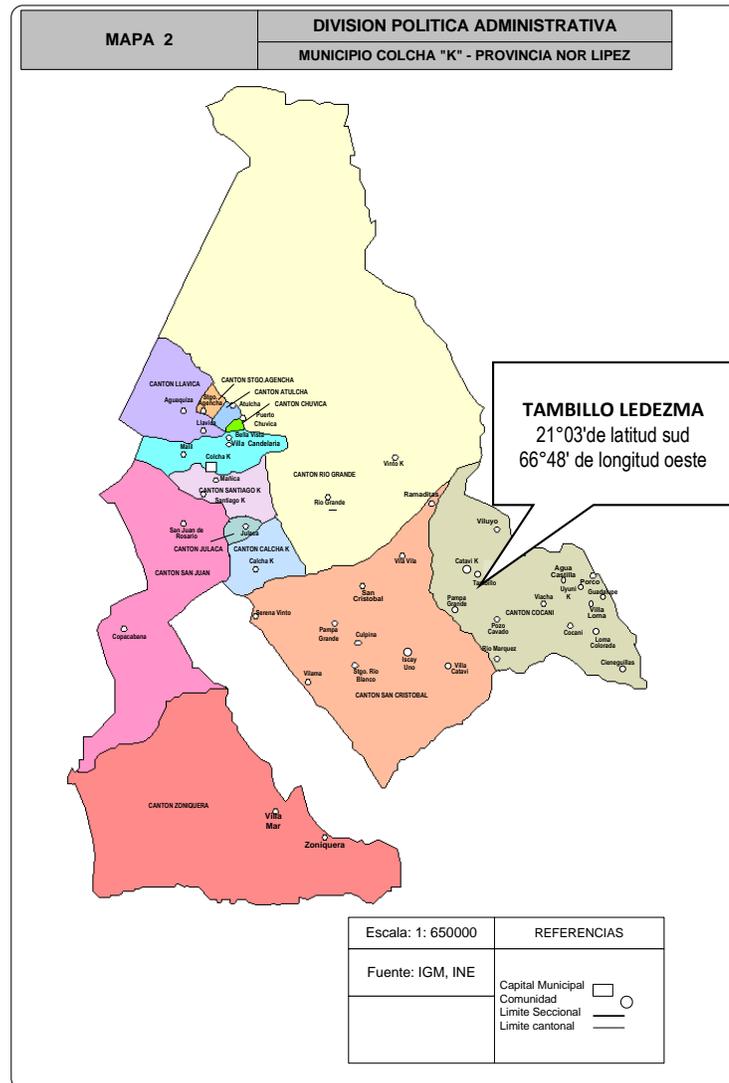


Figura 11 Plano de ubicación de la Comunidad Tambillo Ledezma.

## 5.2. Antecedentes del Proyecto.

Consiguientemente se puede señalar que la comunidad de Tambillo Ledezma es también productora de camélidos y en ella tiene una mayor tendencia por el cultivo de forraje y agricultura propia.

La comunidad cuenta con 28 familias y entre sus rubros de producción más importantes se encuentra la crianza de camélidos, se estima que la provincia Colcha K tiene alrededor de 152 mil cabezas de camélidos, de las cuales alrededor de 5 mil se encuentran en Tambillo.

Tambillo tiene personería jurídica como OTB (Organización Territorial de Base) y por tanto tiene la organización comunitaria requerida para llevar adelante el proyecto, con la finalidad fundamental de desarrollar de manera sostenible las actividades agropecuarias de crianza de ganado camélido.

Esta comunidad ha visto varios proyectos dentro de la cadena de producción de camélidos (macheo, desparasitación, selección y mejora, construcción de abrevaderos y cultivo de forraje). Una de las

fundamentales problemáticas que debe resolver la comunidad es la dotación de agua para la crianza de los animales y el cultivo de alimentos (forraje).

### 5.3. Requerimientos eléctricos en Tambillo Ledezma.

Dos proyectos se han visto como prioritarios en Tambillo:

- Mejora y rediseño de los abrevaderos.
- Complementación y mejora del sistema de Micro riego.

Ambos proyectos ya han sido encarados por otras instancias, pero adolecen de dificultades que obligan a un rediseño y a nuevas inversiones a las ya ejecutadas.

**Proyecto ABREVADEROS:** A través de la municipalidad (Municipio de Colcha K) en el pasado se ha construido un sistema de abrevadero para el ganado de la zona, este sistema está integrado por un pozo, una motobomba (con motor de combustión) para la extracción de agua del pozo que debe ser bombeada hasta una zona más alta donde se tiene construido un tanque desde donde por gravedad, se transporta el agua mediante una red de un par de tuberías, hasta el lugar del abrevadero. De esta manera el proyecto fue diseñado para que los camélidos criados por los comunarios del lugar no tengan que realizar grandes recorridos hasta encontrar agua en ríos o pozos distantes.

Este sistema presentó inconvenientes en su funcionalidad desde un principio debido a:

- El pozo para la obtención del agua no ha sido construido en el punto preciso de flujo subterráneo de agua, por tanto la recuperación es muy lenta y demora varios días en completar el agua suficiente para el bombeo.
- El sistema de bombeo es muy costoso y requiere traslados y atención permanente de personal de la comunidad.
- El tanque de almacenamiento no está en un terreno elevado a suficiente altura por lo que la energía potencial existente es mínima, consiguientemente la acción de la gravedad no es suficiente para llenar los abrevaderos oportunamente.
- La red de tuberías, desde el tanque de almacenaje hasta los dos abrevaderos, es de sección reducida.
- El tanque de almacenamiento, no tiene un revestimiento adecuado, por lo que el nivel de drenaje por filtraciones provoca una rápida pérdida del agua.

A continuación se presentan algunas fotografías del proyecto Abrevadero de Tambillo:



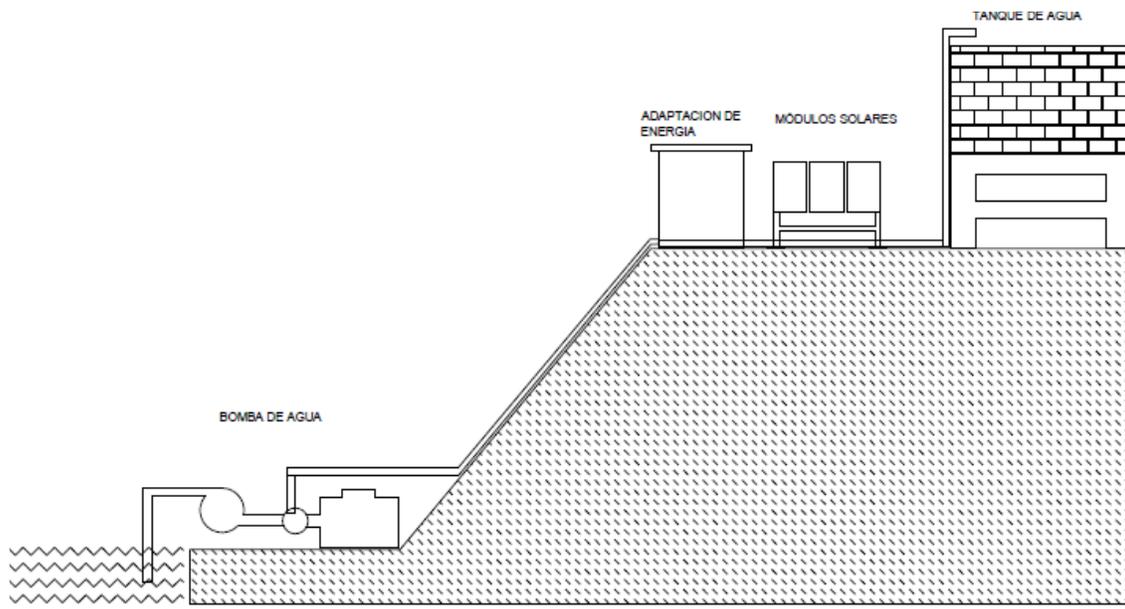


ABS propone la siguiente solución: Construcción de un nuevo pozo (pozo2) y/o readecuación del pozo 1 en la toma para abastecer de agua en forma continua, y readecuación y cambio del sistema de bombeo actual a gasolina de la toma, por sistema de bombeo con energía renovable fotovoltaica (sistema bombeo 1)

Construcción de un tanque elevado (tanque2) sobre el tanque1 de tal manera que exista la suficiente pendiente o el potencial necesario para descargar el agua por gravedad hasta los abrevaderos

Construcción de un sistema de bombeo mediante energía renovable fotovoltaica (sistema de bombeo 2) para llevar a elevar el agua del tanque 1 hasta el tanque 2.

Adecuación de los acueductos desde la toma del pozo hasta los tanques 1 y 2 y desde estos hasta los abrevaderos.



**Proyecto MICRORIEGO PARA FORRAJE:** Una de las mayores dificultades en la zona es la escases de agua y la calidad de la misma, en este sentido se tienen identificadas dos fuentes posibles, una con agua poco salina apta para riego de productos tales como papa, cebolla, trigo, etc. La segunda con agua permanente durante todo el año pero más salina, por lo que ella sólo es apta para el cultivo de especies forrajeras como cebada y avena, principalmente.

Hace 10 años se construyó un sistema de extracción de agua para riego de terrenos de cultivo de productos para el consumo humano, principalmente para la propia comunidad. Esta infraestructura consistió en: i) la construcción de un tajamar en el lecho de una quebrada por la que escurre agua dulce con el nivel de salinidad apropiada para el cultivo de hortalizas y otros vegetales y tubérculos de consumo humano, ii) el tendido de una tubería para llevar por gravedad el agua alrededor de 500 metros hasta un tanque de almacenamiento, iii) la construcción de un tanque, desde donde debía irrigarse un terreno totalmente protegido con un cercado perimetral.

Esta infraestructura nunca funcionó por defectos en el diseño de la obra en la parte de la toma y porque la vertiente que daba lugar al flujo de agua se secó.

Hace dos años se ha construido mediante un proyecto del municipio un sistema de microriego para irrigar 8 de las 18 hectáreas del terreno comunitario (este terreno puede ser ampliado hasta 22 hectáreas), apto para cultivos de forrajes para el ganado camélido. Este proyecto consta de una toma en el lecho del río marcawi, con agua permanente durante todo el año que es transportada por gravedad en tuberías de polietileno hasta un tanque que está a una altura ligeramente superior al terreno cultivable (8 hectáreas). La salinidad de esta agua permite su uso sólo en el cultivo de especies forrajeras

Esta infraestructura si bien ha servido para su objetivo, tiene problemas de diseño que deben ser mejorados para lograr irrigar de manera apropiada las 8 hectáreas actualmente irrigadas y para alcanzar además a las 8 hectáreas restantes del terreno comunitario.

ABS propone la siguiente solución, la mejor alternativa identificada por ABS para mejorar el sistema de microriego, es la reutilización de la infraestructura ya existente (la construida hace 10 años y la recientemente construida). Para ello es necesario incluir en el proyecto un sistema de bombeo y de transporte del agua por tuberías, además de adecuaciones en la infraestructura de la toma de agua del ríomarcawi:

Construcción de un sistema de bombeo mediante energía renovable fotovoltaica (sistema de bombeo 3) en la toma del río, para el despacho de agua al tanque elevado (Tanque 3)

Construcción de un acueducto desde la toma del río hacia el tanque elevado (Tanque 3) y de este hasta el acueducto existente

Readecuación del tanque elevado (Tanque 3), para abastecer de agua para el micro riego de las 8 has.

Construcción de la red de acueductos de distribución para el abastecimiento y micro riego de las restantes 10 ha.

A continuación se presentan algunas fotografías de las zonas visitadas donde está ubicado el proyecto:





### 5.3.1. Sistema fotovoltaico a considerar.

El proyecto que se ha priorizado por el impacto que tiene es el de Microriego, debido a que el sistema de abrevaderos, con algunas reparaciones de obra civil podría nuevamente ponerse en operación. En tanto que la comunidad de Tambillo requiere del riego para sus vastas áreas de cultivo.

Los componentes que constituirán el Sistema Fotovoltaico para el caso de Tambillo Ledezma serán:

- Paneles solares fotovoltaicos,
- Banco de Baterías en función de las horas de trabajo,
- Tablero de Control y distribución,
- Panel interno de distribución,
- Cables,
- Sistema de Protección,
- Sistema de Tierras,
- Estructuras civiles (Soportes para los paneles solares, caseta para banco de baterías y control).

### 5.4. Dimensionamiento resultante de atender los requerimientos.

Según las características del sistema hidráulico que los comunarios de Tambillo han ido construyendo se considera que se recogerán desde el lecho del río, a través de bombeo, por un sistema de ductos hasta un estanque mayor que se encuentra a una altura superior a la del área de cultivo, y desde ahí a través de bombas impulsoras se permitirá el flujo de agua hacia la zona de cultivo adyacente y a aquella que se encuentra detrás de una serranía.

#### 5.4.1. Sistema de Bombeo Primario

Para Tambillo se tiene contemplado la bomba BOMBA SOLAR SUMERGIBLE TFC48-070-2500 de 500W de consumo, tomamos el caso de 25 m de altura que debe vencer, para el cual tendrá un caudal de 2000 litros por hora.

Para llenar un tanque de 100000 litros=100m<sup>3</sup> =10x10x1

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{\text{Capacidad de los tanques}}{\text{Velocidad de llenado}}$$

$$\text{Horas de funcionamiento} = \frac{100000\text{lt}}{2000\text{lt/Hora}} = 50 \text{ Horas} = 50 \text{ Hrs}$$

Necesitaríamos 50 horas para llenar el tanque es decir dos días, pero después tendremos un suministro diario de 12 horas por el caudal de 2.000 lt/Hora tenemos 24.000 litros diarios que servirán para regar las hectáreas de cultivo en la zona.

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	500	500	12	6000	7200
<b>Totales</b>			<b>500</b>		<b>6000</b>	<b>7200</b>

Tabla 43 Consumos de energía para Tambillo.

Los datos del dimensionamiento están establecidos para una tensión de 24 [V].

##### 5.4.1.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Mono cristalino
Modelo	ZT240S
Potencia Pico	240W
Corriente de operación	4.97 A
Corriente en corto circuito	5.45 A
Voltaje de operación	48.29 V
Voltaje en circuito abierto	59.50V
Dimensiones	1.6x1x0.05 m
Peso	21 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	720W
Numero de panales	3
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	3

##### 5.4.1.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	48V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	8
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	8
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 5.4.1.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
Amperaje	35 A
Arreglo	1 p/reg
Unidades	1
Voltaje	48V

#### 5.4.1.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	35 A
Unidades	1
Voltaje	48V

### 5.4.2. Sistema de Bombeo Secundario –área adyacente(presión)

Ahora nos encargaremos de distribuir agua a través de dos bombas, la bomba a utilizarse será la bomba SHURflo 2088-574-534 para 24 voltios

Se regara el campo cercano por 4 horas, con una corriente de 3.6 A es decir 115 W

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	115	115	4	460	552
<b>Totales</b>			<b>115</b>		<b>460</b>	<b>552</b>

Tabla 44 Consumos de energía para Tambillo - Bombeo secundario campo adyacente.

Los datos del dimensionamiento están establecidos para una tensión de 24 [V].

#### 5.4.2.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Mono cristalino
Modelo	ZT115S
Potencia Pico	115W
Corriente de operación	4.39 A
Corriente en corto circuito	4.74 A
Voltaje de operación	26.19V
Voltaje en circuito abierto	32.94V
Dimensiones	1.2x0.81x0.04 m
Peso	13 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	115W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

#### 5.4.2.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	2
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	2
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 5.4.2.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
Amperaje	8:00 AM
Arreglo	1 p/reg
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 5.4.2.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10:00 AM
Unidades	1
Voltaje	24V

### 5.4.3. Sistema de Bombeo Secundario –área posterior (presión)

Se regara el campo cercano por 4 horas, con una corriente de 5 A es decir 185 W

Alternativas	Unidades	Potencia Unitaria	Potencia Conjunta[W]	Horas de Funcionamiento	Energía Total Necesaria	Margen Seguridad 20%
				[Hrs]	[Wh]	
Bomba de agua	1	185	185	4	740	888
<b>Totales</b>			<b>185</b>		<b>740</b>	<b>888</b>

Tabla 45 Consumos de energía para Tambillo - Bombeo secundario campo posterior.

Los datos del dimensionamiento están establecidos para una tensión de 24 [V].

#### 5.4.3.1. Características de paneles

Características de panel	Valor
Tipo	Poly cristalino
Modelo	ZT185P
Potencia Pico	185W
Corriente de operación	6.93 A
Corriente en corto circuito	7.63 A
Voltaje de operación	36.68V
Voltaje en circuito abierto	32.40V
Dimensiones	1.5x1x0.05 m
Peso	18 Kg

Características de Arreglo de Paneles	Valor
Potencia	185W
Numero de panales	1
Arreglo en serie	1
Arreglo en paralelo	1

#### 5.4.3.2. Características de Baterías

Características de batería	Valor
Tipo	Plomo
Amperaje	150Ah
Tensión	24V

Características de Arreglo de baterías	Valor
Numero de baterías	2
arreglo en serie	1
arreglo en paralelo	2
Días de autonomía	3
Factor de descarga	50%

#### 5.4.3.3. Características de regulador de corriente

Características de regulador de corriente	Valor
Amperaje	8:00 AM
Arreglo	1 p/reg
Unidades	1
Voltaje	24V

#### 5.4.3.4. Características de los fusibles

Características de fusible	Valor
Amperaje	10:00 AM
Unidades	1
Voltaje	24V

### 5.5. Costos

Los costos estimados se presenta en la siguiente tabla:

Grupo	Elemento	Numero	Precio por unidad	Precios Subtotales
Sistema Fotovoltaico	Panel fotovoltaico 240 W	3	421,40	1.264,20
	Panel fotovoltaico 185 W	1	421,40	421,40
	Panel fotovoltaico 115 W	1	421,54	421,54
	Baterías 24V 150Ah	4	530,60	2.122,40
	Baterías 48V 150Ah	8	1.061,20	8.489,60
	Reguladores 8A	2	51,94	103,88
	Reguladores 35A	1	364,84	364,84
	Fusibles 10A	2	12,60	25,20
	Fusibles 35A	1	21,00	21,00
	Cables y otros elementos	3	245,00	735,00
<b>Total SF</b>				<b>13.969,06</b>
Sistema Eléctrico	Tablero de distribución	2	250,00	500,00
	Puesta a Tierra	2	380,00	760,00
	<b>Total SE</b>			
Sistema de Agua	Bomba SHURflo 2088	2	960,54	1.921,08
	Bomba TFC48-070-2500	1	2.100,00	2.100,00
				0,00
				0,00
<b>Total SA</b>				<b>4.021,08</b>
Costos estructuras y obras civiles	Materiales Obras Civiles	2	1.000,00	2.000,00
	Estructuras Metalmeccanica	2	300,00	600,00
	<b>Total CE - OCCC</b>			
Costos instalación	Instalación sistema fotovoltaico	2	330,00	660,00
	Obras Civiles	2	850,00	1.700,00
	Instalación eléctrica	2	210,00	420,00
	Instalación metalmeccanica	2	100,00	200,00
	<b>Total CI</b>			
Costos de Transporte	Transporte	2	260,00	520,00
	<b>Total CT</b>			
<b>CAPEX (\$us)</b>				<b>25.350,14</b>
<b>OPEX (\$us)</b>				<b>3.860,83</b>

## 5.6. Planos y diagramas de conexionado

Se encuentran en el Anexo C (formato digital).

## BIBLIOGRAFIA

- [1]. OLADE. Organización Latinoamericana de Energía. "Aplicación de responsabilidad social corporativa (RSC) en sistemas de energía rural en zonas aisladas – Bolivia". Marzo 2013. <http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Informe%20final%20RSC%20Bolivia.pdf>
- [2]. INE. Instituto Nacional de Estadística de Bolivia. "BOLIVIA Características de población y vivienda Censo Nacional de Población y Vivienda 2012". <http://www.ine.gob.bo:8081/censo2012/PDF/resultadosCPV2012.pdf>
- [3]. INE. Instituto Nacional de Estadística de Bolivia. "Estadísticas del Sitio Web". 2014. <http://www.ine.gob.bo/>
- [4]. MHE-VMEEA. Ministerio de Hidrocarburos y Energía - Viceministerio de electricidad y energías alternativas. "Plan de Universalización Bolivia con Energía. 2010-2025". Octubre 2010. <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/phocadownload/PLAN%20DE%20UNIVERSALIZACION%20BOLIVIA%20CON%20ENERGIA.pdf>
- [5]. Enrique Gómez. "Evaluación rápida del Sector Energía en Bolivia". Programa de Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) - Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2010. <http://www.se4all.org/wp-content/uploads/2014/01/Bolivia-Rapid-Assesment-Versi%C3%B3n-Final-aprobado-por-GdB.pdf>
- [6]. Miguel Fernández Fuentes. Plataforma Energética - CEDLA. "Rol e impacto socioeconómico de las Energías Renovables en el área rural de Bolivia". Octubre 2010. <http://cedla.org/system/files/ENERGIAS%20RENOVABLES.pdf>
- [7]. Carlos Gonzales V. "Presentación de la Dirección de Electrificación Rural de la Secretaria Departamental de Obras Públicas y Servicios". Gobierno Autónomo Departamental de Potosí. 2013.
- [8]. Medicus Mundi – Municipio de Colcha K. "Plan de desarrollo Municipal de Colcha K 2004-2007".