Velocidad Máxima Mensual (m/s)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Velocidad Viento (m/s)	12.2	13.3	13.7	13.3	12.6	12.5	17.9	17.5	13.8	13.9	16.1	14.6

Fuente: JICA Study Team

El promedio mensual de viento direccional se muestra en la Figura 6.1 En Caripe, el promedio del viento procedente del oeste es mas fuerte a través del . Por lo tanto es necesario regular las edificaciones en el origen de la corriente.

La tabla 6.3 muestra la distribución y frecuencia del viento direccional en Caripe. Esta figura muestra que la velocidad direccional tiene frecuencia mas alta de Oeste-noroeste al Oeste-oeste norte.

La figura 6.2 muestra la frecuencia de distribución del viento. La frecuencia del viento direccional es alto del Oeste al Oeste-noroeste correspondiendo a la dirección de los vientos fuertes. La frecuencia de viento direccional es continua en Caripe.

La figura 6.3 muestra la distribución de probabilidades de Weibul en Caripe. Las variaciones de velocidad de viento son bien descritas con el modelo del parámetro "k" y la escala del parámetro "A". El valor de "k" determina la forma de la curva. El valor de "A" determina la distribución de horas con alta velocidad. El promedio anual del parámetro k es 1.48 y A es 5.4. Puesto que el viento fuerte sopla solamente durante las tardes, la diferencia del promedio de velocidad de viento en la mañana y la tarde hace que la forma del parámetro "k" sea pequeña.

La tabla 6.4 muestra la energía de la densidad de viento. El poder del viento varia linealmente con la densidad del aire. La densidad del aire varia con la presión y temperatura. En general, la energía de la densidad del viento es pequeña en Caripe debido a la altura. El sitio con una densidad superior a 150 W/m^2 se encuentra a 10 metros sobre el nivel de la tierra y es adecuado para el desarrollo de energía eólica. El promedio de la densidad del viento es menor en Caripe, sin embargo el valor de la tarde hasta el anochecer es alto por los fuertes vientos que soplan durante este periodo.

La tabla 6.5 muestra la intensidad de la turbulencia que es relativa a la velocidad del viento y el terreno. La intensidad de la turbulencia es definida como el relación entre la desviación standard de la velocidad del viento con respecto a la velocidad del viento. El lugar con una turbulencia bajo 0.3 se encuentra a 20 metros sobre el nivel de tierra y es

conveniente para el desarrollo de energía eólica. La intensidad de la turbulencia en Caripe esta bajo 0.3 en todas las direcciones.

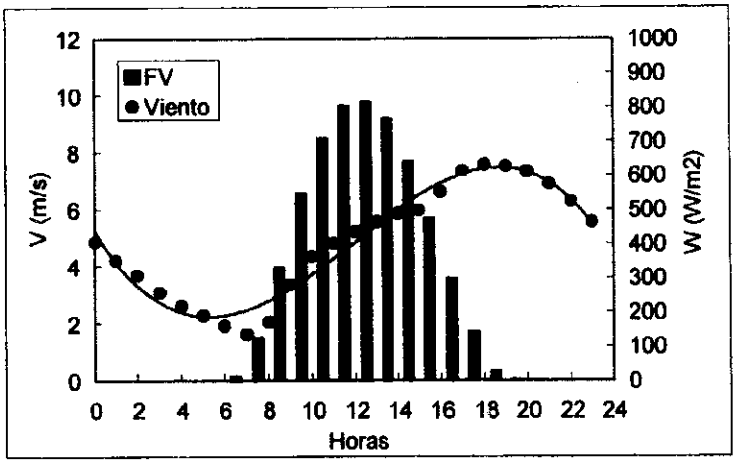
6.3.2 Relación Complementaria entre Viento y Energía Solar

Existen variaciones diarias y temporales del patrón de velocidad de viento. Lo que hace difícil el obtener energía estable de un sistema de generación eólica independiente. Sin embargo existen relaciones complementarias entre viento y energía solar en Caripe.

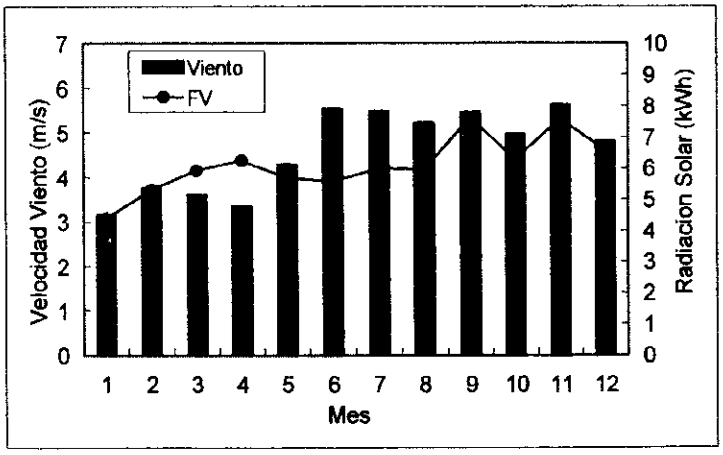
La figura siguiente muestra la relación complementaria entre la velocidad del viento y la radiación solar en Caripe. El potencial de energía solar es alto entre las 9:00 y 15:00 horas cuando el viento es todavía bajo, mientras que el viento fuerte es entre las 16:00 y 21:00 que es cuando la radiación solar es débil. Por lo tanto, se sugiere la planificación de un sistema eólico y FV combinados en un sistema híbrido para la obtención de energía estable.

En la segunda figura, el promedio mensual de la velocidad de viento y el de energía solar son resumidos presentando un promedio mensual para Febrero del 2000 hasta Enero 2001. La relación complementaria no es identificable en esta figura.

Existe una relación geográfica complementaria entre el viento y la energía solar en altura. El potencial de viento en la altura es mas bajo debido a los bajos valores de la densidad de aire. Por otra parte, la radiación solar es mas alta en la altura debido a la pureza del aire.



Velocidad diaria del Viento vs Radiación Solar en Caripe



Velocidad Mensual de Viento vs. Radiación Solar en Caripe

6.4 Formulación de un Esquema Optimo

Un generador de viento independiente no tiene la suficiente capacidad de generación eléctrica diaria en Caripe, a pesar de que existe una alta demanda de electricidad de oficinas y escuelas. Para una generación eléctrica mas estable, la generación eólica debe ser combinada con otra fuente de energía.

Las opciones de combinación son:

1. Sistema Híbrido Eólico – Diesel
2. Sistema Híbrido Eólico – FV
3. Sistema Híbrido Eólico – Micro Hidro Energía

De acuerdo a la política del VMEH, la instalación de un generador a diesel no es recomendable para electrificación rural debido al costo alto de operación y efectos en el medio ambiente. La Micro Central Hidroeléctrica es otra alternativa, pero no existe una fuente apropiada cerca de Caripe. Por lo tanto, el sistema híbrido eólico con energía solar se sugiere para Caripe debido a la relación complementaria favorable entre viento y radiación solar.

El esquema optimo a ser desarrollado en Caripe fue determinado de acuerdo al siguiente procedimiento:

- La capacidad de generación instalada del sistema híbrido eolico-FV fue diseñada para generar suficiente electricidad en Febrero, el mes mas bajo de potencial eólico y solar.
- El potencial de viento es bajo durante el día. Por lo tanto la capacidad FV fue diseñada para generar mas del 80% de la demanda de energía entre las 8:00 y 17:00 horas para compensar el bajo potencial de viento. La capacidad mínima del sistema FV requerida en Febrero se estima en 2kWp.
- Esquemas de desarrollo alternativo con diferentes combinaciones de viento y FV fueron formulados tomando en cuenta las consideraciones precedentes.
- El sistema híbrido que tiene mejor costo/eficiencia fue seleccionado de los diferentes esquemas.

Dos combinaciones fueron formulados y se hizo comparación de costo los que se resumen en la tabla siguiente.

De esta comparación, la combinación de energía eólica 10kW y FV 4kWp fue seleccionada como el esquema optimo con el mas bajo costo de inversión.

Costo de Inversión para Sistemas Alternativos Híbridos Viento-FV

No.	1	2
Viento (kW)	20	10
FV (kWp)	0	4
Costo Inversion (USD)	54,000	55,000

Fuente: JICA Study Team

6.5 Diseño Preliminar y Estimación de Costo

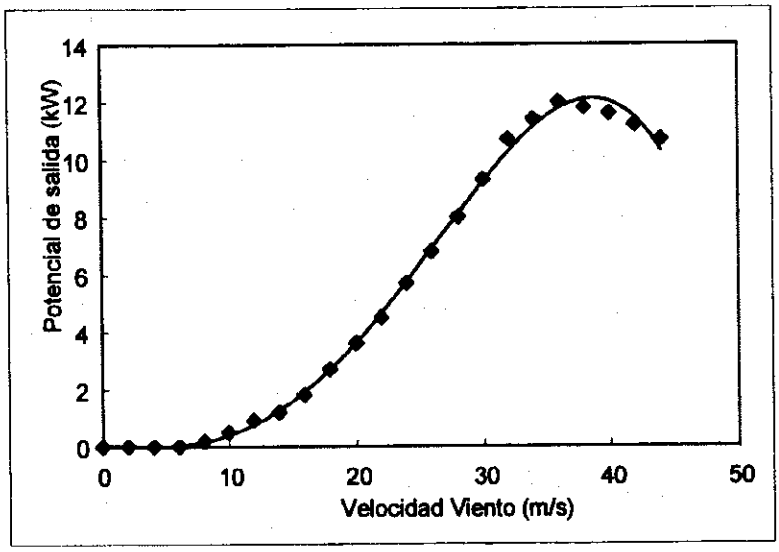
6.5.1 Diseño Preliminar para una Turbina de Viento

(1) Diseño Preliminar

Varios tipos de turbinas de viento existen en el mundo. La selección de la turbina fue hecha tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La torre de viento seria instalada usando una grúa, tomando en cuenta las condiciones del camino hasta el lugar del proyecto y su fácil mantenimiento.
- Deben tener experiencia de operación en países en desarrollo
- Deben tener experiencia en sistemas híbridos eólico/solar
- Debe ser vendida por agentes establecidos en Bolivia, Sud /Norte América.

Por las razones anteriormente señaladas fue seleccionada para calcular potencia de la turbina BWC 10kW. La curva de rendimiento para una turbina BWC 10kW se muestra en las siguientes figuras:



Curva de Rendimiento del BWC 10kW

Estimación de la Energía Proyectada

A : Input	
Rated power output	10 kW
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
Wind Speed at [illegible] high	[illegible] m/s
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

B : Result	
Wind Speed at hub high	5.44 m/s
Air density	0.955 kg/m^3
Air density ratio	0.78
Average power output	1.73 kW
Annual energy output	11241 kWh/year
Monthly energy output	955 kWh/Mo
Daily energy output	30.80 kWh/day
Capacity Factor	12.8 %
Availability	79 %

V (mph)	kW	Wind Probability (f)	Net kW
0	0	2.091%	0.00
2	0	8.094%	0.00
4	0	10.264%	0.00
6	0	10.920%	0.00
8	0.2	10.706%	0.02
10	0.5	9.967%	0.05
12	0.9	8.933%	0.08
14	1.2	7.768%	0.09
16	1.8	6.587%	0.12
18	2.7	5.465%	0.15
20	3.6	4.448%	0.16
22	4.5	3.557%	0.16
24	5.7	2.799%	0.16
26	6.8	2.170%	0.15
28	8	1.659%	0.13
30	9.3	1.252%	0.12
32	10.7	0.933%	0.10
34	11.4	0.688%	0.08
36	12	0.501%	0.06
38	11.8	0.361%	0.04
40	11.6	0.257%	0.03
42	11.2	0.182%	0.02
44	10.7	0.127%	0.01
	Totals :	100%	1.73

Fuente: JICA Study Team

(2) Generación Estimada de Energía

La generación total de energía eólica incluyendo un sistema FV fue estimada en 22.643 kw/h como se resume a continuación.

Estimación de la Energía Proyectada

A : Input

Rated power output	10 kW
Weibull shape parameter k	1.48
Weibull scale parameter c	6.0
Wind Speed at anemo. high	4.7 m/s
Time period (Annual)	8760 hr
Time period (Month)	744 hr
Time period (Day)	24 hr
Anemo. Height	20 m
Altitude	4149 m
Temperature	6.0 ℃
Barometric pressure	765 hPa
Terrain roughness	0.25 m
Hub height	36 m
Pef. Safety Margin	5 %
Standard air density	1.225 kg/m^3
Std. Barometric pressure	1013 hPa

B : Result

Wind Speed at hub high	5.44 m/s
Air density	0.955 kg/m^3
Air density ratio	0.78
Average power output	1.73 kW
Annual energy output	11241 kWh/year
Monthly energy output	955 kWh/Mo
Daily energy output	30.80 kWh/day
Capacity Factor	12.8 %
Availability	79 %

V (mph)	kW	Wind Probability (f)	Net kW
0	0	2.091%	0.00
2	0	8.094%	0.00
4	0	10.264%	0.00
6	0	10.920%	0.00
8	0.2	10.706%	0.02
10	0.5	9.967%	0.05
12	0.9	8.933%	0.08
14	1.2	7.768%	0.09
16	1.8	6.587%	0.12
18	2.7	5.465%	0.15
20	3.6	4.448%	0.16
22	4.5	3.557%	0.16
24	5.7	2.799%	0.16
26	6.8	2.170%	0.15
28	8	1.659%	0.13
30	9.3	1.252%	0.12
32	10.7	0.933%	0.10
34	11.4	0.688%	0.08
36	12	0.501%	0.06
38	11.8	0.361%	0.04
40	11.6	0.257%	0.03
42	11.2	0.182%	0.02
44	10.7	0.127%	0.01
	Totals :	100%	1.73

Fuente: JICA Study Team

(2) Generación Estimada de Energía

La generación total de energía eólica incluyendo un sistema FV fue estimada en 22.643 kw/h como se resume a continuación.

Generación Mensual en Caripe

Mes	Generacior kWh/Mo
Ene	1,750
Feb	1,239
Mar	1,508
Abr	1,341
May	1,673
Jun	2,157
Jul	2,164
Ago	2,057
Sep	2,551
Oct	1,971
Nov	2,332
Dic	1,899
Total	22,643

Fuente: JICA Study Team

6.5.2 Sistema Eólico Propuesto

Como se explico anteriormente, el sistema de generación de energía en Caripe consiste de una turbina de viento y un sistema FV.

La tabla siguiente muestra las especificaciones del sistema principal y el sistema propuesto como se presento en la Figura 6.4. El mapa de instalación se presenta en la Figura 6.5.

Especificaciones del Sistema de Generación de Energía en Caripe

Item	Capacidad	
Turbina de Viento	10	kW
Fotovoltaico	4	kWp
Inversor	8	kVA
Bateria	8	kAh

Fuente: JICA Study Team

6.5.3 Costo Estimado

(1) Condiciones para la Estimación

La estimación de costo fue realizada asumiendo las siguientes condiciones:

1) Todos los costos fueron estimados a un nivel de precios de Junio 2001.
2) Importación de equipo y materiales fueron estimados basados en tarifas internacionales de desaduanaje, incluyendo costos por impuestos.

3) Los trabajos de construcción serán en base a contratos en lugar de participacion de gente del lugar.

4) Los costos administrativos y de ingeniería fueron estimados en 9% del costo de construcción.

5) IVA (13%) e impuesto de transacción (3%) fueron estimados e incluidos en el costo.

6) Las tasas de cambio aplicadas son: US$ = Bs. 6.53, US$ = JPY 120.5

(2) Costo Total de la Construcción

El costo financiero estimado para la construcción total es de US$ 147.296, como se resume a continuación. La tabla 6.6 indica detalles del costo de construcción.

Costo Total de Construcción

Unidad : US$.

Item	Costo
1. Generador de Viento,Sistema FV, etc.	**88,405**
2. Linea de Distribución	**11,040**
3. Trabajos de Instalación	**21,000**
4. Transporte	**14,938**
5. Costos Directos Total	**135,382**
6. Servicios de Administración e Ingeniería	**11,914**
Costo Total de Construcción	**147,296**

Fuente: JICA Study Team

6.5.4 Calendario de Construcción

El calendario de construcción para la implementaron del proyecto de Caripe fue formulado basado en las siguientes condiciones:

- El diseño detallado será completado en 4 meses.
- Los principales trabajos para el proyecto serán realizados en la estación seca.
- Para la eficiente implementación del diseño y supervisión de la construcción, consultores de experiencia serán empleados.
- Incluyendo el periodo de adjudicación, el levantamiento de la torre será completado dentro de 5 meses.

Asumiendo que el tiempo requerido para el diseño es de 4 meses, el periodo necesario para completar el proyecto es cerca de 9 meses, como se puede ver en la figura 6.6.

6.6 Implementación y OM

Luego de analizar las organizaciones existentes y con el objeto de desarrollar la electrificación rural sostenible para el proyecto de energía eólica en Caripe, la siguiente estructura de implementación y sistema de operación y mantenimiento fueron propuestos.

(1) Organización para Implementación

La Figura 6.7 presenta la organización propuesta para la implementación del proyecto de energía eólica en Caripe. La Municipalidad de Caripe esta a cargo de la implementación de la totalidad del proyecto, se contrata a consultores/ONG locales para la instalación del sistema generación de eólica y el entrenamiento de operación y mantenimiento. Sin embargo, no existe ninguna experiencia en proyectos de energía eólica en Bolivia. Consultores extranjeros experimentados serán empleados en la fase inicial debido a la limitación de conocimientos y experiencias en proyectos de energía eólica. Se propone el siguiente procedimiento para la implementación:

DUF (fuente del financiamiento)

- Evaluar, aprobar y financiar un proyecto presentado por la municipalidad de Caripe en cooperación con el VMEH

VMEH (Soporte técnico)

- Guiar al DUF en lo que se refiere al soporte técnico en el desarrollo de electrificación rural cuando el DUF evalúa el proyecto aplicado por la municipalidad de Caripe

Caripe Municipalidad (Implementación)

- Dar una guía esquematica del proyecto y las responsabilidades del usuario incluso el pago inicial y cuota mensual para los usuarios locales
- Hacer un acuerdo con el CER/Cooperativa después de recibir el requerimiento del proyecto de electrificación rural

- Preparar el proyecto con el soporte técnico de la prefectura de Oruro y/o consultores/ONG, y solicitar financiamiento del DUF
- Seleccionar una compañía privada o ONG que maneje y dirija la implementación completa del proyecto. (Sin embargo, la municipalidad de Caripe tiene una capacidad limitada para manejar la implementación del proyecto. Consultores/ONG serán empleados por la municipalidad para la provisión de los servicios necesarios tales como la selección de proveedor/operador y ayuda en la provisión y supervisión de todo el proyecto)

Sector Privado / ONG (instalación y entrenamiento para operación y mantenimiento)

- Instalar el sistema y llevar a cabo capacitación para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos de CER/cooperativa

CER/Cooperativa (beneficiarios)

- Organizar un Comité de Electrificación Rural (CER) o la cooperativa después de recibir la guía esquematica del proyecto y las responsabilidades de los beneficiarios incluso en lo referente al pago inicial y cuota mensual a través de la municipalidad y/o consultores/ONG
- Solicitar el proyecto de electrificación rural y hacer un acuerdo con la municipalidad de Caripe
- Proporcionar la fuerza laboral y algunos materiales preparados en la comunidad en especie en caso de proyectos de energía eólica
- Recibir el entrenamiento para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos del CER

Oruro Prefectura (soporte técnico o implementación)

- Apoyar a las municipalidades en la preparación del proyecto cuando la municipalidad de Caripe aplica al DUF
- En caso de que un proyecto no sea llevado a cabo a través del DUF, la prefectura de La Paz sera responsable en la aplicación del proyecto con la cooperación del VMEH

(2) Sistema de Operación y Mantenimiento

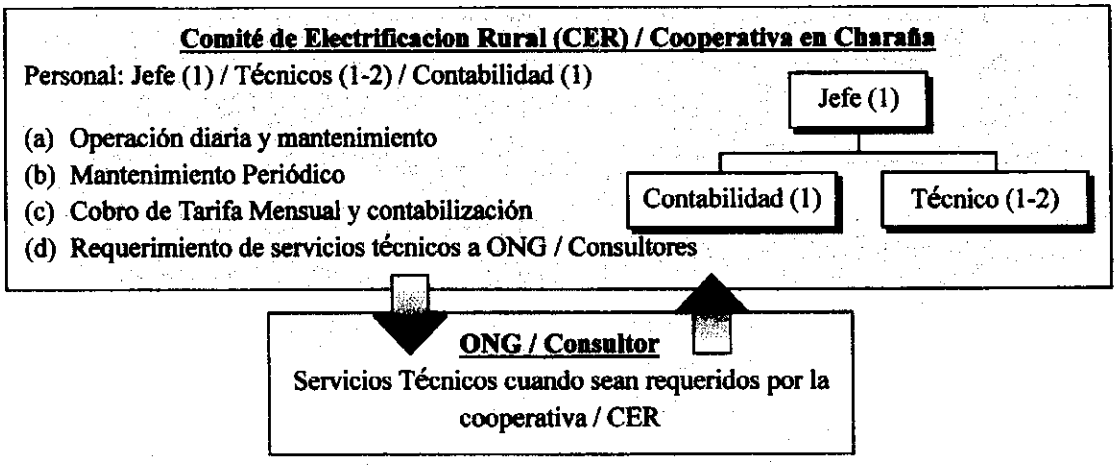
Los cnsultores/firmas de ingeniería locales deben recibir traspaso de tecnología en cuanto a la operación y mantenimiento de consultores extranjeros experimentados y acumular el know-how para la continua operación y mantenimiento de los proyectos de energía eólica. Los técnicos del CER/cooperativa deben ser capacitados en la operación y mantenimiento por los consultores y una compañía de ingeniería que está a cargo de la instalación durante la implementación del proyecto. La operación y mantenimiento propuestos para su conducción por el CER/Cooperativa es a través del siguiente sistema.

a) CER / cooperativa

- ser responsable de la operación diaria y mantenimiento.
- llevar a cabo mantenimiento periódico.
- recolectar tarifa mensual y contabilizarla.
- requerir servicios técnicos de los consultores/ONG

b) ONG / consultores

- Dar servicios técnicos cuando sean requeridos por el CER/cooperativa (bajo un contrato de servicio de mantenimiento)



El técnico de CER tiene que conducir los siguientetes inspección para la operación y mantenimiento.

Daily inspection:	• rotor (sound, rapid inspection) • tower (vibration, inclination, fastening of bolts) • battery (offensive smell, volume of liquid, rapid inspection) • control device (figure of meter, offensive smell, connected parts, rapid inspection) • preparation of daily working report
Periodical inspection (every month):	• battery (voltage, gravity, connected parts) • cleaning of control house (every week) • distribution lines (lines, telegraph pole)
Periodical inspection (every year):	• rotary engine (braid, edge tape, bolts, etc.) • tower (coating, bolts, etc.)

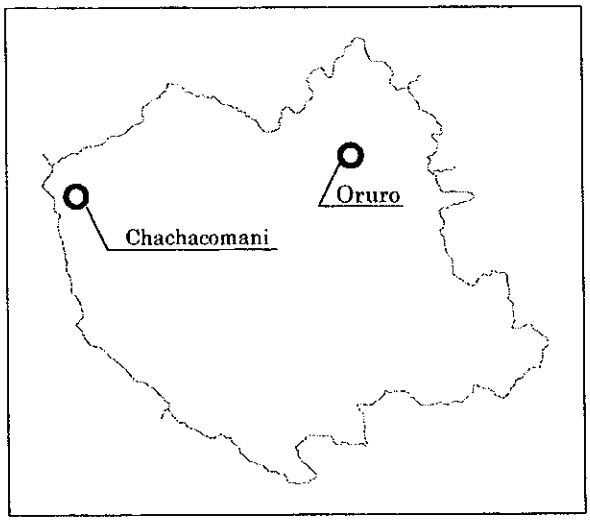
CAPÍTULO 7 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO DE ENERGÍA EÓLICA EN CHACHACOMANI – ORURO

7.1 Ubicación y Topografía

Chachacomani se encuentra ubicado a 370 km. al oeste de la ciudad de Oruro, en el Departamento de Oruro. Mapa de ubicación y fotografía se muestran a continuación. La temperatura en Chachacomani es tambien baja, ubicada a 4.220 metros sobre el nivel del mar y cerca de la frontera con Chile. La temperatura promedio anual es de 6.2 °C y una temperatura mínima de –7 °C en Julio. El clima presenta dos estaciones, estación seca y estación de lluvias. La precipitación anual es de alrededor 400 mm en Chachacomani.

Ubicación

Latitud:	S 18°21' 33"
Longitud:	W 68°56' 56"
Altitud:	4,220m



Mapa de Ubicación de Chachacomani

Torre de Monitoreo Eolico en Chachacomani

7. 2 Condiciones Socioeconómicas y Demanda de Electricidad

7.2.1 Condiciones Socioeconómicas

Información básica de las condiciones socio económicas de Chachacomani se muestran en la Tabla 7.2

(1) Población

La población de Chachacomani era de 476 habitantes en 1992, la misma que declino a 470 el 2000 de acuerdo al censo.

(2) Economía Local

La principal actividad económica es la ganadería. Muchos de los residentes trabajan en Tambo Quemado, la ciudad fronteriza con Chile a 15 km. de Chachacomani.

(3) Electricidad y otras infraestructuras

No existe provisión de electricidad en Chachacomani. La población usa velas, lamparas de kerosene y lamparas de gas para iluminación. El costo de la energía es entre 10 y 30 bolivianos por mes. Existe una escuela elemental con 80 estudiantes. Esta escuela no tiene provisión de energía eléctrica. Existe una clínica de salud disponible en Chachacomani con electricidad proveniente de un sistema FV. El principal objetivo de la electricidad es la comunicación por radio.

7.2.2 Demanda de Electricidad

La demanda de electricidad para el proyecto de energía eólica en Chachacomani se estimo en base a los resultados de encuestas a la comunidad. Puesto que existen facilidades publicas y privadas adicionalmente a las residenciales, la demanda fue estimada por separado para la actividad comercial, servicio publico y vivienda. El año objetivo para la estimación de la demanda fue establecido como el año 2005.

(1) Demanda para uso domiciliar

De acuerdo con los resultados de las encuestas a la comunidad, las viviendas existentes se dividieron en dos tipos, vale decir vivienda pequeña y vivienda grande. Diferentes clases de artefactos eléctricos se encontraron en cada casa de acuerdo al tipo de vivienda, y por lo tanto, el consumo de electricidad fue diferente. De los resultados de la investigación, unidades de consumo eléctrico fueron estimados para ambas, pequeñas y grandes viviendas como se resume a continuación.

Demanda para uso Domiciliario

Vivienda		Artefacto Electrico	No.	Potencia (W)	Consumo Electrico (horas/dia)	Energia (kWh/dia)	Total Consumo (kWh/dia)	Consumo Anual (kWh/año)
1	Vivienda	Luz CF	1	12	4	0.048		
	(pequeña)	Luz 60Wt	2	60	4	0.48		
		Radio	1	15	8	0.12	0.65	260
2	Vivienda	Luz CF	2	12	5	0.12		
	(grande)	Luz 60W	2	60	3	0.36		
		AM/FM estereo	1	20	4	0.08		
		TV color 19"	1	60	4	0.24		
		Bomba de Agua	1	100	3	0.3	1.10	442

Fuente: JICA Study Team

(2) Demanda para uso Comercial

En lo que se refiere a establecimientos comerciales existen restaurantes y tiendas en Chachacomani. La demanda por electricidad es pequeña en los péquenos restaurante y tiendas. No hay oficinas ni industrias en pequeña escala en Chachacomani. Las unidades de consumo eléctrico para uso comercial fueron estimadas y se presentan a continuación.

Demanda de Energía para Uso Comercial

Micro-empresa		Artefacto Electrico	No.	Potencia (W)	Consumo Electrico (horas/dia)	Energia (kWh/dia)	Total Consumo (kWh/dia)	Consumo Anual (kWh/año)
1	Café pequeño	Luz CF	2	12	5	0.12		
		Luz 60W	1	60	5	0.3		178
		Radio	1	20	6	0.12	0.59	(300dias/año)
2	Tienda Pequeña	Luz CF	2	12	3	0.072		
		Luz 60W	2	60	2	0.24		129
		Radio	1	20	4	0.08	0.43	(300dias/año)

Fuente: JICA Study Team

(3) Demanda para Establecimientos Públicos

Los establecimientos públicos existentes son un centro comunitario, escuela y clínica de salud. La unidades de consumo eléctrico para los establecimientos comerciales fueron estimados y resumidos como sigue.

Demanda de Energía para Establecimientos Públicos

Establecimiento Publico		Artefacto Electrico	No	Energía (W)	Consumo Electrico (horas/día)	Energía (kWh/día)	Total Consumo de Energía (kWh/día)	Consumo Anual de Energía (kWh/día)
1	Centro	Luz CF	4	12	2	0.096		
	Comunitario	Luz 60W	2	60	1	0.12		
	(Pequeño)	TV color 19"	1	60	1	0.06		
		VCR	1	120	1	0.12		129
		Equipo Estereo	1	55	1	0.055	0.50	(260 dias/año)
2	Escuela	Luz CF	12	12	3	0.432		
	(3 aulas)	Luz 60W	4	60	3	0.72		
		TV color 19"	1	60	3	0.18		
		VCR	1	120	1	0.12		361
		Equipo Estereo	1	55	1	0.055	1.66	(230 dias/año)
3	Clinica Salud	Luz CF	5	12	5	0.3		
	(Pequeña)	Luz 60W	3	60	5	0.9		
		VHF radio Stand by	1	2	12	0.024		414
		VHF radio	1	30	1	0.03	1.38	(300 dias/año)

Fuente: JICA Study Team

(4) Demanda Total Estimada

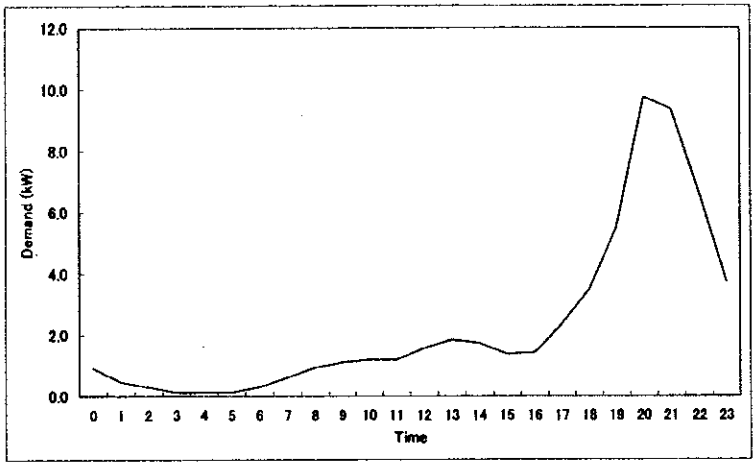
Para estimar el total de la demanda eléctrica, se proyecto la cantidad de establecimientos en consideración al desarrollo futuro del área del proyecto.

Los datos proyectados para los establecimientos son:

Item		Numero
Vivienda	Grande	14
	Pequeña	56
Café	Pequeña	3
Tienda	Pequeña	4
Centro Comunitario	Pequeño	1
Escuela	Pequeña	1
Clinica de Salud	Pequeña	1

Fuente: JICA Study Team

Basados en los datos anteriores se calculó el total de la demanda de electricidad. La curva de la demanda diaria de energía se estimo como se ve en la siguiente figura. La demanda pico es de alrededor 9.7 kW, que sucede entre las 20:00 y 21:00



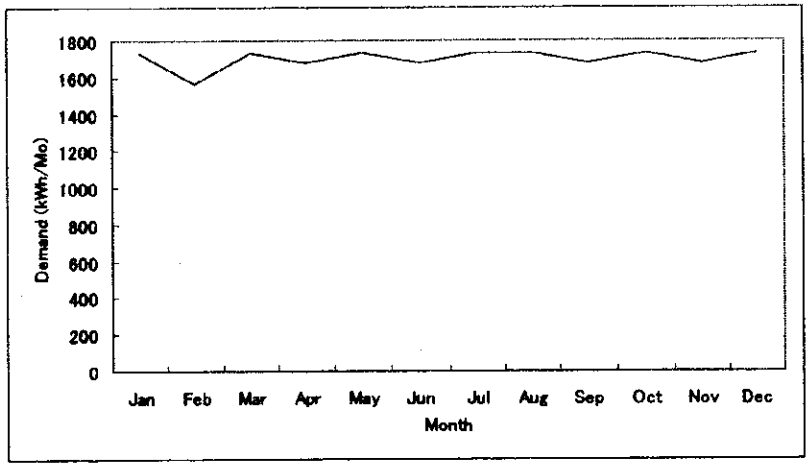
Curva de Demanda Diaria Estimada

La demanda diaria fue tambien calculada como se presenta en la figura siguiente. Como se señala, la demanda anual de electricidad fue estimada en 20.440 kWh.

Demanda Mensual de Energía en Chachacomani

Mes	Demanda kWh/Mes
Ene	1736
Feb	1568
Mar	1736
Abr	1680
May	1736
Jun	1680
Jul	1736
Ago	1736
Sep	1680
Oct	1736
Nov	1680
Dic	1736
Total	20,440

Fuente: JICA Study Team

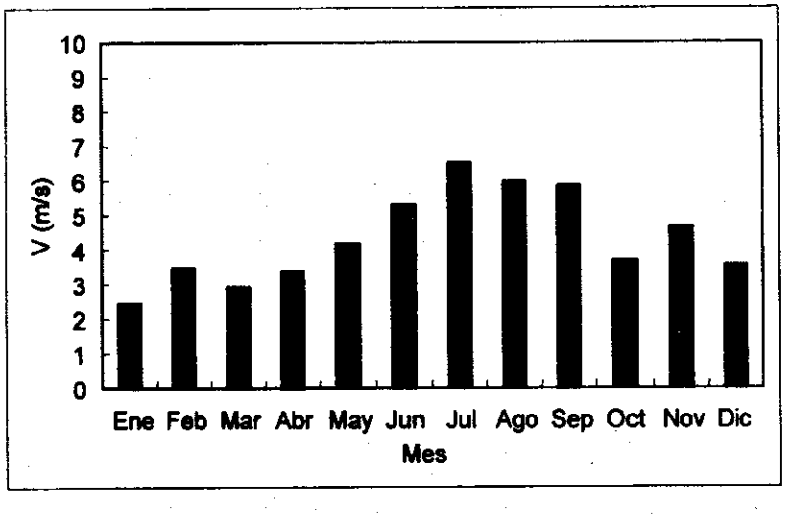


Curva de la Demanda Anual Estimada

7.3 Análisis de Información Eólica

7.3.1 Análisis de Información de Vientos

Los promedios de velocidad del viento mensual y diaria a 20 metros sobre el nivel de la tierra se muestran en el siguiente cuadro. El promedio anual de velocidad de viento en Chachacomani es de 4.31 m/s, el promedio mensual de Junio a Noviembre es alto de 5.3 m/s, mientras que de Diciembre a Mayo es bajo de 3.3 m/s. Esto indica que existe una variación de mes a mes.



Promedio Mensual de Velocidad del Viento (m/s)

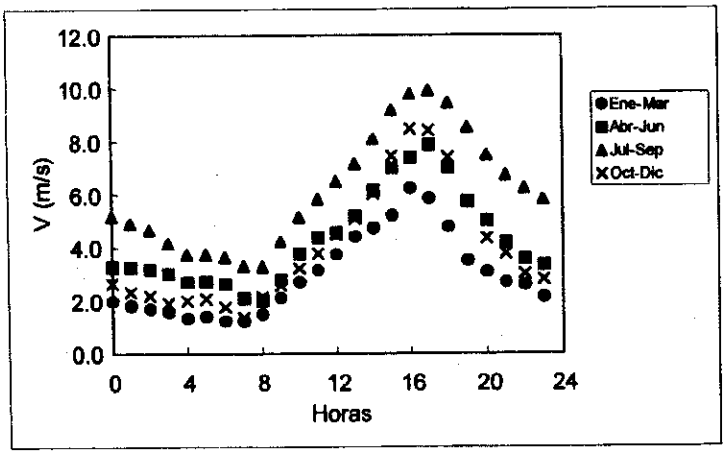
Promedio Mensual de Velocidad del Viento (m/s)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Velocidad Promedio (m/s)	2.5	3.5	2.9	3.4	4.2	5.3	6.5	5.9	5.8	3.7	4.6	3.5

Fuente: JICA Study Team

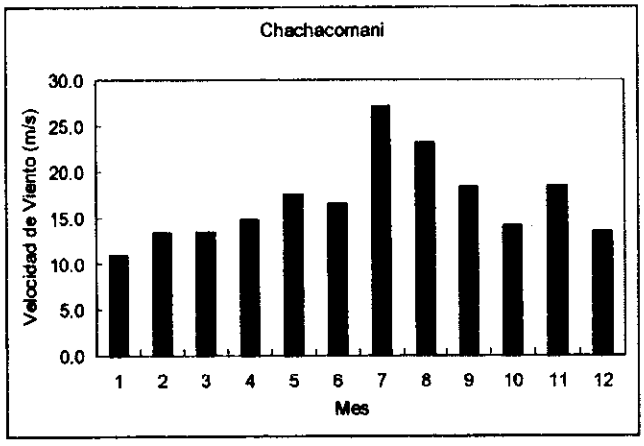
De acuerdo a la matriz de velocidad diaria, el viento sopla fuerte entre las 12:00 a 21:00 cuando la demanda de electricidad es alta. Por otra parte, el viento sopla muy debilmente entre las 0:00 a 9:00, particularmente de Octubre a Diciembre y de Enero a Marzo.

Tomando en cuenta este hecho, se requiere un sistema hibrido de generacion con una fuente alterna de energía para proveer de energía estable.



Promedio Diario de Velocidad de Viento (m/s)

La velocidad maxima mensual de 10 minutos promedio a 20 metros sobre el nivel de tierra en Chachacomani se muestra a continuación. El promedio anual de la velocidad máxima de viento es de 14.5 m/s. Los resultados indican que no hay vientos extraordinariamente fuertes tales como tifones o huracanes.



Velocidad Mensual Maxima de Viento (m/s)

Velocidad Mensual Maxima de Viento (m/s)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio Velocidad (m/s)	10.9	13.3	13.4	14.8	17.5	16.6	27.1	23.2	18.3	14.1	18.4	13.5

Fuente: JICA Study Team

El promedio mensual de viento direccional se muestra en la Figura 7.1 En Chachacomani, no existe una dirección en la que el viento sea particularmente fuerte de Diciembre a Mayo. Velocidad promedio del oeste a oeste noroeste es fuerte de Junio a Noviembre. Por lo tanto es necesario regular las edificaciones en el origen de la corriente.

La tabla 7.3 muestra la distribución y frecuencia del viento direccional en Chachacomani. Esta figura muestra que la velocidad direccional tiene frecuencia mas alta de Oeste a noroeste.

La figura 7.2 muestra la frecuencia de distribución del viento. No hay una dirección particular del viento de Diciembre a Abril. El viento direccional tiene una alta distribución del Oeste al Oeste Noroeste de Mayo a Noviembre correspondiendo a la dirección de los vientos fuertes.

La figura 7.3 muestra la distribución de probabilidades de Weibull en Chachacomani. Las variaciones de velocidad de viento son bien descritas con el modelo del parámetro "k" y la escala del parámetro "A". El valor de "k" determina la forma de la curva. El valor de "A" determina la distribución de horas con alta velocidad. El promedio anual del parámetro k es 1.03 y A es 4.1. Puesto que el viento fuerte sopla solamente durante

las tardes, la diferencia del promedio de velocidad de viento en la mañana y la tarde hace que la forma del parámetro "k" sea pequeña.

La tabla 7.4 muestra la energía de la densidad de viento. El poder del viento varia linealmente con la densidad del aire. La densidad del aire varia con la presión y temperatura. En general, la energía de la densidad del viento es pequeña en Chachacomani debido a la altura. El sitio con una densidad superior a 150 W/m2 se encuentra a 10 metros sobre el nivel de la tierra y es adecuado para el desarrollo de energía eólica. El promedio de la densidad del viento es menor en Chachacomani, sin embargo el valor de la tarde hasta el anochecer es alto debido a el patrón de velocidad de viento.

La tabla 7.5 muestra la intensidad de la turbulencia que es relativa a la velocidad del viento y el terreno. La intensidad de la turbulencia es definida como el relación entre la desviación standard de la velocidad del viento con respecto a la velocidad del viento. El lugar con una turbulencia bajo 0.3 se encuentra a 20 metros sobre el nivel de tierra y es conveniente para el desarrollo de energía eólica. La intensidad de la turbulencia en Chachacomani esta bajo 0.3 excepto en dirección de Este a Sudeste. Existe una Iglesia en la Dirección Este a Sudeste y el efecto de la turbulencia puede evitarse realizando la instalación a 200 metros de esta edificación.

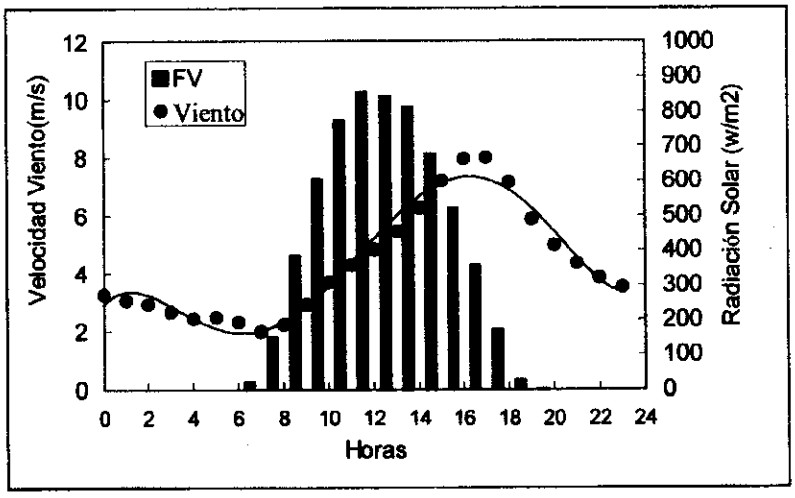
7.3.2 Relación Complementaria entre Viento y Energía Solar

Existen variaciones diarias y temporales del patrón de velocidad de viento. Lo que hace difícil el obtener energía estable de un sistema de generación eólica independiente. Sin embargo existen relaciones complementarias entre viento y energía solar en Chachacomani.

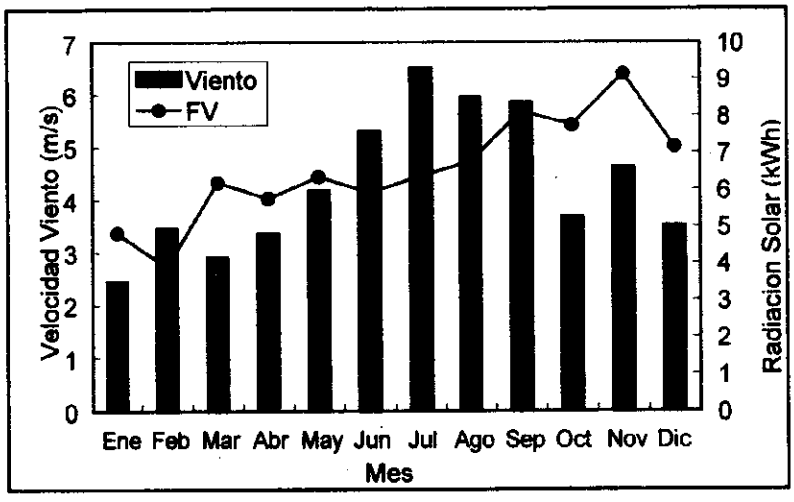
La figura siguiente muestra la relación complementaria entre la velocidad del viento y la radiación solar en Chachacomani. El potencial de energía solar es alto entre las 9:00 y 15:00 horas cuando el viento es todavía bajo, mientras que el viento fuerte es entre las 12:00 y 21:00 que es cuando la radiación solar es débil. Por lo tanto, se sugiere la planificación de un sistema eólico y FV combinados en un sistema híbrido para la obtención de energía estable.

En la segunda figura, el promedio mensual de la velocidad de viento y el de energía solar son resumidos presentando un promedio mensual para Febrero del 2000 hasta Enero 2001. La relación complementaria no es identificable en esta figura.

Existe una relación geográfica complementaria entre el viento y la energía solar en altura. El potencial de viento en la altura es mas bajo debido a los bajos valores de la densidad de aire. Por otra parte, la radiación solar es mas alta en la altura debido a la pureza del aire.



Velocidad Diaria vs. Radiación Solar en Chachacomani



Velocidad Mensual vs. Radiacion Solar en Chachacomani

7.4 Formulación de un Esquema Optimo

Un generador de viento independiente no tiene la suficiente capacidad de generación eléctrica diaria en Chachacomani, a pesar de que existe una alta demanda de electricidad de oficinas y escuelas. Para una generación eléctrica mas estable, la generación eólica debe ser combinada con otra fuente de energía.

Las opciones de combinación son:

1. Sistema Híbrido Eólico – Diesel
2. Sistema Híbrido Eólico – FV
3. Sistema Híbrido Eólico – Micro Hidro Energía

De acuerdo a la política del VMEH, la instalación de un generador a diesel no es recomendable para electrificación rural debido al costo alto de operación y efectos en el medio ambiente. La Micro Central Hidroeléctrica es otra alternativa, y existe una fuente apropiada cerca de Chachacomani. Tambien se estudiará el sistema híbrido eólico con energía solar para Chachacomani debido a la relación complementaria favorable entre viento y radiación solar.

Antes de la selección del sistema híbrido se realizo un estudio para la combinación mas optima de cada sistema, Eólico - Micro Hidroenergía y Eólico – Solar.

Para el sistema eólico – micro hidroenergía, la selección de la mejor combinación de las fuentes de energía fue realizada en base a los análisis hidrológicos y una comparación de costo del sistema combinado. La mejor combinación fue la de eólico-FV la que fue seleccionada usando el mismo método aplicado para Charaña y Caripe.

La evaluación de la mejor combinación de sistemas híbridos son:

1) Eolico-Micro Hidroenergía: Energía Eolica de 20kW y una micro hidro energía de 3 kW.
2) Eólico-FV: Energía eólica de 40 kW y un sistema FV de 9 kWp

El costo estimado del sistema híbrido eólico-microhidroenergía y el eólico-FV es de US$ 326.536 y US$ 475.092 respectivamente, esto nos muestra que el sistema

combinado con Micro Central Hidroeléctrica es preferible. Además, la capacidad de la batería del sistema eólico-Micro hidro energía es menor que la del sistema eólico-FV, lo que reduce el costo de mantenimiento para el sistema con Micro Hidro Energía.

A través de este análisis, fue seleccionado el sistema eólico-micro hidro energía como el optimo para ser desarrollado en el proyecto eólico de Chachacomani.

7.5 Diseño Preliminar y Estimación de Costo

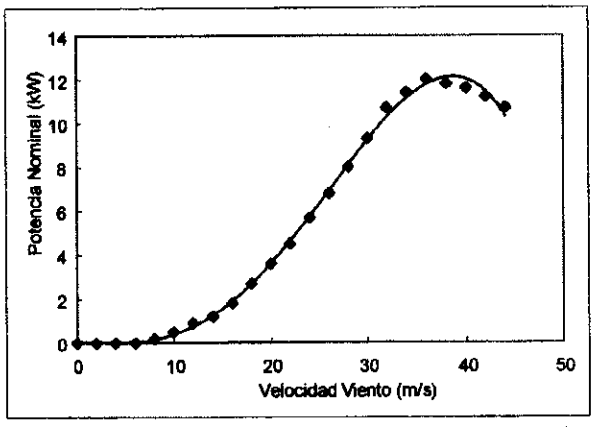
7.5.1 Diseño Preliminar para una Turbina de Viento

(1) Diseño Preliminar Energía Eólica

Varios tipos de turbinas de viento existen en el mundo. La selección de la turbina fue hecha tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La torre de viento seria instalada usando una grúa, tomando en cuenta las condiciones del camino hasta el lugar del proyecto y su fácil mantenimiento.
- Deben tener experiencia de operación en países en desarrollo
- Deben tener experiencia en sistemas híbridos eólico/MCH
- Debe ser vendida por agentes establecidos en Bolivia, Sud /Norte América.

Por las razones anteriormente señaladas fue seleccionada para calcular la potencia de la turbina BWC 10kW para el proyecto. La curva de rendimiento y la generación de energía proyectada para una turbina BWC 10kW se muestra en las siguientes figuras:



Curva de Rendimiento de la Turbina BWC 10kW

Estimación de la Energía Proyectada

A : Input

[redacted]	10 kW

B : Result

Wind Speed at hub high	5.44 m/s
Air density	0.955 kg/m^3
Air density ratio	0.78
Average power output	1.73 kW
Annual energy output	11241 kWh/year
Monthly energy output	955 kWh/Mo
Daily energy output	30.80 kWh/day
Capacity Factor	12.8 %
Availability	79 %

V (mph)	kW	Wind Probability (f)	Net kW
0	0	2.091%	0.00
2	0	8.094%	0.00
4	0	10.264%	0.00
6	0	10.920%	0.00
8	0.2	10.706%	0.02
10	0.5	9.967%	0.05
12	0.9	8.933%	0.08
14	1.2	7.768%	0.09
16	1.8	6.587%	0.12
18	2.7	5.465%	0.15
20	3.6	4.448%	0.16
22	4.5	3.557%	0.16
24	5.7	2.799%	0.16
26	6.8	2.170%	0.15
28	8	1.659%	0.13
30	9.3	1.252%	0.12
32	10.7	0.933%	0.10
34	11.4	0.688%	0.08
36	12	0.501%	0.06
38	11.8	0.361%	0.04
40	11.6	0.257%	0.03
42	11.2	0.182%	0.02
44	10.7	0.127%	0.01
	Totals :	100%	1.73

Fuente: JICA Study Team

(2) Diseño Preliminar para Micro Central Hidroeléctrica

La siguiente figura muestra una estimación de la generación mensual del sistema hídrico de Chachacomani. Para reducir el costo del sistema híbrido, la micro central hidroeléctrica será diseñada para producir energía estable a través del año. Como un esquema optimo, la capacidad instalada de la micro central hidroeléctrica esta diseñada para 3.0 kW.

Estimación de la Energía Proyectada

A : Input

Rated power output	10 kW
Weibull shape parameter k	1.48
Weibull scale parameter c	6.0
Wind Speed at anemo. high	4.7 m/s
Time period (Annual)	8760 hr
Time period (Month)	744 hr
Time period (Day)	24 hr
Anemo. Height	20 m
Altitude	4149 m
Temperature	6.0 ℃
Barometric pressure	765 hPa
Terrain roughness	0.25 m
Hub height	36 m
Pef. Safety Margin	5 %
Standard air density	1.225 kg/m^3
Std. Barometric pressure	1013 hPa

B : Result

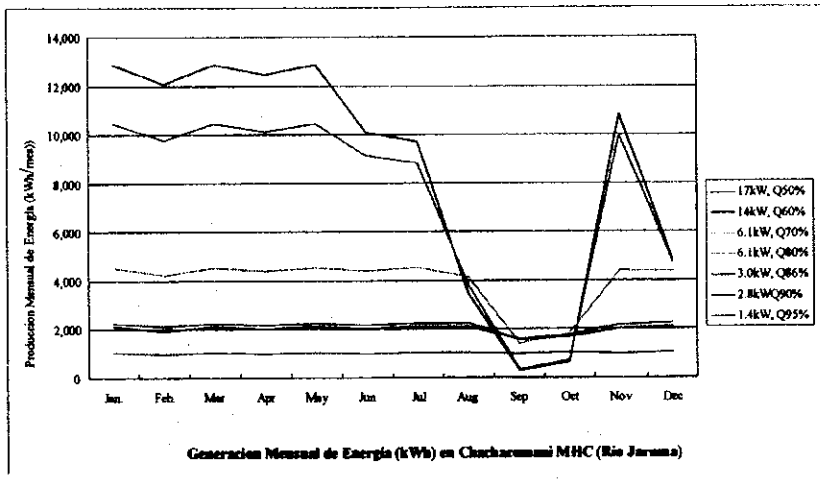
Wind Speed at hub high	5.44 m/s
Air density	0.955 kg/m^3
Air density ratio	0.78
Average power output	1.73 kW
Annual energy output	11241 kWh/year
Monthly energy output	955 kWh/Mo
Daily energy output	30.80 kWh/day
Capacity Factor	12.8 %
Availability	79 %

V (mph)	kW	Wind Probability (f)	Net kW
0	0	2.091%	0.00
2	0	8.094%	0.00
4	0	10.264%	0.00
6	0	10.920%	0.00
8	0.2	10.706%	0.02
10	0.5	9.967%	0.05
12	0.9	8.933%	0.08
14	1.2	7.768%	0.09
16	1.8	6.587%	0.12
18	2.7	5.465%	0.15
20	3.6	4.448%	0.16
22	4.5	3.557%	0.16
24	5.7	2.799%	0.16
26	6.8	2.170%	0.15
28	8	1.659%	0.13
30	9.3	1.252%	0.12
32	10.7	0.933%	0.10
34	11.4	0.688%	0.08
36	12	0.501%	0.06
38	11.8	0.361%	0.04
40	11.6	0.257%	0.03
42	11.2	0.182%	0.02
44	10.7	0.127%	0.01
	Totals :	100%	1.73

Fuente: JICA Study Team

(2) Diseño Preliminar para Micro Central Hidroeléctrica

La siguiente figura muestra una estimación de la generación mensual del sistema hídrico de Chachacomani. Para reducir el costo del sistema híbrido, la micro central hidroeléctrica será diseñada para producir energía estable a través del año. Como un esquema optimo, la capacidad instalada de la micro central hidroeléctrica esta diseñada para 3.0 kW.



Estimación de Potencia

(3) Estimación de Potencia

El total de generación del proyecto eólico de Chachacomani, incluyendo la micro central hidroelectrica esta estimado en 42.671 kWh, como se resume a continuación.

Generación Mensual en Chachacomani

Mes	Generación KWh/Mes
Ene	3417
Feb	2648
Mar	3087
Abr	2965
May	3270
Jun	3609
Jul	3812
Ago	4695
Sep	3787
Oct	4256
Nov	3236
Dic	3888
Total	42671

7.5.2 Sistema Eólico Propuesto

Como se explico anteriormente, el sistema de generación de energía en Chachacomani consiste de una turbina de viento y una MCH.

La tabla siguiente nos muestra especificaciones del sistema principal y el sistema propuesto como se presenta en la figura 7.4. Un mapa de instalación tambien se presenta en la figura 7.5

Especificaciones del Sistema de Generación de Energía en Chachacomani

Item	Capacidad	
Turbina de Viento	20	kW
MCH	3	kW
Inversor	14	kVA
Conversor	10	kVA
Bateria	4	kAh

Fuente: JICA Study Team

7.5.3 Costo Estimado

(1) Condiciones para la Estimación

La estimación de costo fue realizada asumiendo las siguientes condiciones:

1) Todos los costos fueron estimados a un nivel de precios de Junio 2001.
2) Importación de equipo y materiales fueron estimados basados en tarifas internacionales de desaduanaje, incluyendo costos por impuestos.
3) Los trabajos de construcción serán en base a contratos en lugar de participacion de gente del lugar.
4) Los costos administrativos y de ingeniería fueron estimados en 9% del costo de construcción.
5) IVA (13%) e impuesto de transacción (3%) fueron estimados e incluidos en el costo.
6) Las tasas de cambio aplicadas son: US$ = Bs. 6.53, US$ = JPY 120.5

(2) Costo Total de la Construcción

El costo financiero estimado para la construcción total es de US$ 294.674, y se resume a continuación. La tabla 7.6 indica detalles del costo de construcción.

Costo Total de Construcción

Unidad : US$.

Item	Costo
1. Generador de Viento, Sistema FV, etc.	**209,242**
2. Linea de Distribución	**15,000**
3. Trabajos de Instalación	**30,000**
4. Transporte	**16,598**
5. Costo Directo Total	**270,840**
6. Servicios Administrativos e Ingeniería.	**23,834**
Costo Total de Construcción	**294,674**

Fuente: JICA Study Team

7.5.4 Calendario de Construcción

El calendario de construcción para la implementaron del proyecto de Chachacomani fue formulado basado en las siguientes condiciones:

- El diseño detallado será completado en 4 meses.
- Los principales trabajos de construcción para energía eólica y energía hídrica serán realizados en la estación seca.
- Para la eficiente implementación del diseño y supervisión de la construcción, consultores de experiencia serán empleados.
- Incluyendo el periodo de adjudicación, el levantamiento de la torre y la MCH será completado en de 8 meses.

Asumiendo que el tiempo requerido para el diseño es de 4 meses, el periodo necesario para completar el proyecto es cerca de 12 meses, como se puede ver en la figura 7.6.

7.6 Implementación y OM

Luego de analizar las organizaciones existentes y con el objeto de desarrollar la electrificación rural sostenible para el proyecto de energía eólica en Chachacomani, la siguiente estructura de implementación y sistema de operación y mantenimiento fueron propuestos.

(1) Organización para Implementación

La Figura 7.7 presenta la organización propuesta para la implementación del proyecto de energía eólica en Chachacomani. La Municipalidad de Chachacomani esta a cargo de la implementación de la totalidad del proyecto, se contrata a consultores/ONG locales para la instalación del sistema generación de eólica y el entrenamiento de operación y mantenimiento. Sin embargo, no existe ninguna experiencia en proyectos de energía eólica en Bolivia. Consultores extranjeros experimentados serán empleados en la fase inicial debido a la limitación de conocimientos y experiencias en proyectos de energía eólica. Se propone el siguiente procedimiento para la implementación:

DUF (fuente del financiamiento)

- Evaluar, aprobar y financiar un proyecto presentado por la municipalidad de Chachacomani en cooperación con el VMEH

VMEH (Soporte técnico)

- Guiar al DUF en lo que se refiere al soporte técnico en el desarrollo de electrificación rural cuando el DUF evalúa el proyecto aplicado por la municipalidad de Chachacomani

Chachacomani Municipalidad (Implementación)

- Dar una guía esquematica del proyecto y las responsabilidades del usuario incluso el pago inicial y cuota mensual para los usuarios locales
- Hacer un acuerdo con el CER/Cooperativa después de recibir el requerimiento del proyecto de electrificación rural
- Preparar el proyecto con el soporte técnico de la prefectura de Oruro y/o consultores/ONG, y solicitar financiamiento del DUF
- Seleccionar una compañía privada o ONG que maneje y dirija la implementación completa del proyecto. (Sin embargo, la municipalidad de Chachacomani tiene una capacidad limitada para manejar la implementación del proyecto. Consultores/ONG serán empleados por la municipalidad para la provisión de los servicios necesarios tales como la selección de proveedor/operador y ayuda en la provisión y supervisión de todo el proyecto)

Sector Privado / ONG (instalación y entrenamiento para operación y mantenimiento)

- Instalar el sistema y llevar a cabo capacitación para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos de CER/cooperativa

CER/Cooperativa (beneficiarios)

- Organizar un Comité de Electrificación Rural (CER) o la cooperativa después de recibir la guía esquematica del proyecto y las responsabilidades de los beneficiarios incluso en lo referente al pago inicial y cuota mensual a través de la municipalidad y/o consultores/ONG
- Solicitar el proyecto de electrificación rural y hacer un acuerdo con la municipalidad de Chachacomani
- Proporcionar la fuerza laboral y algunos materiales preparados en la comunidad en especie en caso de proyectos de energía eólica
- Recibir el entrenamiento para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos del CER

Oruro Prefectura (soporte técnico o implementación)

- Apoyar a las municipalidades en la preparación del proyecto cuando la municipalidad de Chachacomani aplica al DUF
- En caso de que un proyecto no sea llevado a cabo a través del DUF, la prefectura de La Paz sera responsable en la aplicación del proyecto con la cooperación del VMEH

(2) Sistema de Operación y Mantenimiento

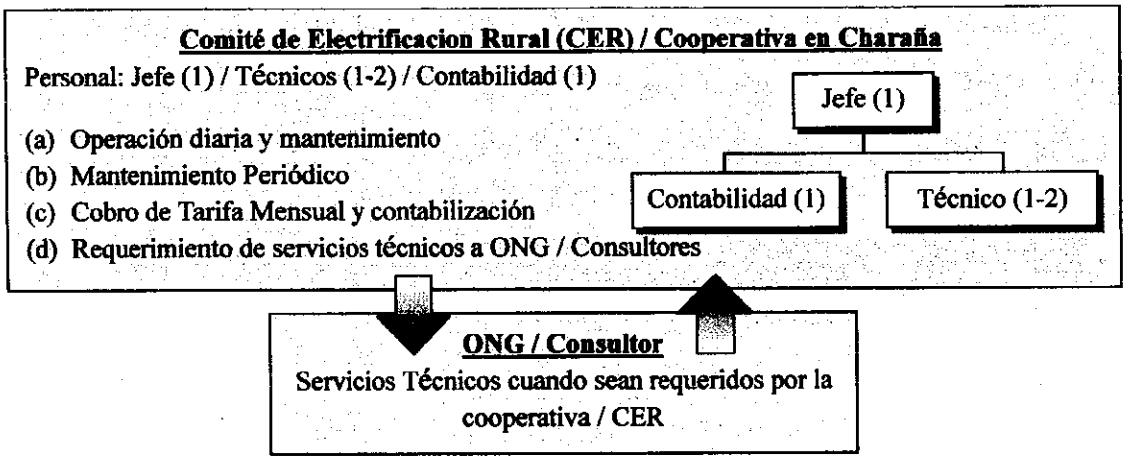
Los cnsultores/firmas de ingeniería locales deben recibir traspaso de tecnología en cuanto a la operación y mantenimiento de consultores extranjeros experimentados y acumular el know-how para la continua operación y mantenimiento de los proyectos de energía eólica. Los técnicos del CER/cooperativa deben ser capacitados en la operación y mantenimiento por los consultores y una compañía de ingeniería que está a cargo de la instalación durante la implementación del proyecto. La operación y mantenimiento propuestos para su conducción por el CER/Cooperativa es a través del siguiente sistema.

a) CER / cooperativa

- ser responsable de la operación diaria y mantenimiento.
- llevar a cabo mantenimiento periódico.
- recolectar tarifa mensual y contabilizarla.
- requerir servicios técnicos de los consultores/ONG

b) ONG / consultores

- Dar servicios técnicos cuando sean requeridos por el CER/cooperativa (bajo un contrato de servicio de mantenimiento)



El técnico de CER tiene que conducir los siguientetes inspección para la operación y mantenimiento.

Daily inspection:	• rotor (sound, rapid inspection) • tower (vibration, inclination, fastening of bolts) • battery (offensive smell, volume of liquid, rapid inspection) • control device (figure of meter, offensive smell, connected parts, rapid inspection) • preparation of daily working report
Periodical inspection (every month):	• battery (voltage, gravity, connected parts) • cleaning of control house (every week) • distribution lines (lines, telegraph pole)
Periodical inspection (every year):	• rotary engine (braid, edge tape, bolts, etc.) • tower (coating, bolts, etc.)

CAPÍTULO 8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

8.1 Evaluación Económica y Financiera

8.1.1 Evaluación Económica

La viabilidad económica de los tres proyectos de energía eólica es examinada computando la Tasa Económica Interna de Retorno (TEIR), la que es calculada sobre la base de los siguientes supuestos.

(1) Supuestos Básicos

La evaluación económica del proyecto propuesto es examinada sobre la base de los siguientes supuestos.

1) Vida del Proyecto

Se supone que la vida del proyecto propuesto alcanzara los 20 años incluyendo el periodo de seis meses de construcción, tomando en cuenta que el periodo de vida economica de la turbina a viento y de la instalación principal de los proyectos.

2) Nivel del precio y escalada del precio

Todos los costos y beneficios son estimados a los niveles de precios de junio 2001. La escalada de precios no es tomada en cuenta en la evaluación con el fin de derivar el impacto de la TEIR neta de la escalada del precio.

3) Tasa de cambio

Las tasas de cambio aplicadas, son:

US$1=120.5 Yen = 6.53 Bolivianos

El análisis es hecho y mostrado en US dólares.

4) Costo Económico

Los costos económicos son derivados tomando los impuestos locales y subsidios de los costos financieros.

<u>Costo Económico del Proyecto</u>

Los costos económicos del proyecto son resumidos a continuación.

Costos económicos del Proyecto de energía eólica (US$)

	Unid	Costo Unit	Charana		Caripe		Chachacomani (W-M)	
			Unida	Cost	Unida	Cost	Unida	Cost
Turbina de	kW	2,700	80	216,000	10	27,000	20	54,000
Sistéma FV	kW	7,000	16	112,000	4	28,000	0	0
PCH	kW	34,250	0	0	0	0	3	102,749
Inverso	kVA	500	64	32,000	8	4,000	14	7,000
Conversor	kVA	180	20	3,600	0	0	10	1,800
Bateria	kAh	500	44	22,000	8	4,000	4	2,000
Control Casa	(1/village)	10,000	1	10,000	1	10,000	1	10,000
Materiales Instalacion	kW	690	96	66,207	14	9,655	20	13,793
Trabajos	kW	603	96	57,931	14	8,448	20	12,069
Transporte	kg	8	11,200	92,946	1,800	14,938	2,000	16,598
Linea de dist.secundaria	km	3,409	-	29,904	-	9,200	-	12,500
Administratcin (8.8%)	-	-	-	56,548	-	10,141	-	20,461
Costo Inv. Total	-	-	-	699,136	-	125,382	-	252,969

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Vida Economica de la Energía Eólica

La vida economica de las principales instalaciones es estimada de acuerdo al siguiente detalle.

Vida Economica del Equipo Mayor

Turbina de viento	20 Años
FV/PCH	20 Años
Inversor	10 Años
Conversor	10 Años
Batería	6 Años
Control Casa	20 Años
Líneas secundarias de Dist.	20 Años

Se suponga que el valor residual sea cero dado que todo el equipo va a ser usado hasta el final de su duración.

Costo Económico de O&M

Los costos de la operación anual y mantenimiento de las instalaciones del proyecto son estimados como sigue.

Viento FV /energía PCH: 2% de la inversión
Líneas de Distribución: 2.5% de la inversión

5) Beneficio Económico

Los beneficios económicos son derivados tomando los impuestos locales y los subsidios de los costos financieros.

Los costos del sistema alternativo con costo mas bajo, es decir sistema de generación potenciado a motor diesel con la capacidad de generar la misma cantidad de electricidad como la propuesta por el proyecto de energía eólica, son considerados como el beneficio económico.

Costo de inversión del Sistema de generación a Diesel

El costo de inversion del sistema alternativo de generacion a diesel es estimado como sigue.

Costo de Inversion del Sistema de Generacion a Diesel

	Unit	Unit Cost	Charana		Caripe		Chachacomani	
			Units	Cost	Units	Cost	Units	Cost
Capacity of the Diesel Generator	kW	750	65	48,750	10	7,500	20	15,000
Automatic Transfer Switch	-	1,910	1	1,910	1	1,910	1	1,910
Protection Box	-	917	1	917	1	917	1	917
Building	-	1,500	1	1,500	1	1,500	1	1,500
Secondary Distribution Lines	km	-	-	29,904	-	9,200	-	12,500
Total	-	-	-	82,981	-	21,027	-	31,827

Fuente: JICA Study Team

Costo O&M

Los costos anuales de operación y mantenimiento del sistema alternativo de generación a diesel son estimados como sigue.

Sistema de generación a Diesel: 5% de la inversión
Líneas de distribución: 2.5% de la inversión

Costo del Diesel

Costo económico del diesel oil en Charaña, Caripe y Chachacomani es como sigue.

Costo económico del Diesel Oil (Bs./Litro)

Charaña	Caripe	Chachacomani
3.19	3.28	3.28

Los costos anuales del diesel oil en los tres lugares son calculados sobre la base de la generación de energía estimada..

Generación Anual de Energía y Costo del Diesel Oil

	Charaña	Caripe	Chachacomani
Generación de Energía (kWh/A)	122,560	22,643	42,671
Consumo de Combustible	53,420	13,032	20,405
Costo Diesel Oil (US$/A)	26,096	6,546	10,250

Vida Ecomomica del Sistema de Generación a Diesel

La vida de las principales instalaciones se estima de acuerdo a lo siguiente.

Vida Economica del Equipo Mayor

Generador Diesel	10 Años
Interruptor automático de transferencia	10 Años
Caja de protección	10 Años
Construcción	10 Años
Líneas secundarias de distribución	20 Años

Se suponga que el valor residual sea cero en vista de que todo el equipo debe ser usado hasta el final de su capacidad.

(2) Resultados del Análisis económico

La TEIR de los tres proyectos sobre la base de los supuestos antes descritos es computada tal como se muestra en las Tablas 8.1 y 8.3, usando el costo económico y la corriente de beneficio antes indicada.

TEIR de los Proyectos de energía eólica

Charaña	Caripe	Chachacomani
-2.6%	1.0%	-0.9%

Las TEIRs de los proyectos en Charaña y Chachacomani son negativa ligeramente, y otro lado en Caripe es positiva. Sin embargo, se espera que los costos de la turbina a viento, inversor, conversor y sistemas FV, desciendas en el futuro. Si es que la demanda por los sistemas de energía eólica crece en el futuro, el precio unitario posiblemente descendería más. Es calculado que la inversión costó de los

proyectos en Charaña y Chachacomani tiene que bajar respectivamente por 22% y 8% para lograr ceros TEIR, ie., la oportunidad costó de los proyectos.

A la luz de la posible reducción de precios de los sistemas de energía eólica así como de las consideraciones medio ambientales de la energía a diesel, los tres proyectos propuestos de energía eólica deben ser considerados como una opción viable a ser elegida en las tres áreas respectivas.

8.1.2 Evaluación Financiera

La viabilidad financiera de los tres proyectos de energía eólica es examinada computando la tarifa de energía que cubre el costo de OM de los proyectos.

(1) Supuestos Básicos

La evaluación financiera del proyecto propuesto es examinada sobre la base de los siguientes supuestos. Supuestos tales como la vida del proyecto, el nivel de precios y la escalada de la tasa de cambio, la vida economica del equipo y los costos OM son los mismos como para el caso de la evaluación económica.

1) Costo Financiero del Proyecto

Los costos financieros del proyecto son estimados como sigue.

Costos Financieros del Proyecto de los Proyectos de energía eólica

	Unid	Costo	Charana		Caripe		Chachacomani (W-M)	
			Unida	Cost	Unida	Cost	Unida	Cost
Turbina de	kW	3,238	80	259,070	10	32,384	20	64,768
Sistema FV	kW	8,746	16	139,933	4	34,983	0	0
PCH	kW	40,000	0	0	0	0	3	120,000
Inversor	kVA	600	64	38,381	8	4,798	14	8,396
Conversor	kVA	216	20	4,318	0	0	10	2,159
Bateria	kAh	580	44	25,520	8	4,640	4	2,320
Control Casa	(1Millage)	11,600	1	11,600	1	11,600	1	11,600
Materiales de Instalacion	kW	800	96	76,800	14	11,200	20	16,000
Obras Instalacion	kW	700	96	67,200	14	9,800	20	14,000
Transporte	kg	8	11,200	92,946	1,800	14,938	2,000	16,598
Linea secundaria de	km	4,091	-	35,885	-	11,040	-	15,000
Administracion (8.8%)	-	-	-	66,145	-	11,914	-	23,834
Costo Total inversion	-	-	-	817,798	-	147,296	-	294,674

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Las tasas de impuestos que incluyen los costos financieros son presentadas a continuación.

Impuestos a los Productos Locales

IVA (Impuesto al valor agregado):	13% para todas las categorias de productos
Impuesto a la transacciones:	3% de todas las categorias de productos

Impuestos a los Productos Importados

IVA efectivo:	14.94% para todas las categorías de productos
Imp. a las Importaciones:	% (turbina de viento, PCH, inversor, conversor)
	10% (Sistema FV)
	20%* (líneas de distribución)

* La tasa es ajustada en consideración a los diferentes proyectos usados para instalar las líneas de distribución

2) Demanda de energía

La demanda total anual de energía es resumida en la siguiente tabla.

Demanda de energía

	Charaña	Caripe	Chachacomani
Estimación Hs. Usuarios	150	30	70
Hs. Promedio Hs. Demanda (kWh/Y)	265	252	258
Total Demanda Hs. (kWh/Y)	39,750	7,560	18,060
Total Demanda Industrial (kWh/Y)	25,928	2,391	2,380
Total Demanda anual (kWh/Y)	65,678	9,951	20,440

3) Calculo de la Tarifa Energética para atender los costos e OM

Se calcula la tarifa mínima de energía para el sector residencial que cubra los costos de OM. La tarifa energética para el sector industrial es estimada al 50% mas alto que la de la del sector residencial.

La tarifa mínima de energía es calculada dividiendo el costo anual de OM entre la demanda anual de energía.

De los costos financieros del proyecto, el costo financiero de la OM es estimado a US$9,731 en Charaña, US$1,719 en Caripe y US$4,708 en Chachacomani por año. La tabla a continuación muestra la tarifa mínima de energía para cubrir el costo OM de los proyectos.

Tarifa mínima de energía para cubrir costos OM (US$)

	Charaña	Caripe	Chachacomani
Residencial por kWh	0.12	0.15	0.22
Residencial por Month	2.65	3.15	4.73

(2) Resultados del Análisis Financiero

1) Charaña

Al presente, los usuarios residenciales del sistema de generación a diesel pagan un promedio de Bs30, o US$4,59 por mes por un servicio de tres horas al día en Charaña. Dado que se estima que cada usuario residencial del proyecto de energía eólica de Charaña que usa 265kWh por año, el pago mensual seria US$2.65 (US$0.12/kWh x 265 kWh / 12 meses), la que es menor que la suma que ellos pagan actualmente. El proyecto de energía eólica en Charaña podría recuperar 100% O&M cueste y una parte de la inversión costóa través del tarifa. Bajo la tal condición, el proyecto de energía eólica en Charaña sería financieramente sostenible.

2) Caripe

Al presente, los usuarios residenciales del sistema de generación a diesel pagan un promedio de Bs.34.1, o US$5.22 por mes por kerosene, aceite y/o velas en Caripe. Dado que se estima que cada usuario residencia del proyecto de energía eólica de Caripe usa 252kWh por año, el pago mensual seria US$3.15 (US$0.15/kWh x 252 kWh / 12 meses), que es menor que el monto que ellos pagan al presente. El proyecto de energía eólica en Caripe podría recuperar 100% O&M cueste y una parte de la inversión costóa través del tarifa. Bajo la tal condición, el proyecto de energía eólica en Caripe sería financieramente sostenible.

3) Chachacomani

Al presente los usuarios residenciales del sistema de generación a diesel pagan un promedio de Bs.30, o US$4.59 por mes por el kerosene en Chachacomani. Dado que se estima que cada usuario residencial del proyecto de energía eólica en Chachacomani usa 258kWh por año, el pago mensual seria US$4.73 (US$0.22/kWh x 258 kWh / 12 meses), el cual es ligeramente mayor que la suma que pagan al presente. Sin embargo, el servicio y el beneficio que obtienen por la operación de la generación de 24 horas al día no seria comparable a aquel que tiene

usando lámparas. Seria bien dicho que los proyectos de energía eólica en Chachacomani son sostenibles si el costo de OM es cubierto por la tarifa de la energía.

8.2 Evaluación Inicial de Medio Ambiente

8.2.1 Evaluación Inicial del Medio Ambiente para el Proyecto Eólico de Charaña

El estudio de Evaluación Inicial de Medio Ambiente (EIMA) fue realizado durante la Quinta investigación de campo en Mayo de 2001. Los resultados del estudio no muestran impacto negativo sobre el medio ambiente natural ni tampoco en el medio ambiente social que se puedan prever por la implementación de este proyecto de energía eólica. La siguiente tabla muestra los impactos que se anticipan para el medio ambiente en / alrededor del lugar del proyecto. Los impactos positivos son como sigue:

- Proporcionar a los agricultores del lugar con agricultura irrigada con un sistema de bombeo de agua en lugar de la agricultura alimentada por la lluvia,
- Desarrollar la industria quesera para las oportunidades de trabajo,
- Mejorar los servicios públicos incluyendo las instalaciones publicas para educación y salud publica, y
- Mejorar el orden publico nocturno.

Los problemas que se anticipan por ruidos y obstáculos al paisaje tendrán un impacto insignificante en el medio ambiente social porque la planta de energía será instalada en las afueras del pueblo.

Matriz EIMA para el Proyecto de Energía Eolicia de Charana

		Item	Evaluacion	Observaciones
Social Environment	1	Reasentamiento	-	
	2	Actividades Economicas	○	Agricultura irrigada con sistema de bombeo de agua y la ind. quesera seran promovidos.
	3	Instalac.publicas y de trafico	○	Instalaciones publica incluyendo escuelas y hospitales tendran electricidad.
	4	Distribucion de comunidades	-	
	5	Propiedad cultural	-	
	6	Derechos de agua/Derecho comun	-	
	7	Condicion de la Salud Pca.	○	Se dotara agua limpia mediante el sistema de bombeo de agua.
	8	Basura	-	
	9	Riesgos	○	La iluminacion mejorara la vida noctura en el area rural.
Natural Environment	10	Topografia y Geologia	-	
	11	Erosion del suelo	-	
	12	Agua subterranea	-	
	13	Situacion hidrologica	-	
	14	Zona costera	-	
	15	Flora y fauna	-	
	16	Clima	-	
	17	Paisaje	-	
Pollution	18	Contaminacion Aire	-	
	19	Contaminacion Agua	-	
	20	Contaminacion Suelo	-	
	21	Ruido y vibracion	-	
	22	Asentamiento de la tierra	-	
	23	Olores desagradables	-	

Notes: ○= Impacto positivo, - = Impacto insignificante, △= Impacto Menor, □= Impacto Moderado, ×= Impacto Serio, ? = No es claro
Este Estudio EIMA fue implementado en Mayo 2001, por un consultor en medio ambiente registrado en el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion.
El informe de este estudio EIMA fue enviado al Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion a traves del Viceministerio de Energia e Hidrocarburos.

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.2.2 EIMA para el Proyecto de energía eólica de Caripe

La Evaluación Inicial del Medio Ambiente (EIMA) fue estudiada durante la Quinta investigación de campo en Mayo de 2001. De acuerdo a los resultados del estudio, se prevé un limitado impacto negativo en el lugar del proyecto por la implementación del presente proyecto de energía eólica. Los impactos positivos esperados en el medio ambiente social en el área meta son presentados en la tabla que sigue. La gente del lugar recibirá no solamente electrificación rural pero también beneficios socio económicos como sigue:

- Promover la agricultura irrigada con sistemas de bombeo de agua para los agricultores locales,
- Desarrollar la industria quesera para la generación de ingresos en el área rural,
- Mejorar la función de las instalaciones publicas incluyendo las oficinas de la municipalidad, escuela y hospital, y
- Mejorar la seguridad nocturna mediante la iluminación publica en el área meta.

Dado que la planta de energía eólica debe ser instalada en las afueras del pueblo, los problemas anticipados de ruido y obstáculo del paisaje serán insignificantes para el medio ambiente social de Caripe.

Matriz EIMA para el Proyecto de Energia Eolicia, Oruro

		Item	Evaluacion	Observaciones
Social Environment	1	Reasentamiento	-	
	2	Actividades Economicas	○	Agricultura irrigada con sistema de bombeo de agua e ind. quesera seran promovidas.
	3	Instalaciones publicas y de trafico	○	Instalaciones publicas incluyendo escuelas y hospitales tendran electricidad
	4	Distribucion de comunidades	-	
	5	Propiedad cultural	-	
	6	Derechos de agua/Derecho comun	-	
	7	Condicion de la salud publica	○	Se dotara agua limpia mediante el sistema de bombeo de agua
	8	Basura	-	
	9	Peligros	○	La iluminacion mejorara la vida noctura en el area rural
Natural Environment	10	Topografia y Geologia	-	
	11	Erosion del suelo	-	
	12	Agua Subterranea	-	
	13	Situacion Hidrologica	-	
	14	Zona Costera	-	
	15	Flora y fauna	-	
	16	Clima	-	
	17	Paisaje	-	
Pollution	18	Contaminacion del Aire	-	
	19	Contaminacion del Agua	-	
	20	Contaminacion del Suelo	-	
	21	Ruido y Vibracion	-	
	22	Asentamiento de la tierra	-	
	23	Olores desagradables	-	

Notas: ○ = Impacto Positivo, - = Impacto insignificante, △ = Impacto menor, □ = Impacto moderado, × = Impacto Serio, ? = No es claro
El Estudio EIMA fue implementado en Mayo de 2001 por un consultor registrado en el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion.
El informe de este estudio EIMA fue presentado al Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion a traves del Viceministerio de Energia de Hidrocarburos.

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.2.3 EIMA para el proyecto de energía eólica de Chachacomani

El Estudio Inicial del Medio Ambiente (EIMA) fue llevado a cabo durante la Quinta investigación de campo en Mayo de 2001. Los resultados del estudio muestran que este proyecto de energía eólica no tendrán impacto negativo en/alrededor del lugar del proyecto. Los impactos positivos en el medio ambiente social son resumidos en la siguiente tabla. El proyecto contribuirá a los siguientes beneficios socio económicos así como la electrificación rural en el área meta:

- Introducción de agricultura irrigada con sistema de bombeo de agua para el desarrollo de la horticultura,
- Desarrollo de la industria quesera para las oportunidades de trabajo en el área rural,

- Proporcionar a la gente del lugar con servicios mas calificados para mejorar el medio ambiente social y el bienestar social, y
- Mantener la seguridad y el orden nocturno.

El ruido y el obstáculo anticipado para el paisaje tendrán un impacto insignificante en el medio ambiente social debido a que se planifica la construcción del sistema en las afueras del pueblo.

Matriz EIMA para el Proyecto de Energia Eolicia de Chachacomani, Oruro

		Item	Evaluacion	Observaciones
Social Environment	1	Reasentamiento	-	
	2	Actividades Economicas	○	Irrigated agriculture with water pumping system and cottage industry will be promoted.
	3	Instalaciones publicas y trafico	○	Public facilities including schools and hospitals will be electrified.
	4	Distribucion de comunidades	-	
	5	Propiedad Cultural	-	
	6	Derechos de agua/Derecho comun	-	
	7	Condicion de la Salud Publica	○	Clean water will be provided by water pumping system.
	8	Basura	-	
	9	Riesgos	○	Lighting will enhance safety at night for rural life.
Natural Environment	10	Topografia y Geololia	-	
	11	Erosion del suelo	-	
	12	Agua subterranea	-	
	13	Situacion hidrologica	-	
	14	Zona costera	-	
	15	Flora y Fauna	-	
	16	Clima	-	
	17	Paisaje	-	
Pollution	18	Contaminacionel Aire	-	
	19	Contaminacion del Agua	-	
	20	Contaminacion del Suelo	-	
	21	Ruidos y Vibracion	-	
	22	Asentamiento de la tierra	-	
	23	Olores desagradables	-	

Notas: ○ = Impacto positivo, - = Impacto insignificantes, △ = Impacto menor, □ = Impacto moderado, × = Impacto serio, ? = No es claro

Este estudio EIMA fue implementado en Mayo 2001 por un consultor en medio ambiente registrado en el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion.

El informe de este Estudio EIMA fue presentado al Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificacion a traves del Viceministerio de Energia e Hidrocarburos.

TABLAS

Tabla 1.1 **Promedio Mensual de la Velocidad del Viento en La Paz**

1 Lapaz Ingavi Tiawanacu — UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
87	0	4	3	4	4	3	3	2	4	4	3	4	3.2
88	3	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	1.2
89	4	4	3	3	3	2	2	2	3	4	3	4	3.1
90	4	3	3	2	3	3	2	2	3	4	3	3	2.9
91	3	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3.0
92	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0
93	5	6	4	3	6	5	6	5	4	6	4	5	4.9
94	2	3	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	1.8
95	6	5	5	4	4	4	4	5	6	5	6	6	5.0
96	6	5	6	0	3	0	2	6	7	6	6	7	4.5
97	6	6	6	6	5	6	4	4	5	5	5	5	5.3
98	4	5	6	5	4	4	4	7	6	6	6		4.8
ave.	3.9	4.2	3.7	2.9	3.2	2.7	2.9	3.5	4.4	4.2	3.8	4.4	3.7

(Source : SENAMHI)

2 Lapaz Aroma Collana — UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
89	3	2	2	2	2	2	5	3	4	3	4	2	2.8
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
91	3	3	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	1.5
92	0	0	0	0	4	4	4	4	6	3	0	4	2.4
93	0	0	0	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0.8
94	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	3	3	3.2
95	0	2	2	0	2	0	2	2	3	2	3	3	1.8
ave.	1.0	1.0	0.6	0.5	1.0	1.3	1.9	2.0	2.0	1.1	1.4	1.2	1.3

(Source : SENAMHI)

3 Lapaz Los Ar Hichucota — UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
86	5	4	3	3	3	5	4	5	4	10	6	8	5.0
87	5	9	10	6	7	8	3	4	5	6	5	7	6.3
88	9	6	7	5	6	3	3	3	4	4	4	4	4.8
89	2	3	4	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3.1
90	2	2	3	0	0	0	2	3	3	5	3	7	2.5
91	6	5	0	3	0	2	3	5	8	10	6	2	4.2
92	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
93	2	4	4	0	0	0	3	0	5	7	0	0	2.1
94	4	2	7	2	1	3	3	7	9	8	3	4	4.4
95	2	4	7	0	0	3	3	7	6	7	5	6	4.2
ave.	3.7	3.9	4.6	2.2	2.0	2.6	2.7	3.7	4.7	6.1	3.6	4.1	3.7

(Source : SENAMHI)

4 Lapaz Aroma Ayo Ayo UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
88	10	9	9	8	9	8	8	9	12	8	10	9	9.1
89	10	9	10	11	9	7	10	7	13	11	10	10	9.8
90	8	7	9	9	7	8	8	8	9	11	11	10	8.8
91	9	10	8	9	8	9	9	13	12	14	12	12	10.4
92	10	10	9	12	10	11	11	11	15	12	10	10	10.9
93	9	10	12	10	8	11	11	14	12	12	13	12	11.2
94	11	9	10	10	10	12	12	11	11	11	10	10	10.6
95	8	8	8	9	10	7	7	11	13	12	11	10	9.5
96	10	11	11	8	7	8	9	9	10	9	9	8	9.1
97	7	9	8	8	8	9	10	11	11	9	7	8	8.8
ave.	9.2	9.2	9.4	9.4	8.6	9.0	9.5	10.4	11.8	10.9	10.3	9.9	9.8

(Source : SENAMHI)

5 Lapaz Aroma Patacamaya UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
88	7	8	7	6	7	7	8	7	11	15	10	8	8.4
89	7	8	7	9	6	5	6	6	10	10	6	8	7.3
90	9	8	9	7	6	5	5	8	8	11	10	9	7.9
91	8	9	8	8	5	6	5	9	8	10	8	8	7.7
92	6	6	6	8	6	6	9	9	8	8	5	7	7.0
93	4	4	5	4	4	5	7	4	6	7	4	7	5.1
94	6	6	5	5	4	4	6	7	7	6	6	6	5.7
95	5	4	6	5	0	4	5	6	6	6	6	5	4.8
96	5	5	5	6	4	6	7	5	7	6	5	5	5.5
97	4	4	4	4	5	5	5	6	5	6	4	3	4.6
ave.	6.1	6.2	6.2	6.2	4.7	5.3	6.3	6.7	7.6	8.5	6.4	6.6	6.4

(Source : SENAMHI)

6 Lapaz Murillo El Alto UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
89	3	3	3	3	3	2	2	3	4	4	4	3	3.1
90	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4.2
91	5	5	4	4	3	4	4	5	5	6	5	5	4.6
92	4	4	4	5	4	4	4	5	6	5	4	5	4.5
93	4	4	4	3	3	2	4	4	4	5	4	4	3.8
94	4	4	5	4	3	3	4	4	5	5	5	5	4.3
95	4	4	4	3	3	3	4	4	5	5	6	6	4.3
96	4	4	4	3	3	4	4	4	6	6	6	4	4.3
97	7	6	7	7	8	8	8	5	8	5	7	8	7.0
98	7	6	7	7	8	8	7	8	9	8	6	8	7.4
ave.	4.5	4.3	4.6	4.3	4.2	4.2	4.5	4.6	5.7	5.4	5.2	5.3	4.7

(Source : SENAMHI)

7 Lapaz Pacaje Carana UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
89	6	5	6	0	4	4	5	7	8	7	6	8	5.5
90	6	10	5	4	5	4	4	5	7	9	6	5	5.8
91	4	5	5	6	8	5	3	4	7	7	7	8	5.8
92	6	6	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4.8
93	4	6	5	4	4	3	4	5	8	6	7	6	5.2
94	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4.6
95	4	5	4	4	3	3	2	4	5	5	5	5	4.1
96	4	5	5	4	6	5	6	7	7	6	8	6	5.8
97	5	6	5	4	5	4	6	3	5	4	5	5	4.8
98	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4.4
ave.	4.7	5.7	4.9	3.8	4.7	4.1	4.4	4.8	6.1	5.8	5.9	5.8	5.1

8 Lapaz camac puerto acosta UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
86	4	7	6	9	6	7	8	10	13	13	10	9	8.5
87	8	10	8	9	7	6	8	8	7	10	9	8	8.2
88	7	8	7	6	6	7	7	7	14	8	8	7	7.7
89	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.0
90	6	6	5	4	4	3	5	0	0	0	4	7	3.7
91	6	5	4	5	4	0	3	6	5	4	5	3	4.2
92	3	2	2	3	3	4	3	4	5	3	4	3	3.3
93	3	3	4	3	2	2	2	4	4	5	5	5	3.5
94	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	3	4.3
95	3	4	3	3	3	2	3	–	–	–	–	–	3.0
96	–	–	4	4	3	–	–	5	6	4	4	4	4.3
98	4	4	4	3	4	2	4	4	5	4	4	4	3.8
ave.	4.8	5.3	4.7	4.9	4.1	3.7	4.7	5.3	6.4	5.6	5.7	5.3	5.0

9 Lapaz omasu huarina UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
84	4	10	10	9	8	11	10	10	12	12	11	10	9.8
85	9	9	8	9	9	10	11	12	12	9	10	9	9.8
86	10	9	8	8	6	7	8	10	12	12	12	11	9.4
87	11	10	11	11	10	10	9	8	11	12	12	11	10.5
88	13	13	10	9	9	7	10	9	15	12	13	11	10.9
89	10	10	9	12	8	8	8	9	11	12	12	11	10.0
90	9	8	8	9	8	7	8	9	10	12	10	8	8.8
91	7	9	8	7	6	6	7	10	10	10	6	8	7.8
94	7	8	7	7	5	5	7	3	11	9	10	8	7.3
95	7	8	6	3	6	5	6	8	13	11	9	8	7.5
ave.	9.2	9.3	8.3	8.2	7.2	6.8	7.8	8.2	11.6	11.2	10.5	9.5	9.0

10 Lapaz Achiri pacajaes UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
93	6	5	4	3	6	4	6	9	5	5	5	4	5.2
94	4	4	4	3	3	2	2	3	3	4	4	3	3.3
95													0.0
96	4	3	2	0	0	0	2	2	3	3	3	4	2.2
97	5	5	6	7	5	5	4	4	5	6	6	7	5.4
98	3	4	3	3	3	3	0						1.6
ave.	4.4	4.2	3.8	3.2	3.4	2.8	2.8	4.5	4.0	4.5	4.5	4.5	3.9

Tabla 1.2 Promedio Mensual de la Velocidad del Viento en Oruro

1	Oruro cercac oruro											UNIT : Knot	
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
88	7	5	5	2	8	2	3	3	7	5	7	7	5.1
89	7	8	6	6	3	2	3	3	6	7	6	6	5.3
90	7	4	6	5	3	4	4	4	4	6	6	7	5.0
91	6	6	6	4	2	3	0	4	6	7	5	6	18.3
92	4	4	0	0	0	0	0	0	4	3	3	0	1.5
93	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	1.2
94	4	2	4	4	1	2	3	4	4	4	4	4	3.3
95	3	2	2	2	2	2	2	3	4	5	7	6	3.3
96	4	6	5	5	2	2	2	3	6	5	6	5	4.3
97	4	4	3	3	2	2	3	4	4	3	3	5	3.3
ave.	4.9	4.1	3.7	3.1	2.3	1.9	2.0	2.8	4.5	4.8	5.1	5.0	3.7

(Source : SENAMHI)

2	Oruro cercac caracollo											UNIT : Knot	
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
75	7	7	7	8	8	10	7	8	10	6	7	7	7.7
76	4	3	4	4	5	4	4	6	6	3	4	4	4.3
77	4	4	3	3	3	2	3	5	4	3	3	3	3.3
78	3	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	4	13.0
79	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2.7
80	2	5	3	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4.1
81	4	3	3	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4.3
82	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4.3
83	4	4	4	5	5	6	6	5	6	4	5	5	4.9
ave.	3.8	3.8	3.6	4.1	4.2	4.5	4.3	5.0	5.1	4.0	4.4	4.4	4.3

(Source : SENAMHI)

3	Oruro carang corque											UNIT : Knot	
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
78	5	6	5	5	6	5	6	7	5	6	5	6	22.3
79	4	5	5	4	4	6	7	4	8	6	8	9	5.8
80	6	6	6	6	7	5	5	7	6	7	7	4	6.0
81	7	6	6	6	7	6	8	7	7	6	6	6	6.5
ave.	5.5	5.7	5.5	5.2	6.0	5.5	6.5	6.2	6.5	6.2	6.5	6.2	6.0

(Source : SENAMHI)

4 Oruro cercac caracollo UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
75	–	–	–	–	–	–	–	40	40	16	16	12	–
76	16	40	8	12	28	22	22	40	40	22	16	16	23.5
77	16	40	28	22	40	40	40	40	28	28	40	22	32.0
78	22	22	22	40	40	40	28	40	40	40	40	12	128.7
79	12	16	16	22	22	40	40	12	40	28	40	22	25.8
80	16	40	40	40	40	40	40	40	40	20	40	40	36.3
81	22	22	16	16	22	16	28	40	22	12	12	8	19.7
82	4	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
83	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
84	–	–	–	8	4	40	16	40	40	8	–	–16	–
85	–	–	–	–	–	40	40	40	–	–	–	–	–
ave.	15.4	30.0	19.7	22.8	28.0	34.7	31.7	36.8	36.2	21.7	29.1	14.5	26.7

(Source : SENAMHI)

5 Oruro cercac Aasana UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
78	5	6	5	5	6	5	6	7	5	6	5	6	22.3
79	4	5	5	4	4	6	7	4	8	6	8	9	5.8
80	6	6	6	6	7	5	5	7	6	7	7	4	6.0
81	7	6	6	6	7	6	8	7	7	6	6	6	6.5
ave.	5.5	5.7	5.5	5.2	6.0	5.5	6.5	6.2	6.5	6.2	6.5	6.2	6.0

(Source : SENAMHI)

6 Oruro Salinas de Garci Mendosa UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
75								0	0	0	0	4	0.3
76	0	3	0	0	0	0	0	8	0	5	5	0	1.8
77	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.7
78	2	2	0	0	0	3	0	4	0	0		2	4.3
79	0	0		0	0	0	0	0	0	0	4	5	0.8
80	0	4	0	0	0	0	3						0.6
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0.5
82	0	0	0	0	0	5	0	0	3	4	0	0	
83	3	0	3	0	0	10	7	0	6	0	0	0	2.4
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
ave.	1.0	1.0	0.3	0.0	0.0	2.0	1.1	1.3	1.0	1.6	1.6	1.2	1.0

(Source : SENAMHI)

7 Oruro Coipasa UNIT : Knot

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	ave.
88				7	8	7	7	8	9	7	10	11	6.2
89	12	9	9	9	7	7	9	10	8			8	7.3
90	9			4	8	8	3	3	3	3	3	3	3.9
91	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	12.0
92	2	3	2	3	5	5	9	2	6	3	3	4	3.9
93	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2.7
ave.	5.6	4.5	4.0	4.6	5.6	5.5	5.6	4.8	5.3	3.6	4.4	5.3	4.9

(Source : SENAMHI)

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (1)

Site Name : Achiri / La Paz Prefecture,

Monitoring Period : 4 Feb., 2000 - 3 Feb., 2001

Latitude : S 17° 12'55"

Lognitute: W 69° 00'02"

Altitude : 3870 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.0	2.5			234.9	9.0	72.2	-
2	Max	10.9	9.8	N	SEE	1097.9	17.5	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	0.6	29.1	-
	Ave.	2.6	2.2			274.3	9.1	68.7	-
3	Max	13.0	11.6	N	SWW	1230.1	18.9	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.3	19.7	-
	Ave.	2.3	2.0			280.9	8.6	47.0	-
4	Max	13.0	11.6	N	W	1196.3	19.0	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.7	12.7	-
	Ave.	2.5	2.1			256.0	7.0	34.5	-
5	Max	13.9	12.4	N	NNE	1011.3	17.5	98.6	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-7.3	12.8	-
	Ave.	2.7	2.3			244.3	4.2	27.9	793.6
6	Max	12.9	11.5	N	W	940.1	15.4	87.9	798.4
	Min.	0.0	0.0			0.0	-11.4	12.8	789.6
	Ave.	3.1	2.7			267.0	3.6	23.6	792.9
7	Max	16.5	14.8	N	SWW	1083.4	15.5	79.0	798.4
	Min.	0.0	0.0			0.0	-12.7	12.9	788.6
	Ave.	3.0	2.6			277.2	5.8	29.5	793.1
8	Max	15.0	13.5	N	W	1085.1	17.8	98.5	797.7
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.3	12.6	788.9
	Ave.	3.3	2.9			324.3	7.7	24.1	792.8
9	Max	15.0	13.6	N	SWW	1188.7	19.0	89.8	797.1
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.6	12.4	788.3
	Ave.	3.2	2.8			304.6	8.4	39.2	793.3
10	Max	12.9	11.4	N	SWW	1210.6	19.2	99.9	797.4
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.6	12.3	790.0
	Ave.	3.7	3.3			366.4	9.7	24.2	792.2
11	Max	15.6	14.0	N	SWW	1223.7	20.6	90.5	797.1
	Min.	0.0	0.0			0.0	-5.8	12.2	788.6
	Ave.	3.4	2.5			4708.8	9.3	46.3	793.0
12	Max	14.7	13.2	N	SWW	106761.0	20.3	99.8	797.1
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.4	12.3	789.6
2001	Ave.	2.8	2.4			206.2	7.5	74.7	793.1
1	Max	11.2	10.1	N	SEE	1176.9	15.3	99.9	797.1
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.2	21.8	769.3

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (2)

Site Name : Charana
Monitoring Period : 3 Feb., 2000 - 2 Feb., 2001

Monitoring Period : 4 Feb., 2000 - 2 Feb., 2001
Latitude : S 17° 35'48"
Lognitute: W 69° 26'56"
Altitude : 4054 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (℃)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	4.1	3.5			225.6	7.7	71.1	-
2	Max	15.2	13.7	SWW	SWW	1236.0	17.2	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.2	18.2	-
	Ave.	4.0	3.3			284.3	7.3	68.3	-
3	Max	14.8	13.1	SW	SWW	1288.7	18.1	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-2.6	13.4	-
	Ave.	3.5	2.9			280.9	6.2	47.3	-
4	Max	14.7	12.8	SWW	W	1143.6	17.5	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-10.2	12.4	-
	Ave.	3.6	3.0			249.8	4.2	37.4	-
5	Max	14.7	13.2	W	SW	1059.4	17.1	97.6	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-12.7	12.4	-
	Ave.	4.1	3.4			240.5	1.2	33.8	779.1
6	Max	15.0	13.2	SWW	W	913.6	14.9	88.4	787.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-16.9	12.6	648.8
	Ave.	4.3	3.6			255.4	0.3	30.8	783.9
7	Max	16.2	13.8	SWW	SWW	966.0	14.2	86.2	787.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-18.4	12.7	780.5
	Ave.	4.3	3.6			272.9	3.0	31.3	784.0
8	Max	16.5	14.4	SW	SW	1128.3	15.0	76.0	787.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-14.6	12.5	780.8
	Ave.	4.8	4.1			266.3	4.6	22.3	783.5
9	Max	15.5	13.7	SW	SW	957.4	18.1	79.1	786.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-12.9	12.2	780.5
	Ave.	4.9	4.2			290.4	6.4	33.5	783.6
10	Max	17.1	15.0	SW	SW	1218.8	17.9	98.9	786.9
	Min.	0.0	0.0			0.0	-11.5	12.2	780.5
	Ave.	5.7	5.0			363.9	6.6	22.6	782.3
11	Max	17.2	15.4	SW	SW	1191.1	20.1	74.6	785.6
	Min.	0.0	0.0			0.0	-10.7	12.0	779.5
	Ave.	5.2	4.5			295.0	7.4	45.9	783.1
12	Max	17.4	15.6	SW	SW	1276.1	19.5	99.9	786.6
	Min.	0.0	0.0			0.0	-7.8	12.0	780.1
2001	Ave.	3.5	3.0			228.7	6.4	78.6	783.2
1	Max	14.3	13.0	SW	SW	1224.3	16.0	99.9	785.9
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.3	20.3	729.3

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (3)

Site Name : Gonzales

Monitoring Period : 2 Feb., 2000 - 30 Jan., 2001
Latitude : S 15° 11'56"
Lognitute: W 69° 00'12"
Altitude : 3576 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	1.7	1.0			212.5	8.6	83.5	-
2	Max	6.5	4.4	NE	NE	1214.3	16.2	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.1	39.5	-
	Ave.	1.4	0.8			221.0	9.2	83.1	-
3	Max	6.0	4.5	NE	NE	1236.8	16.3	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	5.0	45.4	-
	Ave.	1.7	1.1			243.0	8.9	76.4	-
4	Max	6.6	5.2	NE	NE	1133.4	16.1	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	3.9	36.1	-
	Ave.	1.9	1.2			220.6	9.4	65.2	-
5	Max	9.6	7.9	NE	NE	955.9	17.4	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.3	13.6	-
	Ave.	2.5	1.7			192.9	8.6	58.4	812.4
6	Max	11.7	9.6	SW	SW	893.4	18.6	99.9	816.4
	Min.	0.0	0.0			0.0	3.5	12.2	810.3
	Ave.	2.6	1.8			214.3	7.6	55.9	812.0
7	Max	11.6	9.7	SW	SW	918.5	16.5	99.9	817.0
	Min.	0.0	0.0			0.0	0.7	12.4	808.6
	Ave.	2.2	1.5			219.9	8.2	70.8	812.7
8	Max	9.4	7.8	NE	NE	1026.4	17.4	99.9	817.0
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.8	12.2	809.3
	Ave.	2.2	1.4			241.6	8.7	68.7	812.5
9	Max	10.1	7.8	NE	NE	1145.1	17.2	99.9	816.7
	Min.	0.0	0.0			0.0	3.0	16.3	808.9
	Ave.	1.8	1.2			222.0	8.3	77.1	812.8
10	Max	8.7	6.9	NE	NE	1176.1	16.4	99.9	817.0
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.5	30.8	809.3
	Ave.	2.2	1.4			257.6	9.6	74.1	739.0
11	Max	10.3	8.3	NE	NEE	1215.3	17.4	99.9	815.0
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.2	17.4	648.4
	Ave.	1.7	1.1			206.4	9.2	74.7	746.6
12	Max	9.7	8.0	NE	NE	1176.6	16.4	99.9	865.5
	Min.	0.0	0.0			0.0	3.0	15.9	648.4
2001	Ave.	1.1	0.6			166.4	8.1	74.2	755.4
1	Max	8.4	6.6	NE	NE	1221.1	14.1	99.9	861.7
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.3	47.9	648.4

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (4)

Site Name : Is. Taquiri

Monitoring Period : 31Jan., 2000 - 29 Jan., 2001

Latitude : S 16° 17'36"

Lognitute: W 68° 48'19"

Altitude : 3919 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.2	2.3			242.0	10.0	74.1	-
2	Max	10.9	8.4	NE	NE	1196.3	16.2	99.8	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.6	42.6	-
	Ave.	2.7	1.9			265.9	10.4	72.5	-
3	Max	10.8	8.8	NE	NE	1226.8	16.5	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	5.6	32.7	-
	Ave.	2.7	1.8			285.3	10.2	66.1	-
4	Max	8.0	6.5	NE	NE	1127.2	16.9	99.2	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.8	29.4	-
	Ave.	2.5	1.6			265.7	9.7	56.3	-
5	Max	8.2	6.9	NE	NE	1009.1	16.9	99.8	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.9	15.3	-
	Ave.	2.5	1.4			228.8	7.0	58.7	804.0
6	Max	7.7	5.8	SW	SW	901.8	14.2	99.9	806.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	1.1	25.0	801.5
	Ave.	2.7	1.6			254.1	6.5	51.3	803.9
7	Max	8.4	6.6	SW	SW	958.1	14.0	99.8	807.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.9	13.8	799.4
	Ave.	2.9	1.8			279.0	8.3	59.8	804.3
8	Max	9.3	8.5	NE	NE	1131.1	15.6	99.9	807.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	0.7	17.1	800.8
	Ave.	2.8	1.6			294.6	9.5	39.8	802.7
9	Max	6.2	4.6	NE	NE	1115.9	15.9	90.8	805.5
	Min.	0.2	0.0			0.0	2.4	17.4	800.1
	Ave.	3.3	2.2			309.8	9.7	64.8	803.3
10	Max	11.8	9.4	NE	NE	1219.2	18.2	99.9	807.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.2	12.2	702.3
	Ave.	3.3	2.2			349.5	11.6	48.9	705.1
11	Max	10.0	7.7	NE	NEE	1199.0	19.0	97.5	805.5
	Min.	0.0	0.0			0.0	4.8	11.5	648.4
	Ave.	3.4	2.2	0.0	184.9	270.9	10.3	64.5	719.5
12	Max	11.2	9.2	0.3	359.8	1249.2	18.3	97.2	850.6
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	12.9	648.4
2001	Ave.	3.2	2.2	13.1	171.5	210.2	9.3	74.5	731.8
1	Max	10.6	8.4	341.4	359.2	1196.5	15.6	98.6	848.9
	Min.	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	5.4	13.6	648.1

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (5)

Site Name : Santiago de Llallagua

Monitoring Period : 21 Jan., 2000 – 31 Jan., 2001

Latitude : S 17° 01'44"

Lognitute: W 68° 12'27"

Altitude : 4010 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.3	2.9			213.1	8.4	79.1	–
2	Max	13.4	11.5	NE	NE	1106.1	15.8	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.5	43.1	–
	Ave.	2.4	2.1			228.9	8.5	75.2	–
3	Max	11.5	10.0	NE	NE	1182.9	17.2	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	1.6	28.0	–
	Ave.	2.5	2.2			249.6	8.3	61.1	–
4	Max	10.7	9.3	NE	NE	1069.0	16.8	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	0.3	15.4	–
	Ave.	3.0	2.7			232.2	7.8	44.9	–
5	Max	10.9	9.8	NE	NE	943.5	17.1	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.2	13.5	–
	Ave.	3.6	3.2			213.0	5.2	37.0	774.6
6	Max	10.8	9.1	SW	SW	851.6	14.9	99.9	788.3
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.6	13.2	648.8
	Ave.	3.9	3.5			236.6	4.4	29.9	785.7
7	Max	17.4	15.7	SW	SW	910.4	14.3	90.1	789.3
	Min.	0.0	0.0			0.0	-6.7	13.4	781.2
	Ave.	3.5	3.1			241.7	6.3	31.6	708.9
8	Max	12.7	11.0	NE	NE	1103.7	16.1	99.8	788.6
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.8	10.6	648.4
	Ave.	4.3	3.2			291.2	7.9	12.1	648.6
9	Max	11.8	11.3	NE	NE	1101.4	18.1	79.0	678.6
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.6	10.2	648.4
	Ave.	–	2.9			262.4	7.7	5.3	–
10	Max	–	11.1	NE	NE	1124.6	17.2	11.4	–
	Min.	–	0.0			0.0	-0.2	0.5	–
	Ave.	–	3.0			316.7	9.7	0.5	–
11	Max	–	10.3	NE	NEE	1182.3	19.1	4.9	–
	Min.	–	0.0			0.0	-0.5	0.1	–
	Ave.	–	3.0			234.8	8.5	0.3	–
12	Max	–	10.2	NNE	N	1122.2	18.7	7.0	–
	Min.	–	0.0			0.0	0.7	0.1	–
2001	Ave.	–	2.6			173.7	7.4	0.3	–
1	Max	–	9.6	SWW	SEE	1127.9	14.5	2.4	–
	Min.	–	0.0			0.0	3.7	0.1	–

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (6)

Site Name : Comjo and Coipasa

Monitoring Period : 28 Jan., 2000 – 7 Feb., 2001

Latitude : S 19° 12'59"

Lognitute: W 68° 23'24"

Altitude : 3670 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	5.2	4.5			295.6	11.4	54.7	–
2	Max	16.9	15.0	W	W	1202.5	20.4	99.8	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.4	12.3	–
	Ave.	5.0	4.2			291.8	11.1	46.5	–
3	Max	15.7	14.1	W	W	1099.7	20.0	98.5	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	2.3	12.6	–
	Ave.	4.6	3.9			265.2	9.4	32.1	–
4	Max	15.2	13.6	W	W	986.1	19.2	87.3	–
	Min.	0.1	0.0			0.0	-3.9	12.7	–
	Ave.	4.6	3.8			224.6	6.1	28.6	–
5	Max	20.1	17.9	W	W	904.7	18.1	80.7	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	-6.1	13.0	–
	Ave.	5.0	4.1			206.7	2.9	29.9	752.4
6	Max	17.7	15.7	W	W	834.0	13.8	78.3	807.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.9	13.4	648.8
	Ave.	5.6	4.6			222.8	1.7	27.0	802.6
7	Max	24.2	21.5	W	W	864.8	13.4	76.1	807.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-11.1	13.4	798.4
	Ave.	5.4	4.5			248.0	4.6	25.2	803.9
8	Max	21.1	18.8	W	W	1003.2	15.6	57.9	808.9
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.5	12.9	800.5
	Ave.	5.6	4.7			308.0	6.7	18.0	804.5
9	Max	18.0	16.2	W	W	1074.6	18.4	37.3	808.6
	Min.	0.0	0.0			0.0	-7.3	12.4	801.1
	Ave.	5.8	4.9			321.4	9.8	22.0	805.4
10	Max	15.7	14.0	W	W	1155.0	19.5	76.9	809.3
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.8	12.5	802.5
	Ave.	6.3	5.4			359.2	9.7	21.1	781.8
11	Max	18.2	16.3	W	W	1146.1	21.5	75.9	808.2
	Min.	0.1	0.0			0.0	-4.6	12.3	648.4
	Ave.	5.8	5.1	211.0	203.6	316.7	11.5	40.1	763.5
12	Max	16.9	15.0	352.5	353.5	1148.0	22.0	99.8	907.4
	Min.	0.0	0.0	2.8	1.6	0.0	0.1	12.2	652.5
2001	Ave.	5.0	4.3	198.0	189.0	271.3	9.7	72.3	762.8
1	Max	15.6	14.0	354.7	359.0	1155.4	18.9	99.8	898.3
	Min.	0.0	0.0	1.5	2.1	0.0	0.6	20.9	652.5

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (7)

Site Name : Caripe

Monitoring Period : 23 Jan., 2000 ~ 31 Jan., 2001

Latitude : S 18° 00'46"

Lognitute: W 68° 50'37"

Altitude : 3670 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.8	3.1			245.0	7.1	71.5	–
2	Max	13.3	11.7	W	W	1243.8	15.5	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	0.2	13.5	–
	Ave.	3.6	3.0			251.7	7.3	65.7	–
3	Max	13.7	11.9	W	NWW	1292.3	16.6	99.9	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.4	21.1	–
	Ave.	3.3	2.8			262.3	7.0	42.1	–
4	Max	13.3	10.9	W	NWW	1200.0	16.6	95.3	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	-5.9	12.7	–
	Ave.	4.3	3.6			242.4	5.5	30.3	–
5	Max	12.6	10.9	NWW	NWW	1039.1	15.8	98.0	–
	Min.	0.0	0.0			0.0	-7.3	12.7	–
	Ave.	5.5	4.6			233.6	3.2	25.0	732.5
6	Max	12.5	10.9	NWW	NWW	954.8	13.0	90.1	784.5
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.3	12.7	648.8
	Ave.	5.5	4.4			253.2	1.8	26.2	780.4
7	Max	17.9	14.8	W	NWW	968.2	13.1	98.8	785.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-12.0	12.9	776.4
	Ave.	5.2	4.3			263.7	4.4	27.2	781.1
8	Max	17.5	14.4	NWW	NWW	1124.9	14.1	88.9	785.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-9.1	12.7	778.1
	Ave.	5.5	4.5			321.4	6.4	20.3	780.9
9	Max	13.8	11.6	NWW	NWW	1192.1	17.0	92.6	785.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-7.2	12.3	778.4
	Ave.	5.0	4.2			0.0	7.2	34.8	781.1
10	Max	13.9	11.4	W	NWW	0.0	16.6	99.9	785.2
	Min.	0.4	0.4			0.0	-6.9	12.2	778.1
	Ave.	5.6	4.8			0.0	8.2	27.4	745.7
11	Max	16.1	12.5	W	NWW	0.0	18.4	92.7	865.5
	Min.	0.4	0.4			0.0	-6.3	12.2	648.4
	Ave.	4.8	4.1			276.2	8.0	51.6	752.3
12	Max	14.6	12.5	W	NWW	1230.2	18.2	99.9	903.7
	Min.	0.0	0.0			0.0	-2.9	12.1	652.5
2001	Ave.	3.2	2.7			0.0	5.6	75.1	768.0
1	Max	12.2	10.4	W	W	1223.5	14.6	99.9	902.0
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.1	32.1	652.8

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (8)

Site Name : Chachacomani

Monitoring Period : 24 Jan., 2000 - 24 Jan., 2001

Latitude : S 18° 21'33"

Lognitute: W 68° 56'56"

Altitude : 4220 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (°C)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.5	3.2			-	7.1	71.1	-
2	Max	13.3	12.3	SE	SE	-	16.0	99.9	-
	Min.	0.4	0.4			-	0.1	15.6	-
	Ave.	2.9	2.7			260.7	7.7	63.9	-
3	Max	13.4	12.4	SE	W	1259.5	16.5	99.9	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.1	14.2	-
	Ave.	3.4	3.3			243.4	7.5	42.1	-
4	Max	14.8	13.4	W	W	1091.6	15.8	96.7	-
	Min.	0.1	0.2			0.0	-2.1	13.8	-
	Ave.	4.2	3.9			260.4	6.3	31.2	-
5	Max	17.5	15.9	W	W	946.9	15.8	87.0	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.1	14.1	-
	Ave.	5.0	4.6			246.9	3.4	29.1	726.6
6	Max	16.6	14.9	NWW	W	951.7	12.3	75.6	775.1
	Min.	0.1	0.1			0.0	-4.1	15.2	648.8
	Ave.	6.5	6.0			267.1	2.4	29.8	772.2
7	Max	27.1	24.3	NWW	W	1095.6	11.6	96.5	776.4
	Min.	0.1	0.1			0.0	-7.4	16.2	766.9
	Ave.	6.0	5.4			278.2	4.6	29.8	772.6
8	Max	23.2	21.0	NWW	W	1197.0	13.1	77.4	776.4
	Min.	0.1	0.1			0.0	-4.5	14.9	767.9
	Ave.	4.6	4.3			345.0	6.5	22.0	772.6
9	Max	18.3	16.3	W	SWW	1328.9	16.1	79.9	775.4
	Min.	0.0	0.1			0.0	-4.1	13.4	770.0
	Ave.	3.7	3.5			320.3	7.5	32.8	772.7
10	Max	14.1	12.5	SWW	SWW	1279.3	16.3	99.9	775.7
	Min.	0.0	0.0			0.0	-3.9	13.4	769.6
	Ave.	4.7	4.4			383.4	8.1	27.3	767.8
11	Max	18.4	16.7	W	SWW	1293.1	18.4	86.9	775.1
	Min.	0.0	0.1			0.0	-3.3	13.0	648.4
	Ave.	3.5	3.3			300.3	7.9	50.8	743.8
12	Max	13.5	12.3	SWW	SWW	1283.4	17.7	99.9	848.2
	Min.	0.0	0.0			0.0	-1.6	13.1	648.4
2001	Ave.	2.5	2.3			203.4	5.5	77.7	737.9
1	Max	10.9	10.0	SE	SE	1296.3	14.5	99.9	847.5
	Min.	0.0	0.0			0.0	-0.4	29.7	648.4

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (9)

Site Name : Salinas

Monitoring Period : 14 Jan., 2000 - 14 Dec., 2001

Latitude : S 19° 21'59"

Lognitute: W 66° 51'57"

Altitude : 3652 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (℃)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.6	461.9			133.1	-69.1	0.4	-
2	Max	10.4	756.6	N	SSE	142.9	-16.6	1.3	-
	Min.	0.4	15.0			0.0	-86.3	0.0	-
	Ave.	3.5	3.3			-	11.2	46.4	-
3	Max	12.5	11.7	NNW	NNW	-	20.5	99.3	-
	Min.	0.4	0.4			-	0.6	12.0	-
	Ave.	3.2	2.9			-	9.8	29.6	-
4	Max	8.7	7.8	NNW	NNW	-	19.9	85.4	-
	Min.	0.4	0.4			-	-2.7	12.1	-
	Ave.	3.5	3.2			236.6	6.6	25.2	-
5	Max	16.7	15.7	NW	NW	855.7	17.4	90.3	-
	Min.	0.0	0.0			0.0	-4.8	12.4	-
	Ave.	4.5	4.5			226.5	3.8	25.2	760.7
6	Max	15.2	14.9	NW	NW	876.3	13.0	67.0	808.6
	Min.	0.0	0.4			0.0	-6.8	13.1	648.8
	Ave.	4.8	4.9			240.5	2.4	24.1	804.3
7	Max	22.3	21.6	NW	NW	927.8	13.3	73.1	808.6
	Min.	0.0	0.4			0.0	-8.4	13.1	798.4
	Ave.	4.0	4.1			271.4	5.3	22.5	804.7
8	Max	16.7	16.2	NW	NW	1030.4	15.6	66.6	808.6
	Min.	0.0	0.4			0.0	-7.7	12.5	800.8
	Ave.	3.5	3.7			329.6	7.6	17.8	804.5
9	Max	11.8	11.6	NW	NW	1122.7	18.6	77.2	808.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-6.8	12.0	801.8
	Ave.	3.5	3.5			333.0	10.4	23.5	804.7
10	Max	12.0	11.3	NNW	NNW	1170.7	20.0	99.8	808.6
	Min.	0.0	0.4			0.0	-1.8	11.9	801.1
	Ave.	3.7	3.8			377.7	10.5	18.3	803.6
11	Max	12.6	12.1	NNW	NNW	1230.3	21.9	62.8	807.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-4.1	11.6	800.5
	Ave.	3.9	3.6			317.0	10.8	35.1	830.6
12	Max	10.5	9.7	NNW	NNW	1191.0	19.3	99.9	835.7
	Min.	0.1	0.0			0.0	0.9	11.9	827.2
2001	Ave.								
1	Max								
	Min.								

Tabla 3.1 Datos Colleccionados del Monitoreo de Viento (10)

Site Name : Sevaruyo

Monitoring Period : 14 Jan., 2000 - 6 Feb., 2001

Latitude : S 19° 21'58"

Lognitute: W 66° 51'45"

Altitude : 3690 m

Year Month		Wind Speed (20m) (m/s)	Wind Speed (10m) (m/s)	Wind Direction (20m)	Wind Direction (10m)	Solar radiation (W/m2)	Temperature (℃)	Humidity (%)	Baromatic Pressure (hPa)
2000	Ave.	3.1	399.2			133.3	-75.9	0.4	-
2	Max	8.2	775.3	NE	NE	142.9	-51.5	1.1	-
	Min.	0.4	4.3			0.0	-86.1	0.0	-
	Ave.	3.1	2.5			-	10.5	59.4	-
3	Max	15.1	12.2	NE	NE	-	21.9	99.9	-
	Min.	0.4	0.4			-	-1.3	12.2	-
	Ave.	3.1	2.6			-	8.4	42.2	-
4	Max	12.5	12.5	NE	NE	-	22.7	98.3	-
	Min.	0.4	0.4			-	-8.7	12.0	-
	Ave.	3.2	2.5			-	4.6	38.2	-
5	Max	11.7	10.1	NE	NE	-	19.1	99.9	-
	Min.	0.1	0.0			-	-11.8	12.1	-
	Ave.	2.9	2.6			219.4	0.9	35.0	761.7
6	Max	10.1	8.8	SW	SW	839.0	14.5	82.3	810.3
	Min.	0.0	0.4			0.0	-15.1	12.7	648.8
	Ave.	3.6	3.1			230.2	0.3	32.3	804.5
7	Max	15.3	13.3	SW	SW	903.5	14.6	89.8	810.3
	Min.	0.0	0.4			0.0	-16.3	12.4	799.4
	Ave.	3.4	3.0			263.6	3.7	31.7	804.5
8	Max	13.8	12.1	NE	NE	1006.8	16.8	99.8	809.9
	Min.	0.0	0.4			0.0	-15.0	12.2	799.4
	Ave.	3.2	2.9			314.4	5.9	27.0	803.5
9	Max	10.3	8.3	NE	NE	1107.3	21.9	99.9	808.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-12.1	11.7	799.8
	Ave.	3.4	3.1			310.9	9.4	33.5	802.9
10	Max	11.4	10.3	NE	NE	1157.9	21.3	99.9	808.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-7.6	11.7	798.4
	Ave.	3.9	3.6			358.9	9.5	23.4	801.1
11	Max	10.8	10.5	NE	NEE	1155.0	24.2	79.6	806.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-10.0	11.4	797.1
	Ave.	3.5	3.3			297.0	10.9	47.8	801.2
12	Max	12.7	11.0	N	N	1228.8	23.5	99.9	807.2
	Min.	0.0	0.4			0.0	-6.1	11.5	797.7
2001	Ave.	2.9	2.7			210.2	9.2	78.1	801.7
1	Max	10.7	9.3	N	N	1200.2	20.0	99.9	805.9
	Min.	0.0	0.4			0.0	2.8	19.7	798.1

Tabla 5.1 Condición Socio-economica de Charaña

Items for Survey on the Selected Candidate Sites (~~PV~~, ~~MHP~~, Wind)

1. Name of Village / Canton Municipio
   Charana (Prefecture: La Paz / Province: Pacajes / Municipality: Charana / Canton: Charana)
2. Location and Access: —km from Road—(earth road)
   233 km from La Paz
3. Nos. of HH and Population: per Village / Canton
   Population: 1016 Households: 331
4. Rural Economy
   4.1 Major economic activity: agriculture, livestock breeding, others (—)

   4.2 Industrial Facory (wood and mber, wool, others)
   wool
   4.2.1 Number of Factories
   1
   4.2.2 Energy Sources (diesel or other)
   n.a.
   4.2.3 Capacity of generator (kW) and annual electricity consumption (kWh)
   n.a.

   4.2.4 Future expansion plan
   n.a.

5. Economic Infrastructure

   5.1 Access to Major town (—km by paved or earth road)
   La Paz 233 km to La Paz, 38km are paved
   5.2 Electricity (existing energy sources diesel nicrohydro, or kerossene)
   Diesel
   5.2.1 OM Organization (Cooperative or Company) and number of staff including
   Operator 1Administration 4
   5.2.2 OM cost per year
   n.a.
   5.2.3 Electricity tariff (Bs/kWh or Bs per month) and annual revenue
   30 Bs/Mo
   5.2.4 Number of served HH
   60
   5.3 Water supply (piped water or from well /river)

   5.3.1 Organization for water supply system
   Canton
   5.3.2 Water charge (Bs/month)
   5 Bs/Mo
6 Social Infrastructure: for estimating demand for electricity

   6.1 Existing schools (number of students)
   Elemental school 350 High school 175 Private School 70
   6.2 Existing clinic (scale)
   3 rooms
   6.3 Village office
   2 rooms

Tabla 5.2 Demanda Mensual de Energía en Charaña

DEMAND (kW)													
Time	HHs(L)	HHs(S)	Cafe (L)	Cafe (S)	Store (L)	Store (S)	Office(L)	Office(S)	Small Business	Community (L)	School(L)	Health Clinic (L)	Total
0	1.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.1
1	0.6	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
2	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8
3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
6	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6
7	0.4	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9
8	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	1.8	0.2	3.8
9	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	1.6	0.4	0.2	0.1	2.4	0.2	6.2
10	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	3.0	0.5	0.2	0.1	2.4	0.3	8.0
11	0.5	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	3.0	0.5	0.2	0.1	2.4	0.3	8.0
12	0.7	0.8	0.0	0.0	0.1	0.0	2.0	0.5	0.2	0.1	1.6	0.2	6.6
13	0.7	0.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6	0.2	0.0	0.1	1.6	0.2	4.7
14	0.7	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	0.6	0.2	0.0	0.1	1.6	0.2	4.5
15	0.9	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	2.0	0.5	0.3	0.1	2.7	0.3	8.0
16	1.5	1.2	0.1	0.0	0.1	0.1	3.0	0.5	0.3	0.1	2.7	0.3	10.3
17	1.8	2.8	0.2	0.2	0.3	0.1	3.0	0.5	0.6	0.1	2.7	0.3	13.2
18	3.8	4.8	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0	0.6	0.3	1.2	0.2	12.8
19	3.6	8.5	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	15.1
20	7.5	15.8	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	26.0
21	7.5	15.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	25.2
22	3.0	8.4	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	12.8
23	1.5	6.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	8.1
Total kwh/day	38.3	71.1	2.4	2.0	2.6	1.2	19.6	3.6	2.5	1.8	23.7	3.6	181.5

Tabla 5.3 Distribución / Frecuencia Mensual de la Velocidad de Viento, Charaña

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0<V<0.5	21.9	12.6	16.0	7.4	16.3	22.7	26.1	21.1	19.8	8.7	3.4	5.3	7.4	11.6	14.5	16.8
0.5<=V<1	16.9	17.4	14.4	12.1	21.5	21.1	15.1	12.7	12.5	6.1	3.1	5.4	9.9	12.5	16.5	11.1
1<=V<2	16.9	24.6	23.1	26.9	26.5	27.7	23.1	25.0	19.4	11.8	6.3	11.9	21.5	24.6	31.3	23.2
2<=V<3	20.0	19.3	18.4	19.1	17.8	14.9	16.6	15.2	16.4	8.0	5.0	10.9	21.0	22.4	12.9	22.6
3<=V<4	9.4	10.1	12.6	13.5	5.5	6.2	8.0	4.4	9.5	7.7	4.2	9.6	11.2	12.1	11.3	10.5
4<=V<5	3.1	4.8	6.0	11.5	7.1	5.4	5.0	5.4	7.3	6.1	4.0	11.6	8.7	6.9	6.1	9.5
5<=V<6	5.0	4.8	2.9	6.0	3.7	1.2	1.0	4.9	3.9	5.2	4.9	9.3	4.4	3.2	2.6	2.1
6<=V<7	2.5	2.4	3.4	2.5	1.2	0.8	2.0	2.9	4.7	7.7	5.6	9.2	4.3	2.8	1.6	0.5
7<=V<8	2.5	2.9	1.8	0.0	0.3	0.0	1.0	2.9	2.2	6.8	7.2	5.4	3.2	0.9	1.3	1.1
8<=V<9	1.9	1.0	1.0	0.8	0.0	0.0	1.0	2.5	3.4	6.8	8.4	5.2	1.7	0.7	0.3	0.5
9<=V<10	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.4	6.8	9.9	5.6	1.9	0.4	0.6	1.6
10<=V<11	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.5	0.4	5.9	8.4	4.4	1.2	0.2	0.0	0.0
11<=V<12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	4.3	7.7	2.5	0.3	0.4	0.3	0.0
12<=V<13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	7.0	2.2	0.9	0.4	0.6	0.5
13<=V<14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	3.0	5.6	0.6	0.9	0.4	0.0	0.0
14<=V<15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.2	0.3	0.5	0.4	0.0	0.0
15<=V<16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0
16<=V<17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0
17<=V<18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
18<=V	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 5.4 **Energía de la Densidad Mensual, Charaña**

Charana	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperature (°C)	6.4	7.7	7.3	6.2	4.2	1.2	0.3	3.0	4.6	6.4	6.6	7.4
Barometric Pressue (hPa)	783	782.8	782.8	782.8	782.8	779.1	783.9	784	783.5	783.6	782.3	783.1
Air Density (kg/m^3)	0.98	0.972	0.973	0.977	0.984	0.99	0.999	0.99	0.983	0.977	0.975	0.973
Average Wind Speed (m/s)	3.5	4.1	4.0	3.5	3.6	4.1	4.3	4.3	4.8	4.9	5.7	5.2
Wind Energy Density (W/m^2)	39.8	63.6	59.2	39.8	43.6	64.8	75.5	74.7	103.3	109.2	171.5	130.0

*Barometric pressures from February to May are the average of the other months

Tabla 5.5 **Intensidad de la Turbulencia, Charaña**

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Charana	0.22	0.24	0.25	0.29	0.26	0.28	0.23	0.23	0.23	0.18	0.14	0.15	0.14	0.18	0.21	0.21

Tabla 5.4 Energía de la Densidad Mensual, Charaña

Charana	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Temperature (°C)	6.4	7.7	7.3	6.2	4.2	1.2	0.3	3.0	4.6	6.4	6.6	7.4
Barometric Pressue (hPa)	783	**782.8**	**782.8**	**782.8**	**782.8**	779.1	783.9	784	783.5	783.6	782.3	783.1
Air Density (kg/m^3)	0.98	0.972	0.973	0.977	0.984	0.99	0.999	0.99	0.983	0.977	0.975	0.973
Average Wind Speed (m/s)	3.5	4.1	4.0	3.5	3.6	4.1	4.3	4.3	4.8	4.9	5.7	5.2
Wind Energy Density (W/m^2)	39.8	63.6	59.2	39.8	43.6	64.8	75.5	74.7	103.3	109.2	171.5	130.0

*Barometric pressures from February to May are the average of the other months

Tabla 5.5 Intensidad de la Turbulencia, Charaña

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Charana	0.22	0.24	0.25	0.29	0.26	0.28	0.23	0.23	0.23	0.18	0.14	0.15	0.14	0.18	0.21	0.21

Tabla 5.6 Costo de Construcción para Proyecto de Energía Eólica en Charaña

Unit : US$.

Item	Cost	Note
1. Installation Works	**200,906**	
1.1 Installation Work	90,424	
1.2 Installation Materials	110,481	
2. Wind generator, PV system, etc.	**511,625**	
2.1 Wind generator	275,053	80kW
2.2 PV system	142,413	16kWp
2.3 Inverter	43,761	60kVA
2.4 Converter	5,294	20kVA
2.5 Battery	31,648	44kAh
2.6 Control house	13,456	
3. Distribution Line	**43,019**	
4. Transportation	**125,068**	
5.Direct Cost Total	**880,618**	1.+2.+3.+4.
6. Administration and Engineering Servi	**77,494**	8.80%
Total Construction Cost	**958,112**	5. + 6.

Tabla 6.1 Condición Socio-economica de Caripe

Items for Survey on the Selected Candidate Sites (PV, MHP, Wind)

1. Name of Village / Canton Municipio
Caripe (Prefecture: Oruro / Province: Sajama / Municipality: C.de Carangas / Canton: Caripe)

2. Location and Access: —km from Road—(earth road)
272 km from Oruro

3. Nos. of HH and Population: per Village / Canton
Population: 206 Household: 93

4. Rural Economy

4.1 Major economic activity: agriculture, livestock breeding, others (——)
Agriculture (kinua) Livestock

4.2 Industrial Facory (wood and mber, wool, others)
Non

4.2.1 Number of Factories
0

4.2.2 Energy Sources (diesel or other)
0

4.2.3 Capacity of generator (kW) and annual electricity consumption (kWh)
n.a.

4.2.4 Future expansion plan
n.a.

5. Economic Infrastructure

5.1 Access to Major town (——km by paved or earth road)
Oruro 272 km to La Paz, 257km paved

5.2 Electricity (existing energy sources diesel microhydro, or kerosene)
kerosene

5.2.1 OM Organization (Cooperative or Company) and number of staff including
n.a.

5.2.2 OM cost per year
n.a.

5.2.3 Electricity tariff (Bs/kWh or Bs per month) and annual revenue
n.a.

5.2.4 Number of served HH
n.a.

5.3 Water supply (piped water or from well /river)
piped water (NGO Germany)

5.3.1 Organization for water supply system
Canton

5.3.2 Water charge (Bs/month)
0

6 Social Infrastructure: for estimating demand for electricity

6.1 Existing schools (number of students)
1 elemantal school 35 students

6.2 Existing clinic (scale)
1

6.3 Village office
1