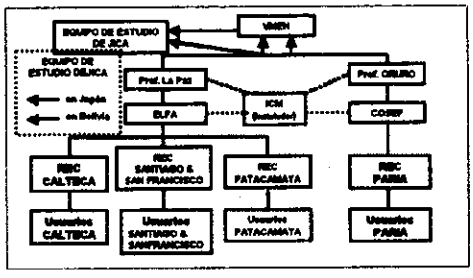
Monitoreo
Matriz de Responsabilidades y Objetos

	[illegible]	[illegible]	Adm. Plantaforo 2 Meses	Soporte Secundario 2 Meses	Datos Técnicos Manual
VMEH	[illegible]	[illegible]	A CARGO		
Prof. de La Paz	A CARGO		OBJETO		
Prof. De Oruro	A CARGO		OBJETO		
ELFA	OBJETO	A CARGO	OBJETO	A CARGO	A CARGO
COSEP	OBJETO	A CARGO	OBJETO	A CARGO	A CARGO
REC	OBJETO	OBJETO		OBJETO	OBJETO
USUARIO		OBJETO		OBJETO	OBJETO

Monitoreo
Organización Informativa



Monitoreo
Proceso de datos recolectados

Datos del Registro de datos

- Transferir datos recolectados utilizando una tarjeta de PC
- Quitar la tarjeta y reinstalar la tarjeta de repuesto en su sitio
- Llevar la tarjeta a la oficina y leer los datos con una PC
- Se debe sacar una copia de seguridad en disco de los datos recolectados
- Enviar los datos al Equipo de Estudio en Japón por e-mail
- Inicializar la tarjeta de PC card para la recolección de datos en el siguiente mes

Monitoreo
Proceso de recopilación de datos

Datos de oído o cuestionarios

- Recolectar cuestionarios u hojas de información de las casas
- Entregar los nuevos cuestionarios u hojas de datos a las casas
- Ingresar los datos a la PC en la oficina
- Enviar los datos al Equipo de Estudio en Japón por e-mail

Guía del usuario

Propósito

Seguridad para la familia

Uso sostenible del sistema FV

Guía del Usuario

Cuidado y Manera apropiada de uso diario

Obligación de pago

Guía del usuario

Vida conveniente

Seguridad
para
la familia

Uso sostenible
del
sistema FV

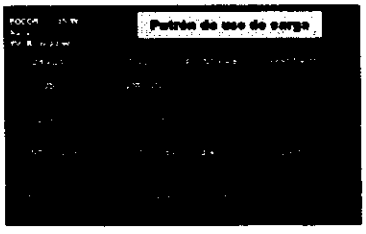
Guía del usuario

Vida conveniente

Seguridad
para
la familia

Uso Sostenible
del
sistema FV

Guía del usuario



Guía del usuario

S I

Utilizar el sistema FV todo el año
al mismo nivel de uso

Observar si el nivel de agua en la batería
es o no suficiente

Mantener las horas de uso del sistema de acuerdo al
patrón de uso de cargas

Reportar la situación en forma inmediata y precisa a
REC en caso de presentarse problemas

REC tratará de informar de la situación al operador
para mantenimiento de emergencia

Users guide

N O

No tocar ni mover nada excepto focos e
interruptores

No utilizar tres focos en ningún caso

(El tercer foco es de repuesto para el operador)

No permitir que los niños se acerquen a la batería

(La batería produce gases dañinos)

No tocar nada especialmente si se presentan problemas

No acercarse a ninguna parte del sistema en caso
de relámpagos

Users guide

Castigos

El uso Inapropiado con usuarios REC
ocasionará el traslado del sistema FV a otra
comunidad con el consentimiento de la
Unidad Administrativa

Guia del usuario

Vida conveniente

Seguridad
para
la familia

Uso sostenible
del
sistema FV

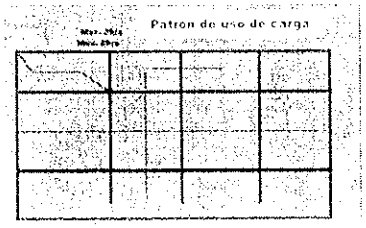
Guia del usuario

Vida conveniente

Seguridad
para
la familia

Uso Sostenible
del
sistema FV

Guia del usuario



Guia del usuario

S I

Utilizar el sistema FV todo el año
al mismo nivel de uso

Observar si el nivel de agua en la batería
es el no suficiente

Mantener las horas de uso del sistema de acuerdo al
patron de uso de cargas

Reportar la situacion en forma inmediata y directa a
REC en caso de presentarse problemas

REC tratara de informar de la situacion al operador
para mantenimiento de emergencia

Users guide

N O

No tocar ni remover nada en el panel de uso e
interruptores

No utilizar focos de mas de una lampara

No permitir que los niños se acerquen a la batería

No tocar sin usar guantes de hule

No tocar cada vez que se presenten problemas

No abrir ni desarmar ninguna parte del sistema en caso
de desperfectos

Users guide

Castigos

El uso inapropiado con usuarios REC
ocasionara el traslado del sistema FV a otra
comunidad con el consentimiento de la
Unidad Administrativa

Users guide

Transferencia del Sistema

El sistema a ser removido

por cuenta de la prefectura

con conexión a la red eléctrica

Miembros REC pueden poseer el sistema después del año 2001 bajo las condiciones que la Unidad Administrativa establezca

Operación y Mantenimiento del Sistema FV

Propósito

Uso sostenible del sistema FV

Seguridad para la familia

La persona a cargo

El primer año:

Operadores solamente

Después :

Operadores + Usuarios

Cronograma de mantenimiento

Semanalmente : Observar el nivel de agua de la batería

Mensualmente :

- Inspeccionar celdas del panel para roturas. Lavar la superficie.
- Verificar y añadir agua a los electrolitos de la batería
- Limpiar parte superior de la batería
- Ecualizar baterías en caso de que diferencias específicas de gravedad se observen entre las celdas
- Inspeccionar el controlador para indicaciones de luces adecuadas

Anual :

- Verificar cableado para daños físicos, montar el "hardware" herméticamente
- Inspeccionar cableado para conexiones defectuosas
- Inspeccionar terminales de batería para corrosión. Limpiar y engrasar cuando sea necesario

Mantenimiento de la matriz

- Verificar que el vidrio en el FV no esté roto
- Lavar la superficie del módulo cuando sea necesario utilizando un paño suave y agua
- Limpiar temprano en la mañana o en la noche, cuando el sol esté bajo el horizonte
- Verificar que todos los tornillosestén asegurados, y que la estructura esté bien sujeta al poste
- Examinar todas las conexiones de cables para corrosión o pérdidas
- Limpiar y ajustar cuando sea necesario
- Verificar que los empalmes de caja estén cubiertos
- Inspeccionar el módulo para ver la condición de las celdas

Mantenimiento de cableado, instalaciones y cargas

Puntos de verificación	Qué hacer
• Todo sigue como original	: Remover
• Conexiones de cable, corrosión	: Limpiar
• Conexiones de cable bien sujetas	: Sujetar
• Cubierta de los cables - normal	: Aislar
• Focos limpios	: Limpiar
• Focos rotos	: Reemplazar
• Funcionamiento de fusibles	: Reparar o reemplazar

Mantenimiento de la batería

- Asegurarse que el espacio en que está la batería esté bien ventilado
- Observar el nivel del agua en cada celda
  - Llenar con agua destilada al nivel indicado
- Medir gravedad específica de cada celda con hidrómetro
  - Utilizar guantes y protección para los ojos
- Inspeccionar terminales por corrosión y cables sueltos
  - Limpiar y ajustar, Cubrir terminales con grasa
- Verificar la existencia de tapas para cada celda
  - Poner tapas plásticas sueltas en los orificios de cada celda

Energía Micro-hidráulica

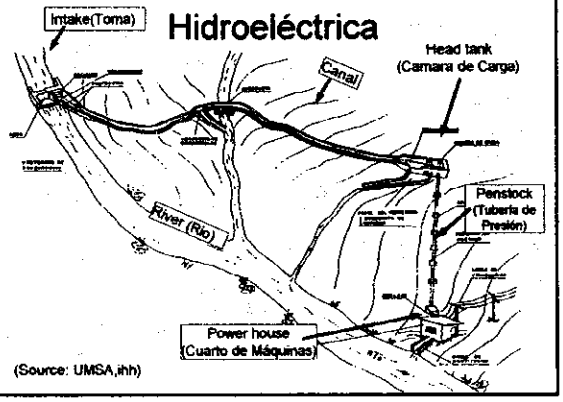
Plan General del Estudio

- Trabajo de Campo e Instalación de la Vara de Medición
- Observación de Descarga
- Selección de 5 sitios potenciales
- Estudio de Pre-factibilidad en 2 sitios escogidos

Objectivos del Trabajo de campo (Micro Centrales Hidroeléctricas)

- 1. Recolección de Datos
  - meteorología, hidrología, geología, etc.
- 2. Selección de sitios de Observación de Descarga y Medidas
- 3. Instalación de la Vara de Medición

Modelo de Micro central Hidroeléctrica



(Source: UMSA,ihh)

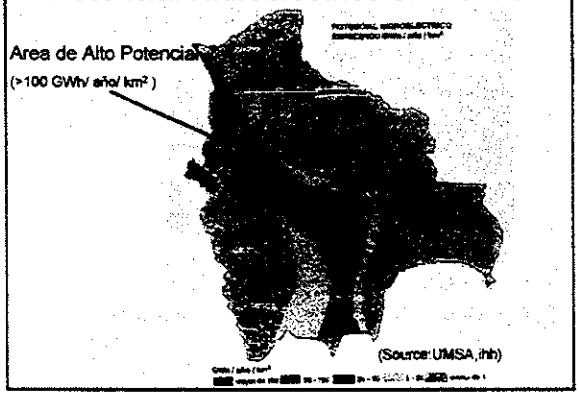
Clasificación de Centrales Hidroeléctricas

Unidad : Potential [kW]

Escala	Japón *1	Suecia *1	Francia *1	U.S.A. *1	Indonesia *1	Tailandia *1	Bolivia *2
Grande	> 50,000	> 1,500	> 4,500	> 1,500	> 2,000	> 6,000	> 1,000
Mediano	~ 20,000						
Pe-queño	~ 5,000 (<3,000)				~ 1,000		~1,000
Mini	~ 1,000	< 1,500	< 4,500	< 1,500	< 1,000	< 6,000	~ 500
Micro	< 1,000						< 100

Source: *1: Japanese Institute of Irrigation and Drainage (1967).
*2: "Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos en el Area Rural", Programa Hidroenergético del Instituto de Hidraulica e Hidrologia, UMSA, Bolivia.

Potencial Hidroeléctrico en Bolivia



(Source:UMSA,ihh)

Energía Micro-hidráulica

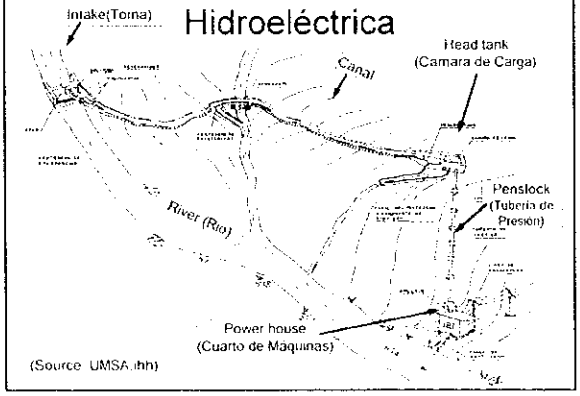
Plan General del Estudio

- Trabajo de Campo e Instalación de la Vara de Medición
- Observación de Descarga
- Selección de 5 sitios potenciales
- Estudio de Pre-factibilidad en 2 sitios escogidos

Objectivos del Trabajo de campo (Micro Centrales Hidroeléctricas)

- 1. Recolección de Datos
  - meteorología, hidrología, geología, etc.
- 2. Selección de sitios de Observación de Descarga y Medidas
- 3. Instalación de la Vara de Medición

Modelo de Micro central Hidroeléctrica



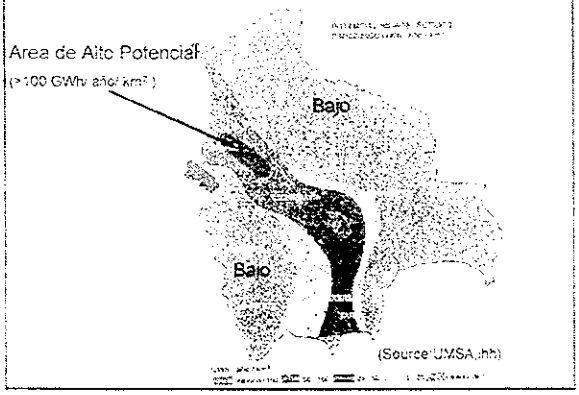
Clasificación de Centrales Hidroeléctricas

Unidad : Potential [kW]

Escala	Japon	Suecia	Francia	U S A	Indonesia	Tailandia	Bolivia
Grande	> 50,000	> 1,500	> 4,500	> 1,500	> 2,000	> 6,000	> 1,000
Mediano	~ 20,000						
Pe-queño	~ 5,000 (<3,000)				~ 1,000		~1,000
Mini	~ 1,000	< 1,500	< 4,500	< 1,500	< 1,000	< 6,000	~ 500
Micro	< 1,000						< 100

Source: *1 Japanese Institute of Irrigation and Drainage (1967).
*2 "Pequenos Aprovechamientos Hidroenergeticos en el Area Rural"
Programa Hidroenergetico del Instituto de Hidraulica e Hidrologia UMSA, Bolivia

Potencial Hidroeléctrico en Bolivia



Inventario de MCH (La Paz & Oruro)

del Proyecto	(kW)	($us.-)
Quitirayo y Tir	10	27,398
Colosi - Quelli	5	26,550
Isiaque	5	15,000
Lallagua	6	8,495
Coyendo	25	118,655
Tucupi	28	67,273
Ramallanos	25	61,946
S Miguel Huaci	40	140,000
Inicua-Delicias	60	141,140
La Cascada	40	168,025
La Asunta	150	366,000
Chamaca	70	147,000
Colopampa-St	170	323,000
Yanamayu	88	138,812
San Isidro	40	87,600
Yarija-Chajro	20	125,000
Chimpa	20	64,000
Valle nevia	0.5	
Ibiro	50	175,000
San José	110	329,508
Challa	40	198,521
SIR.Quito Quis	40	72,600
Padilla	15	39,450
Huarinilla-Co	205	279,000
Unduavi	15	25,000

del Proyecto	(kW)	($us.-)
26 Pongo I, II, III	10	
27 Quenalata	0.3	
28 Miguillas-Circu	350	758,000
29 San Pedro	16	43,164
30 Incahuara	30	150,000
31 Chojña	15	88,000
32 Nueva Esperar	30	78,000
33 Bimani	20	58,000
34 18 de Mayo	12	54,000
35 Teypipaya	200	280,000
36 Oro verde	15	50,036
37 Calama	65	130,000
38 Cerámani		
39 Choro		
40 Charazani	70	183,000
41 Amarete	200	505,000
42 Curua		505,000
43 Chajaya	50	150,000
44 Camata	75	140,000
45 Pocomayo	25	53,642
46 Cangalli	150	168,000
47 Conzata	60	433,000
48 Tipuani	200	420,000
49 Yani	80	120,000
50 Turupampa	37	82,427

del Proyecto	(kW)	($us.-)
51 Isiamas	60	168,000
52 25 de Mayo	25	65,000
53 S José Chupia	20	60,000
54 Alen	200	525,487
55 Apolo	200	628,000
56 Pelechuco	70	210,000
57 Ulla Ulla	20	50,000
58 Suches	100	200,000
59 Charaña	250	200,000
Promedio (LaP	70	179,943
ORURO		
1 Tomarapi	15	39,312
2 Caihuara	10	37,100
3 Todos Santos	135	2,500,000
4 Salinas		
5 Sevaruyo	50	180,000
6 Mallaca		
7 Condo	55	58,000
Average (Orur	55	561,262
Average (All)	69	212,260

Note :
: EXISTING MHP

Source: VMEH (Updated by JICA Study Team, 1998)

(Source: VMEH, JICA Study Team)

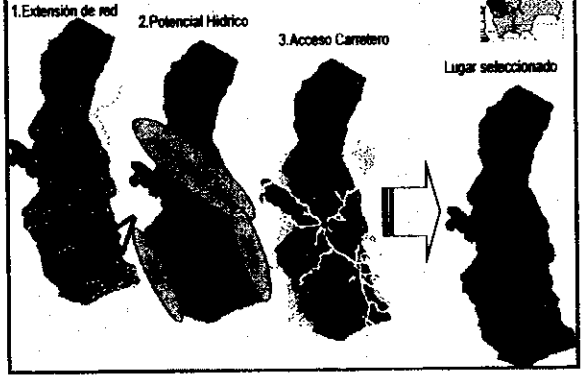
Criterio de Selección para Observación de Lugar de Descargas

- 1. Fuera del Plan de Extensión de Red Eléctrica
- 2. Número apropiado de Hogares
- 3. Buen acceso al lugar
- 4. Alto Potencial Hidroeléctrico (descarga y cabeza)

Sitios Seleccionados y Evaluación Preliminar

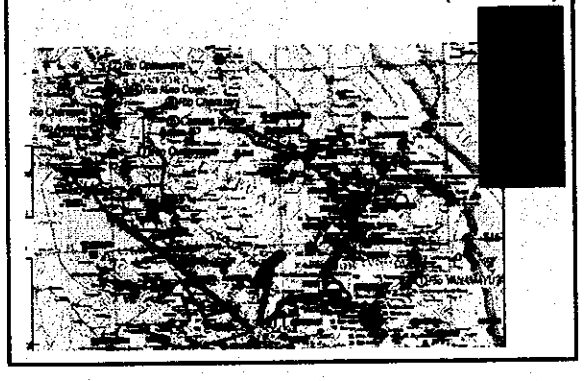
Provinci	No	Nombre	Potencial	Demanda	Costo	Extensión de	Global
LA PAZ	1	Yanamayu	○	○	○	△	●
	2	Camiaya/Calva	○		○		●
	3	Rio Charazani	×	○	×	○	×
	4	Rio Ninocorin	×		×		×
	5	Amarete	○	○	△	△	△
	6	Camata (A) Rio Quillerwaya	○		○		△
	7	Camata (B) Camata Canal	△	○	○	△	△
	8	Camata (C)	×		×		×
	9	Apolo	○	●	△	○	●
	10	Isiamas	○	●	△	○	●
ORURO	1	Tomarapi	△	△	△	○	×
	2	Sajama (A)	△	△	△	○	×
	3	Sajama (B)	×		×		×
	4	Sajama (A)Rio Tomani	○		○		●
	5	- Do - (B)Rio Chohojho	×	○	×	○	×
	6	- Do - (C)Rio Sajama	○		△		●
	7	Rio Lauca	×	△	×	○	×
	8	Juro	×	○	×	○	×

Lugares seleccionados para Observación de Descarga



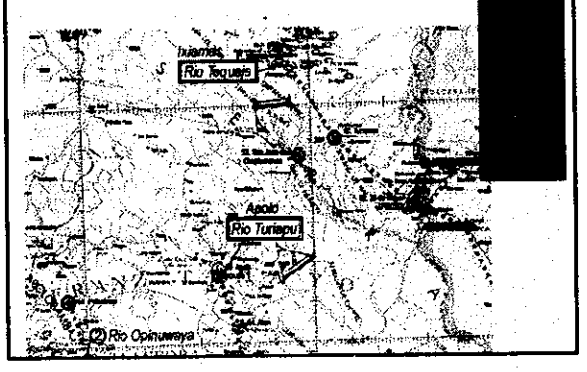
Lugar Seleccionado: La Paz-1

(La Paz-1)



Lugar seleccionado: La Paz-2

(La Paz-2)



Inventario de MCH (La Paz & Oruro)

del Proyecto	(kW)	($us.)
Quillayo y Tu	10	27 398
Ocoy, Tucero	5	20 550
Kasqui	5	15 000
Uchaqui	8	8 485
Cocoinde	25	116 655
Tiquipi	25	67 273
Reinolinos	25	63 908
S Miguel Huac	40	140 000
Incua Pokaln	60	141 140
La Cascada	40	168 025
La Asunta	150	385 000
Chamaca	70	137 000
Cooperativa St	170	323 000
Yanamayu	96	136 812
San Pedro	40	87 600
Yanga Chaqui	20	125 000
Chiquiri	20	64 000
Velo nova	0.5	
Ikiri	50	175 000
San Jose	110	339 508
Chulla	40	196 521
SIR Quiki Quiki	40	72 600
Pastia	15	33 450
Haciendas Cor	205	274 000
Undavi	15	25 000

del Proyecto	(kW)	($us.)
26 Pongo I II III	10	
27 Quanopata	0.3	
28 Miguitas Chiru	150	759 000
29 San Pedro	16	43 164
30 Incahuara	30	150 000
31 Chopla	15	86 000
32 Nueva Esperar	30	78 000
33 Jenaro	20	58 000
34 18 de Mayo	12	54 000
35 Tapapaya	200	280 000
36 Quiquiri	15	53 038
37 Calama	65	133 000
38 Cardaya		
39 Chico		
40 Chacaroni	70	183 000
41 Amarete	200	500 000
42 Cinca		500 000
43 Chulaya	50	150 000
44 Camata	75	140 000
45 Pocomayo	25	54 842
46 Cangalli	150	168 000
47 Conzata	60	433 000
48 Tequisi	280	420 000
49 Yani	60	120 000
50 Tunupasa	37	82 927

del Proyecto	(kW)	($us.)
51 Suaruro	50	168 000
52 25 de Mayo	25	65 000
53 S Juan Chopla	20	60 000
54 Atoro	200	525 487
55 Apolo	200	628 000
56 Pelechuco	20	210 000
57 Ulla Ulla	20	50 000
58 Sucres	100	200 000
59 Charaña	250	200 000
Promedio (La	50	179 943
ORURO		
1 Chiquiapi	15	91 317
2 Carnuana	30	37 180
3 Todos Santos	135	2 500 000
4 Salinas		
5 Sevaruyo	50	180 000
6 Malaca		
7 Condo	65	50 000
Average (Oruro	55	561 282
Average (All	69	212 260

Note
EXISTING MHP

Source: VMEH (Updated by JICA Study Team 1999)

(Source: VMEH JICA Study Team)

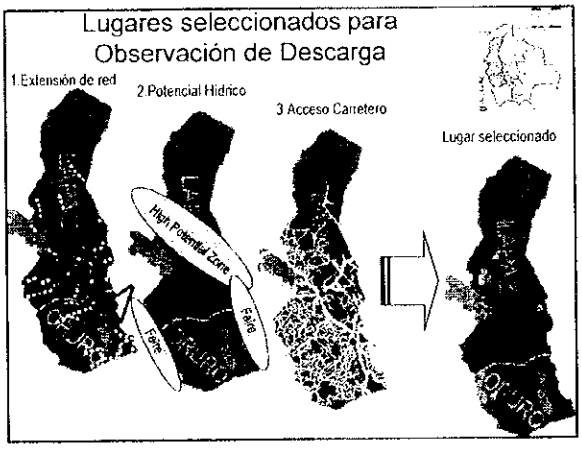
Criterio de Selección para Observación de Lugar de Descargas

- 1. Fuera del Plan de Extensión de Red Eléctrica
- 2. Número apropiado de Hogares
- 3. Buen acceso al lugar
- 4. Alto Potencial Hidroeléctrico (descarga y cabeza)

Sitios Seleccionados y Evaluación Preliminar

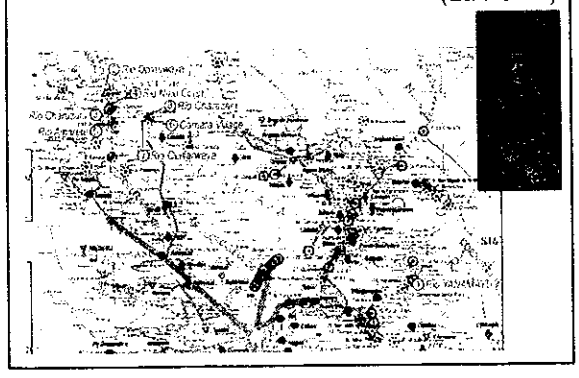
Provinci	No	Nombre	Potencial	Demanda	Costo	Extension de	Global
LA PAZ	1	**Yanamayu**	○	○	○	△	●
	2	**Cantaya/Culva**	○		○		●
	3	Rio Charazani	×	○	×	○	×
	4	Rio Ninocorin	×		×		×
	5	Amarete	○	○	△	△	△
	6	Camata (A) Rio Quillarwaya	○		○		△
	7	Camata (B) Camate Canal	△	○	○	△	△
	8	Camata (C)	×		×		×
	9	**Apolo**	○	◎	△	○	●
	10	**Ixiamas**	○	◎	△	○	●
ORURO	1	Tomarapi	△	△	△	○	×
	2	Sajama (A)	△	△	△	○	×
	3	Sajama (B)	×		×		×
	4	**Chachacomani (A)Rio Tarupa**	○		○		●
	5	- Do - (B)Rio Chohojho	×	○	×	○	×
	6	- Do - **(C)Rio Sajama**	○		△		●
	7	Rio Lauca	×	△	×	○	×
	8	Juro	×	○	×	○	×

Lugares seleccionados para Observación de Descarga



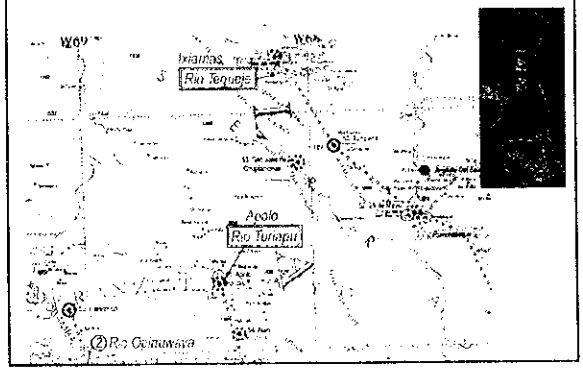
Lugar Seleccionado: La Paz-1

(La Paz-1)



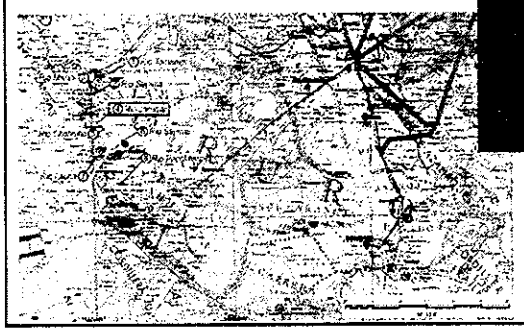
Lugar seleccionado: La Paz-2

(La Paz-2)



Lugar seleccionado: Oruro

(Oruro)



Resultados de la Observación de descargas

Provincia	No	Nombre	Observación de descarga: Descarga (m^3/s)	Fecha de Observación	Cabeza (m)
LA PAZ	1	**Yanamayu**	0.67	29-Aug-99	26
	2	**Canlaya/Culva**	0.32	3-Sep-99	30
	3	Rio Charazani	2.50	2-Sep-99	-
	4	Rio Ninocorin	0.97	2-Sep-99	-
	5	Amarete	0.41	3-Sep-99	
	6	Camata (A) Rio Quillarwaya	4.67	2-Sep-99	50
	7	Camata (B) Camata Canal	0.03	2-Sep-99	50
	8	Camata (C)	15.13	2-Sep-99	50
	9	**Apolo**	1.99	14-Oct-99	
	10	**Ixiamas**	2.83	23-Oct-99	
ORURO	1	Tomarapi	0.10	7-Sep-99	30
	2	Sajama (A)	0.39	8-Sep-99	1
	3	Sajama (B)	0.05	8-Sep-99	15
	4	**Chachacomani (A)Rio Jaruma**	0.05	9-Sep-99	60
	5	- Do - (B)Rio Chohojho	0.03	9-Sep-99	80
	6	- Do - **(C)Rio Sajama**	2.14	9-Sep-99	60
	7	Rio Lauca	1.62	10-Sep-99	1
	8	Juro	0.04	10-Sep-99	50

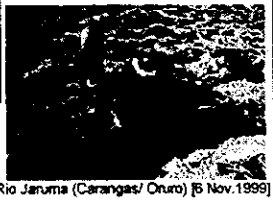
Instalación de Varilla de Medición (1)

No	Nombre	Prefectura	Provincia	Municipio	Canton	Hogares	River (Cuenca)	Lugar	Instalación de varilla de medición	Observación W.L. Data	Obs. Descarga
1	Apolo	La Paz	F. Tamayo	Apolo	Apolo	500	Rio Turiapu	10km from Aporo town	? (14-15 Oct. 99)	?	? (14 Oct. 99)
2	Ixiamas	La Paz	Iturralde	S.Buenaventura	Ixiamas	200	Rio Tequeje	10m SW from Ixiamas town	? (22-25 Oct. 99)	?	? (22 Oct. 99)
3	Rio Jaruma	Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas	Estancia Quimsa Jakke	240	Rio Jaruma	4.5km SW from Quimsa Jakke town	? (6-7 Nov. 99)	?	? (6 Nov. 99)
4	Rio Sajama	Oruro	Sajama	Chachacomani	Ecia Centro Morgachi	240	Rio Sajama	11 km SE from Chachacomani	x	x	? (8 Nov. 99)

Instalación de Varilla de Medición (2)

Rio Turiapu (Apolo/ La Paz) [14 Oct.1999]

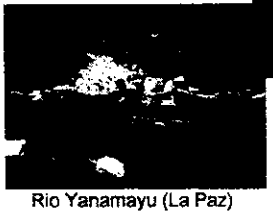
Instalación de Varilla de Medición en el Rio Tequeje (Ixiamas/ La Paz) [23 Oct.1999]



Rio Jaruma (Carangas/ Oruro) [6 Nov.1999]

Medición de descarga (1)

Rio Lauca (Oruro)



Rio Yanamayu (La Paz)

Medición de descarga (2)

Medición de descarga en el Rio Turiapu (Apolo/ La Paz) [14 Oct.1999]

Medición de descarga en el Rio Tequeje (Ixiamas/La Paz) [23 Oct. 1999]

Entrenamiento a observador en el Rio Tequeje

Experiencia de MCH relacionadas a la sostenibilidad

(1) Todos Santos MCH (Oruro)
- a) Capacidad Instalada (150 kW x 2) VS Demanda limitada (6 kW)
- b) Tarifa alta (Bs./kWh)
- c) Caída en Voltaje = Transmisión a larga distancia(40km)

(2) Ramon Gonzales (Charazani MCH, La Paz): 70kW
- a) Bajo ingreso VS Costo de D/L=> corte de servicio
- b) Tarifa de energía (Bs.15/month/family)

(3) Caranavi MCH (La Paz)
- a) Dentro de red eléctrica existente (aún provisión MHP)
- b) Tarifa MHP es más barata que tarifa de red eléctrica

Encuesta y estudio a ser realizados durante el segundo trabajo de campo

- 1. Observación continua de los niveles de agua y de descarga

Energía Eólica

Plan de Estudio General

Estudio de Campo e Instalación de Sistema Monitoreo

↓

Monitoreo de Viento

↓

Estudio de Pre-Factibilidad (2 lugares)

Objetivos del Estudio de Campo (Energía Eólica)

- 1. Colección de Datos
  - -VMEH
  - -SENAMHI
- 2. Selección de lugares para Sistema de Monitoreo de Viento
- 3. Arreglos para la Instalación

Flujo del Estudio de Campo

- Colección de Datos e Información, La Paz

↓

- Selección de lugares para Sistema de Monitoreo de Viento
  - (1) Establecimiento del Criterio de Selección
  - (2) Estudio y evaluación de Mapa
  - (3) Estudio de Campo
  - (4) Selección de Lugares Candidatos (10)

↓

- Arreglos para Instalación
  - Evaluación de Contratistas
  - Colección de Cotizaciones

Criterio de Selección

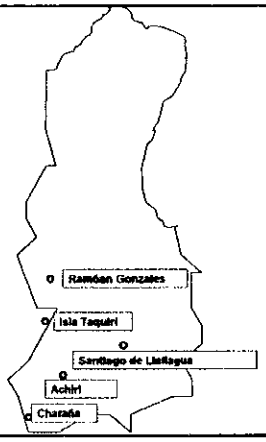
- Lugares con viento potencial
- Lugares donde no llegará extensión de red dentro de 5 – 10 años en principio
- Tamaño de Población (La Paz:1000-5000, Oruro:300-3000)
- Distribución geográfica y Acceso para colección de datos
- Lugares donde otras fuentes de energía alternativa (excepto extensión de red) están disponibles
- Lugares donde se registraron observaciones meteorológicas por SENAMHI

Evaluación (example)

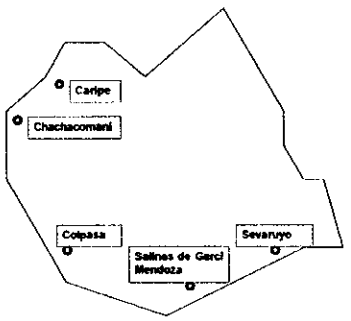
Tabla-1 Selección de lugares para el sistema de monitoreo de vientos en La Paz

	No	Nombre	1) Velocidad del viento (m/s)	1) Población	2) 1000/y <1500	2) Fuentes de energía alternativa	2) Red eléctrica	Acceso	3) Posición GPS	3) Área valor estimado
A	1	[illegible]	n.a.	8743	x	x	x	x	Gonzalo	
	2	Isla Taquiri	n.a.	n.a.	x	x	x	x	Omasuyos	x
	3	Jesus de Machaca	n.a.	972	x	x	x	x	Ingavi	
	4	[illegible]	n.a.	145	x	x	x	x	Pacajes	
	5	Charaña	n.a.	446	x	x	x	x	Loayza	
B	6	[illegible]	1.9	4910	x	x	x	x	Ingavi	
	7	Calacota	0.6	7464	x	x	x	x	Aroma	
	8	Michaquata	1.3	409	x	x	x	x	Los Andes	
	9	Ayaqui	5.0	3172	x	x	x	x	Aroma	
	10	Patacamaya	3.3	10840	x	x	x	x	Aroma	
	11	Puerto Acosta	2.8	8235	x	x	x	x	Gonzalo	
	12	Charaña	2.8	1067	x	x	x	x	Pacajes	
	13	Huarisata	4.8	8240	x	x	x	x	Omasuyos	
	14	Achiri	2.9	1726	x	PV	x	x	Pacajes	x
	15	???????	n.a.	1067	x	diesel/PV	x	x	Pacajes	x

Lugares para Monitoreo de Viento en La Paz



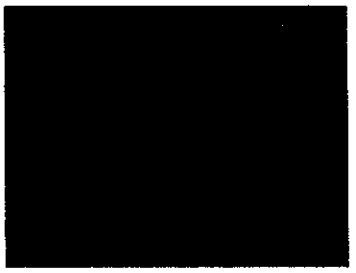
Lugares para Monitoreo de Viento en Oruro



Achiri : La Paz

- Municipio : Pacajes
- Población : 955
- Hogares : 190
- Fuentes existentes de energía alternativa: Diesel (20kW), FV (hospital y pozo publico)

Achiri : La Paz



Charaña : La Paz

- Municipio : Pacajes
- Población : 1200
- Hogares : 200
- Fuentes existentes de energía alternativa : Diesel (135kW), FV

Charaña : La Paz

Ramón Gonzales : La Paz

- Municipio : Saavedra
- Población : 200
- Hogares : 80
- Fuentes existentes de energía alternativa: Micro central hidroeléctrica (desde Charazani 60kW)

Ramón Gonzales : La Paz

Isla Taquiri : La Paz

- Municipalidad : Manco Kapac
- Población : 300
- Hogares : 100
- Fuentes existentes de energía alternativa : Ninguna

Isla Taquiri : La Paz

Santiago de Llallagua : La Paz

- Municipio : Aroma
- Población : 1000
- Hogares : 300
- Fuentes existentes de energía alternativa : Ninguna

Santiago de Llallagua : La Paz

Entre Comujo and Coipasa : Oruro

–Comujo

- Municipio : Atahuallpa
- Población : 150
- Hogares : 25
- Fuentes existentes de energía alternativa : Conectado con micro Central Hidroeléctrica (desde Todos Santos 150kW)

Entre Comujo and Coipasa : Oruro

–Coipasa

- Municipio : Atahuallpa
- Población : 500
- Hogares : 85
- Fuentes existentes de energía alternativa : Conectado con micro Central Hidroeléctrica (desde Todos Santos 150kW)

Entre Comujo and Coipasa : Oruro

Caripe : Oruro

- Municipio : Sajama
- Población : 250
- Hogares : 78
- Fuentes existentes de energía alternativa : Ninguna

Caripe : Oruro

Chachacomani : Oruro

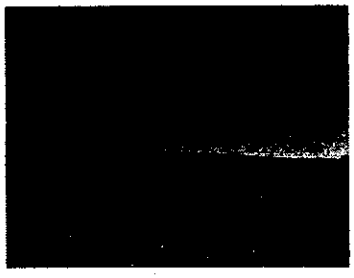
- Municipio : Sajama
- Población : 330
- Hogares : 55
- Fuentes existentes de energía alternativa : Ninguna

Chachacomani : Oruro

Salinas de Garci Mendoza

- Municipio :L.Cabrera
- Población : 1500
- Hogares : 300
- Fuentes existentes de energía alternativa : Ninguna

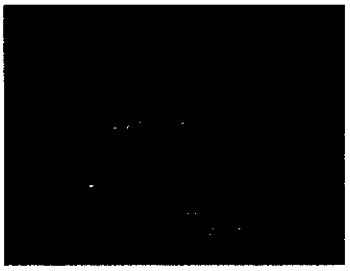
Salinas de Garci Mendoza



Sevaruyo : Oruro

- Municipio : Abaroa
- Población : 2000
- Hogares : 400
- Fuentes existentes de energía alternativa : Diesel (60kW)

Sevaruyo : Oruro



Estudio del Segundo Trabajo de Campo

- 1. Instalación de Sistema de Monitoreo (10 lugares)
- 2. Preparación para Monitoreo (Estructura de Organización)
- 3. Muestrario de Datos

Estudio Social

Objetivos (Estudio Social)

- Obtener perfil socioeconómico de habitantes y comunidades rurales

- Confirmar necesidades y aceptación de la gente y communidades a electrificación rural

- Comprobar Participación Popular en el proceso de electrificación rural

Métodos del Estudio

- Encuesta al informante clave

  Estudio de encuesta con método de Apreciación Rural Participativa (PRA por siglas en Inglés)

- Encuesta domiciliaria

  Estudio de entrevista con método de Apreciación Rural Rápida

  (RRA por siglas en Inglés). Método con cuestionario

Lugar y Tamaño

Prefectura	Organización Operativa	Lugares seleccionados (FV)	Numero de Entrevistados	Distancia a la población más
La Paz	ELFA, S.A.	Calluca	40	35km (Patacamaya)
		Sanfrancisco de Llallagua	10	18.5km (Huachaca)
		Santiago de Hiruyo	10	17km (Huachaca)
Oruro	COSEP	Iruma	20	24km (Oruro-city)
		Paria Pampita	10	30km (Oruro-city)
		Ancocota	10	30km (Oruro-city)
Proyecto FV existente en Oruro	Municipalidad de Pazña / ENRECA	Pazña	10	45km (Oruro-city)
Total		7 sites	110	

Características de los Entrevistados

Table XXX Interviewee's Background

Lugares FV	La Paz			Oruro		
	Calleca	San Francisco de Llallagua	Santiago de Hiruyo	Iruma	Paria Pampita	Ancocota
Edad						
Menos de 29 años	5	2	1	4	1	2
30-39	9	5	5	10	2	
40-49	8	3		2	4	3
50-59	8		4	1	2	5
60-69	8			2		
70 o más	2			1	1	
Nivel de educación						
Sin educación				2		3
Ciclo Básico	4	10	2	9	7	5
Ciclo Intermedio	17		4	6	3	2
Ciclo Medio	19		4	3		
Universidad						
Ocupación Principal						
Agricultor	4			3	1	
Agricultor + Partar	27	3	7	6	9	10
Agricultor + Trabajo temporal	4	7	4		1	
Agricultor + Negocio particular	3		1			
Agricultor + Empleado público			1			
Agricultor + Empleado privado			2			
Farmer + Private business						
	1					
Asalariado del sector privado	1					

Economía de Hogares

PV Site	La Paz			Oruro		
	Calleca	Sanfrancisco de Llallagua	Santiago de Hiruyo	Iruma	Paria Pampita	Ancocota
Ingreso anual promedio	Bs. 3,329	Bs. 1,970	Bs. 3,823	Bs. 2,953	Bs. 1,656	Bs. 1,325
Costo de consumo mensual promedio	Bs. 142.3	Bs. 293.3	Bs. 322.9	Bs. 204.1	Bs. 217.1	Bs. 110.0
(para Comida)	Bs. 97.9	Bs. 167.5	Bs. 241.4	Bs. 172.5	Bs. 171.4	Bs. 100.0
(para Energía)	Bs. 9.2	Bs. 22.5	Bs. 22.5	Bs. 22.9	Bs. 25.5	Bs. 10.9

Agricultura y Ganadería

PV Site	La Paz			Oruro		
	Calleca	San francisco de Llallagua	Santiago de Hiruyo	Iruma	Paria Pampita	Ancocota
Tamaño promedio de la propiedad	3.2 ha		5.8 ha	0.8 ha	4.4 ha	4.9 ha
Número promedio de cabezas de ganado						
- Reses	1.7	3	3.6	2	2.9	3.3
- Ovejas	14.7	24	32.5	15.9	44.4	30.8
- Aves de corral	2.9	4	2.3	4	0.3	1.7
- Cerdos	0.2					
- Burros	0.7	2	0.9		1.8	2.7
- Llamas	0.2			11.8	40.3	3.8
Número de hogares que tienen terrenos y/o ganado						
- Terrenos	37	9	10	17	9	10
- Reses	31	10	10	1	8	9
- Ovejas	31	10	10	9	9	8
- Aves de corral	16	9	4	1	1	0
- Cerdos	4	0	0	0	0	9
- Burros	16	7	4	0	9	7
- Llamas	3	0	0	4	9	8
Número total de hogares	40	10	10	20	10	10

Aparatos Eléctricos

Lugar FV	La Paz			Oruro		
	Calleca	San Francisco de Llallagua	Santiago de Hiruyo	Iruma	Paria Pampita	Ancocota
Aparatos existentes en un hogar						
- Radio	26	3	3	8	1	3
- Radiograbadora	8	3	2	6	7	2
- Radio + Radiograbadora	3	2	5	2	1	
- Radiograbadora + TV				1		
- Radio + Radiograbadora + TV					1	
- Ningún aparato	3	2		3		5
Consumo promedio mensual de pilas secas	-	Bs. 16.8	Bs. 14.2	Bs. 21.8	Bs. 31.9	Bs. 6.7
Aparatos deseados luego de instalación FV						
- Radio	2					
- Radiograbadora	4	2		5		3
- Radio + Radiograbadora						
- TV	18	6	8	3	8	2
- TV + Radio				1		2
- TV + Radiograbadora	3	2	1	1	1	3
- No tiene idea o no comprení ningún aparato	13		1		1	
Número total de hogares	40	10	10	20	10	10

Condiciones promedio de uso de Mechero

Lugar FV	Calleca	San Francisco de Llallagua	Santiago de Hiruyo	Iruma	Paria Pampita	Ancocota
Precio por mechero (Bs.)*	1,4	1,8	1,6	-	3	-
Vida del mechero (años)	1,2	1,5	1,6	1	1	1
Consumo mensual de combustible (litros)	1,1	2,8	2,6	4,2	3,8	2,3
Precio del combustible (litro de kerosene)	2,4	2,2	2,5	1,5	1,6	1,8
Horas diarias de uso del mechero	2,4	1,7	2,5	3	4	2,6

* incluye el costo de la mecha solamente

Fuente para pago de cuota inicial

Préstamos de parientes o amigos	1						
Crédito	1			2			
Venta de productos agrícolas					2		
Venta de ganado	10	3	3	2	3	5	1
Venta de ovejas							
Trabajo temporal	4			10			1
Venta de productos agrícolas + trabajo temporal				2			
Venta de ganado + trabajo temporal		3	2		5	5	3
Venta de productos agrícolas y ganado	9				1		3
De ahorros y reservas	1						
De ahorros y venta de productos agrícolas			1				
De ahorros y venta de ganado	9		1				
De ahorros y trabajo temporal	1		1				
De ahorros y préstamos de parientes o amigos	1						
Otros							
Total	40	10	10	20	10	10	10

Fuente para pago de cuota mensual

Crédito	1			1			
Venta de producción agrícola					1		
Venta de ganado	8	2	5			3	
Venta de terrenos							
Jornalero temporal	5	2	2	5	3	2	
Venta de producción agrícola + Trabajo temporal				1		2	
Venta de ganado + trabajo temporal		2	2		5	2	
Venta de producción agrícola y ganado	5	2				2	
De ahorros y venta de ganado	6						
De ahorros y trabajo temporal	1		1				
De ahorros y prestamos de parientes o amigos	1						
Remesas	2						
Otros							
Total	40	10	10	20	10	10	10

Necesidades y Expectativas acerca de la Electrificación Rural

- Desarrollar riego agrícola con sistema eléctrico
- Promover generación de ingresos a nivel de industria casera
- Mejorar condiciones de educación
- Desarrollar un pozo profundo para agua potable
- Acceder a más información a través de radio y TV
- Divertirse, actividades sociales

Alcance del trabajo del Segundo Estudio de Campo

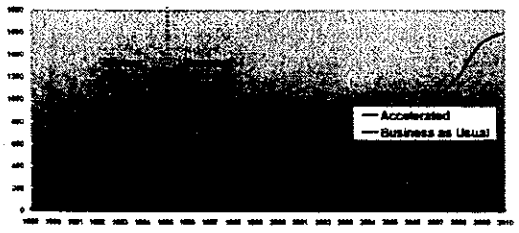
- Estudio Suplementario de Socio-economía
- Preparación de Monitoreo para Sistema FV (para usuarios)
- Confirmación de Organizaciones e Instituciones formuladas para Sistema FV

3. Concepto Basico de Sistema FV y Tema Corriente

Recent Trend

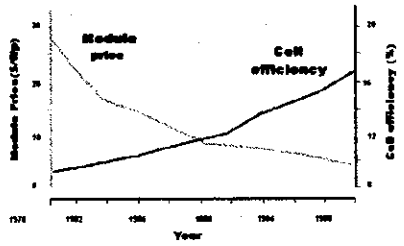
Production and Price

Photovoltaic Forecast-MWp Long-Term



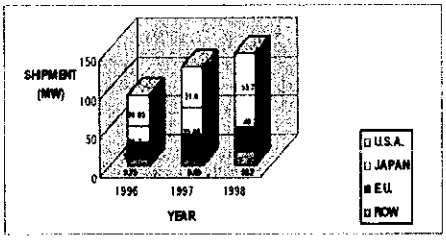
Source : Siemens Solar Industry

Cost vs Cel Efficiency Curve



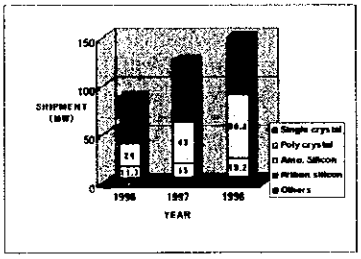
Source : BP Solar

World PV Cell / Module Shipment



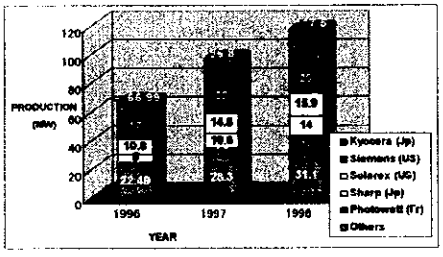
Source : PV News Vol.18 No.2 (published in Japan)1999

World Cell / Module Shipment by Cell Type



Source : PV News Vol.18 No.2 (published in Japan)1999

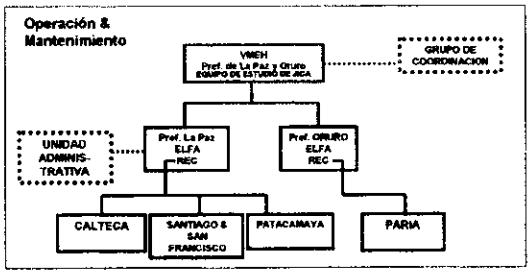
PV Cell production by companies



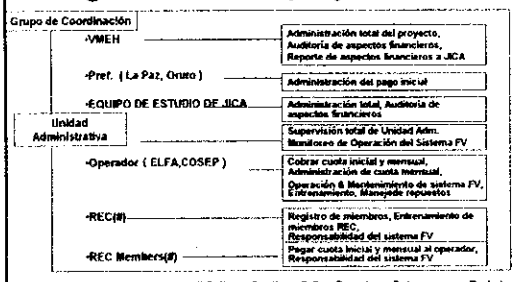
Source : PV News Vol.18 No.2 (published in Japan)1999

4. Estructura de Operación y Mantenimiento para Sistema FV

Organización del proyecto

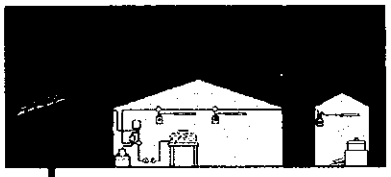


Organización del proyecto



(# Calteca, Santiago & San Francisco, Patacamaya y Paria)

Sistema Solar Domiciliario



- FV : 65WP
- Controlador : Protección para sobrecarga / sobredescarga
- Batería : 12V 100Ah (Producto boliviano)
- Carga : Tres tubos fluorescentes @15W
  Radio o TV blanco y negro (a opción del usuario)

Sistema Tarifario

Cuota inicial	Bs 700
Costo de Capital del sistema	
Cuota mensual	Bs 30
Costo de Operación & Mantenimiento	

- La tarifa mencionada es básicamente fija
- La Unidad Administrativa discutirá y acordará cambios a la tarifa cuando se dén cambios económicos substanciales.

Pago inicial Bs 700

(Costo total Bs 5300)

8 pagos por instalación

Pago por contrato		Bs 50
Enero	2000	Bs350
Marzo	2000	Bs 50
Mayo	2000	Bs 50
Julio	2000	Bs 50
Septiembre	2000	Bs 50
Noviembre	2000	Bs 50
Enero	2001	Bs 50

Cuota Inicial Bs 700

(Costo Total Bs 5300)

•Pago a Operadores (ELFA & COSEP) al final de meses específicos

•Administrado por Prefecturas en una cuenta bancaria exclusiva

•Auditado por VMEH & JICA

•Fondo rotativo para implementación del sistema FV (en discusión con el Grupo de Coordinación y Unidad Adm.)

El sistema FV será retirado ante retraso en los pagos

Cuota mensual Bs 30

Costo de Operación y Mantenimiento

•Pago a operadores (ELFA & COSEP) al final de cada mes

•Administrado por operadores (ELFA & COSEP) en cuentas bancarias exclusivas.

•Auditado por VMEH y JICA

•Costo de Mano de Obra de Operadores

•Costo de Materiales

•Costo de reemplazo de partes

Cuota Mensual Bs 30

Costo de Operación y Mantenimiento

- Costo de Mano de Obra de Operadores
  - Patrullaje Mensual
  - Problemas de disparo
  - Costo de Materiales
  - Agua destilada para baterías
  - Cables y arreglos (excepto los de los usuarios)
  - Costo de reemplazo de las partes
  - Bateria y Controlador (Excepto linternas, panel FV)

Monitoreo

Propósito

Obtener la mejor manera
para
Electrificación Rural
utilizando sistema FV
en
Bolivia

Monitoreo

Monitoreo por Software

- Operación & Mantenimiento
  - Rol: • ELFA & COSEP patrullarán casas mensualmente • Usuarios utilizan el sistema cada día
- Uso del Sistema
  - Rol: • Usuarios utilizan el sistema cada día • Usuarios son responsables por cuidado del sistema
- Administración Financiera
  - Rol: • Pref. De La Paz y Oruro cobrarán cuota inicial • ELFA & COSEP cobrarán cuota mensual
- Cambio Socioeconómico
  - Rol: • Usuarios utilizan el sistema cada día y harán el pago

Monitoreo

Monitoreo Técnico

Por registro de datos
- Irradiación vs Poder
- Poder vs Uso

Por oído
- Cargas de uso
- Horas de uso
- Condiciones del sistema

Monitoreo
Operación & Mantenimiento

Tópicos	Examinadores
Mantenimiento mensual	ELFA & COSEP
Mantenimiento	RECs
Ocasional	

Organización a cargo
Prefecturas de La Paz
y Oruro

Monitoreo
Uso del Sistema

Tópicos	Examinadores
Uso apropiado	RECs
Mantenimiento diario	Usuarios
Demanda tamaño / calidad /costo aplicación	

Organización a cargo
ELFA
COSEP

Monitoreo
Administración Financiera

Tópicos
- Administración
- Financiera

Examinadores
- Prefecturas de La Paz y Oruro
- ELFA & COSEP

Organización a cargo
- VMEH

Monitoreo
Cambio Socioeconómico

Tópicos
- Pago
- Estilo de vida / Mérito
- Economía doméstica / Costo

Examinadores
- RECs
- Usuarios

Organización a cargo
- ELFA
- COSEP

Monitoreo
Datos Técnicos

Tópicos
- Irradiación vs Poder
- Poder vs Uso apropiado

Examinadores
- RECs
- Usuarios

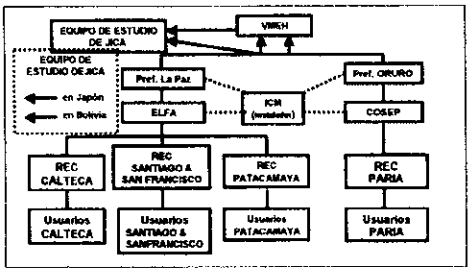
Recolección de datos técnicos

Organización a cargo
- ELFA
- COSEP

Monitoreo
Matriz de Responsabilidades y Objetos

	[illegible]	[illegible]	Adm. Financiera 3 Months	Socio-Económicos 3 Months	Datos Técnicos Mensual
VMEH	[illegible]	[illegible]	A CARGO		
Pref. de La Paz	A CARGO		OBJETO		
Pref. De Oruro	A CARGO		OBJETO		
ELFA	OBJETO	A CARGO	OBJETO	A CARGO	A CARGO
COSEP	OBJETO	A CARGO	OBJETO	A CARGO	A CARGO
REC	OBJETO	OBJETO		OBJETO	OBJETO
USUARIO		OBJETO		OBJETO	OBJETO

Monitoreo
Organización Informativa



Monitoreo
Proceso de datos recolectados

Datos del Registro de datos

- Transferir datos recolectados utilizando una tarjeta de PC
- Quitar la tarjeta y reinstalar la tarjeta de repuesto en su sitio
- Llevar la tarjeta a la oficina y leer los datos con una PC
- Se debe sacar una copia de seguridad en disco de los datos recolectados
- Enviar los datos el Equipo de Estudio en Japón por e-mail
- Inicializar la tarjeta de PC card para la recolección de datos en el siguiente mes

ANEXO IV-2

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
VICEMINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA (VMEH)

- SEGUNDO SEMINARIO -

ESTUDIO
DE
IMPLEMENTACION PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL CON ENERGIAS RENOVABLES
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA

Objetivos del Estudio

- Elaborar el Plan de Implementación de Electrificación Rural con Energía Renovable en los Departamentos de La Paz y Oruro
- Transferencia de Tecnología

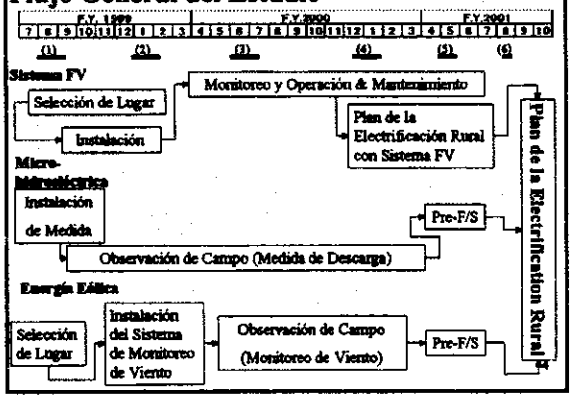
2

Area Objeto y Energía Renovable

- Area Objeto: La Paz y Oruro
- Fuentes de Energias Renovable:
  - (i) Célula Fotovoltaica (FV)
  - (ii) Micro-hidroeléctrica
  - (iii) Energía eólica

3

Flujo General del Estudio



Resumen del Estudios Realizados

- Sector Energía y Electrificación Rural
- Célula Fotovoltaica (FV)
- Micro-hidroeléctrica
- Energía Eólica
- Estudio Socio-economico

5

Resumen del Estudios Realizados

Sector Energía
y
Electrificación Rural

6

Sistema Nacional

(1) Sistema Interconectado Nacional (SIN):
80% of capacidada instalada
(2) Sistema Aislado (SA):6%
(3) Otros Sistemas Aislados (OSA): 3%
(4) Generadores Propios:11%

7

Capacidad Instalada

(MW)

	1994	1995	1996	1997	1998
Energía Hidroeléctrica	289.1	306.4	318.4	336.4	341.9
Participación	36.7%	37.0%	31.6%	32.9%	32.8%
Tasa de Crecimiento	-3.7%	6.0%	3.9%	5.7%	1.6%
Energía Térmica	497.7	521.5	688.9	687.3	700.9
Participación	63.3%	63.0%	68.4%	67.1%	67.2%
Tasa de Crecimiento	9.2%	4.8%	32.1%	-0.2%	2.0%
Total	786.8	827.9	1,007	1,024	1,043
Tasa de Crecimiento	4.1%	5.2%	21.7%	1.6%	1.9%

Fuente: 'Anuario Estadístico del sector Eléctrico Boliviano 1998', VMEH

8

Generación Eléctrica

(GWh)

	1994	1995	1996	1997	1998
Energía Hidroeléctrica	1,351	1,283	1,460	1,573	1,513
Participación	47.8%	42.7%	45.3%	45.3%	41.1%
Tasa de Crecimiento	-12.1%	-5.0%	13.8%	7.7%	-3.8%
Energía Térmica	1,473	1,720	1,760	1,884	2,172
Participación	52.2%	57.3%	54.7%	54.3%	58.9%
Tasa de Crecimiento	32.2%	16.8%	2.3%	7.0%	15.3%
Total	2,824	2,003	3,220	3,457	3,685
Tasa de Crecimiento	6.5%	6.3%	7.2%	7.4%	6.6%

Fuente: 'Anuario Estadístico del sector Eléctrico Boliviano 1998', VMEH

9

- **Sistema de Transmisión**
  Transportadora de Electricidad (TDE)
- **Sistema de Distribución**
  6 Distribuidoras en Mercado Mayorista del
  SIN (ELECTROPAZ, ELFEO, ELFEC, CRE, CESSA y SEPSA)

10

Gasto Público Para Infrastructura

(US$1,000)

	1996			1997		
	Total	Interno	Externo	Total	Interno	Externo
Energía	26,245	5,948	20,297	13,930	8,925	5,005
Electrificación Rural	1,157	1,155	2	7,105	6,993	112
Total	215,647	53,397	162,250	180,835	93,583	87,252

	1998			1999		
	Total	Interno	Externo	Total	Interno	Externo
Energía	10,144	6,046	4,098	8,328	6,205	2,123
Electrificación Rural	6,379	4,486	1,893	4,635	3,925	710
Total	155,067	74,193	80,874	426,582	191,351	235,231

Fuente: VIPFE

11

Electrificación Rural de La Paz y Oruro Prefecturas

	[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]	[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]	[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]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Fuente: VMEH

12

Presupuesto por Tipo de Energía de PRONER

(US$MN)

	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Extensión de la Red	5.7	7.0	6.6	7.1	7.1	33.5
FV	6.7	7.8	7.7	8.2	8.1	38.5
Hidráulico	4.6	4.2	5.7	5.2	5.8	25.5
Asistencia Técnica	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	5.5
Total	18.0	20.0	21.0	22.0	22.0	103.0

Fuente: VMEH

13

Plan de Financiamiento de PRONER

(US$MN)

	Prefecturas	Municipios	Participación por Beneficiarios	Sector Privado	Financiamiento Internacional	Total
1998	6.0	2.0	1.0	4.5	4.5	18.0
1999	3.0	2.0	2.0	7.0	6.0	20.0
2000	3.5	1.0	2.0	6.5	8.0	21.0
2001	4.5	2.0	1.0	6.5	8.0	22.0
2002	4.5	2.0	2.0	5.5	8.0	22.0
Total	21.5	9.0	8.0	30.0	34.5	103.0

Fuente: VMEH

14

Costos de Energías Alternativas

(1) Extensión de la red eléctrica: $0.83/kWh

(2) Generador a diesel: $0.62/kWh

(3) Sistema FV: $1.78/kWh

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

15

Resumen del Estudios Realizados - Célula Fotovoltaica (FV) 1 -

- Primer Estudio de Campo
  - Selección de localidades para el proyecto piloto fotovoltaico (270 sistemas)
  - Inspección del sistema FV proporcionado en Bolivia
  - Formulación de sistemas de operación y mantenimiento para el sistema FV incluyendo la organización y línea de estructura de mando
  - Supervisión de la instalación

16

Resumen del Estudios Realizados - Célula Fotovoltaica (FV) 2 -

- Segundo Estudio de Campo
  - Supervisión de la instalación de los sistemas FV
  - Instalación del equipo de irradiación con data logger
  - Formulación de guías de Operación y Mantenimiento para usuarios y operadores
  - Preparación para el monitoreo

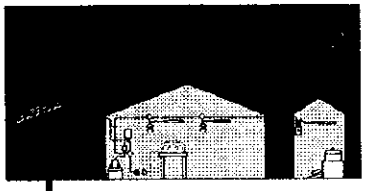
17

Resumen del Estudios Realizados - Célula Fotovoltaica (FV) 3 -

- Area Objeto del Proyecto Piloto
  - Prefectura de La Paz
    - Calteca
    - Murchapi, Chiarumani y Chacoma, Catavi, Millo y Culli Culli Alto
    - Santiago, Sanfrancisco y Sipe Sipe
  - Prefectura de Oruro
    - Laguna Ancocota
    - Milluni
    - Paria Pampita

18

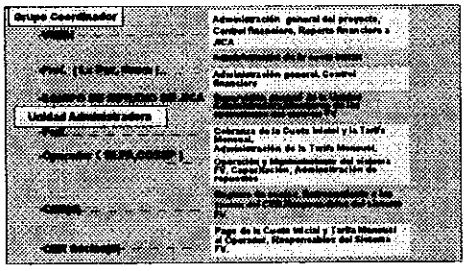
Sistema FV Propuesto



- PV : 55WP
- Controlador : Protección por sobre carga/sobre descarga
- Bateria : 12V 100Ah (Producto Boliviano)
- Cargas : Tres lámparas fluorescentes @15W

19

Organización del proyecto



[8 Cantoca, Santiago & San Francisco, Patacamaya y Paria]

20

Resumen del Estudios Realizados - Micro-hidroeléctrica 1 -

- Primer Estudio de Campo
  - Recolección de datos y preparación de inventario
  - Supervisión de localidades para la observación de descarga (10 localidades)
  - Observación de la descarga
  - Instalación de reglas de medición y control
- Segundo Estudio de Campo
  - Observación de los niveles de agua y caudales

21

Resumen del Estudios Realizados - Micro-hidroeléctrica 2 -

- Rios Seleccionado para Observación del Nivel de Agua

No	Nombre	Prefectura	Provincia	Municipio	Cantón	Hogar	Rio (Cuenca)	Sitio	Instalación de Staff gauge	Daily W.L. observe	Obs. Discharge
1	Apolo	La Paz	F. Tamayo	Apolo	Apolo	500	Rio Turipuy	1 Km from Apolo town	○ 14~17 Oct. 99	○	○ 14 Oct. 99
2	Sorasora	La Paz	Inquisivi	S. Buenaventura	Sorasora	200	Rio Tequeye	1 km SW from Sorasora town	○ 23~25 Oct. 99	○	○ 23 Oct. 99
3	Rio Jatunsa	Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas	Estancia Quimsa Jahka	240	Rio Jatunsa	4 Km SW from Quimsa Jahka town	○ (9~1 Nov. 99)	○	○ 31 Nov. 99
4	Rio Sajama	Oruro	Sajama	Chachacomani	Eco Centro Morgach	240	Rio Sajama	11 km SE from Chachacomani	x	x	○ 31 Nov. 99

22

Resumen del Estudios Realizados - Energía Eólica 1 -

- Primer Estudio de Campo
  - Selección de localidades para el sistema de monitoreo eólico (10 localidades)
  - Investigación de campo y disposiciones para los trabajos de instalación
  - Preparación de las especificaciones para la instalación y búsqueda de posibles contratistas
- Segundo Estudio de Campo
  - Instalación del sistema de monitoreo de viento (10 localidades)
  - Preparación para el monitoreo

23

Resumen del Estudios Realizados - Energía Eólica 2 -

Prefectura	Sitio	Population	Hogares	Fuente de Energía Existente
La Paz	(1) Achiri	955	190	Diesel(20kW)
	(2) Charana	1200	200	Diesel(195kW)
La Paz	(3) Ramon conzales	200	80	Hydro power
	(4) Isla Taquiri	500	100	None
	(5) San Lallagua	1000	300	None
Oruro	(1) Curujo & Cripana	650	110	Hydro power
	(2) Caripe	250	78	None
	(3) Chachacomani	330	55	None
	(4) Sn.de Garci Mtn.	300	300	None
	(5) Severuyo	2000	400	Diesel(60kW)

- Sitios Seleccionados para el monitoreo de viento

24

Resumen del Estudios Realizados - Estudio Socio-economico 1 -

- Primer Estudio de Campo
  - Recolección de antecedentes relativos a información socioeconómica, instituciones y organizaciones
  - Estudio Socioeconómico en La Paz y Oruro (para los potenciales beneficiarios del sistema fotovoltaico)

25

Resumen del Estudios Realizados - Estudio Socio-economico 2 -

- Segundo Estudio de Campo
  - Formulación de manuales de organización de Operación y Mantenimiento para el sistema FV
  - Estudio socioeconómico suplementario y preparación para el monitoreo

26

Resumen del Estudios Realizados - Estudio Socio-economico 3 -

	La Paz	Oruro
a) Ingreso mensual promedio	Bs. 310	Bs. 289
b) Consumo para energia	Bs. 20 - 25 por mes	
c) Industrias principales	Agricultura y Ganaderia	
d) Artefactos existentes	97%: Radio o Radio-casseite grabadora	
e) Artefactos deseados	95%: Aparato de TV	
f) Uso de la lampara	2~3 horas por dia	
g) Consumo mensual de kerosene	Bs. 5.1	Bs. 5.8
h) Fuente prevista para la cuota y el pago	1) Venta de ganado o productos agricolas 2) Trabajo temporal	
i) Necesidades y expectativa de la electrificacion rural	1) Generacion de Ingresos	
	2) Necesidades humanas basicas	
	3) Bienestar social	

27

Tercero Trabajo de Campo

- Célula Fotovoltaica (FV)
- Micro-hidroeléctrica
- Energía Eólica
- Estudio Social y Administración Organizada
- Estudio Economico y Financial

28

Tercero Trabajo de Campo - Célula Fotovoltaica (FV) -

- Monitoreo de los sistemas FV instalados
- Recolección de datos de data logger
- Estudio del desarrollo potencial por célula fotovoltaica (FV) para electrificación rural

29

Tercero Trabajo de Campo - Micro-hidroeléctrica -

- Selección de sitios potenciales (10) para energía hidroeléctrica
- Investigación de sitios potenciales (10) por energía hidroeléctrica para selección de dos sitios candidatos

30

Tercero Trabajo de Campo
- Energía Eólica -

- Recolección de datos y análisis por sistema de monitoreo de viento
- Estudio del plan del desarrollo con energía eólica

31

Tercero Trabajo de Campo
- Estudio Social y Administración Organizada -

- Monitoreo del usuarios para proyecto piloto del sistema FV
- Análisis de administración organizada para sistema FV
- Estudio de la sistema de operación y mantenimiento para energía hidroeléctrica y eólica

32

Tercero Trabajo de Campo
- Estudio Economico y Financial -

- Estudio por avance de PRONER y electrificación rural
- Preparación del marco básico por Plan de Electrificación Rural
- Análisis de costo de energía, tarifas y consumo

33

Transferencia de Tecnología en Tercero Trabajo de Campo

- Célula Fotovoltaica (FV)
- Energia Micro Hidroelectrica
- Energia Eolica

34

Transferencia de Tecnología en Tercero Trabajo de Campo
- Célula Fotovoltaica (FV) -

- Inspección de los sistemas FV instalados
- Guía y manual de mantenimiento del usuario
- Método de monitoreo

35

Transferencia de Tecnología en Tercero Trabajo de Campo
- Energia Micro Hidroelectrica -

- Selección de sitios potenciales
- Método del estudio de reconocimiento

36

Transferencia de Tecnología en Tercero Trabajo de Campo - Energia Eolica -

- Método de monitoreo
- Método de análisis de datos

37

Energía Eólica

Flujo del Trabajo

Instalación del Sistema de Monitoreo de Viento

↓

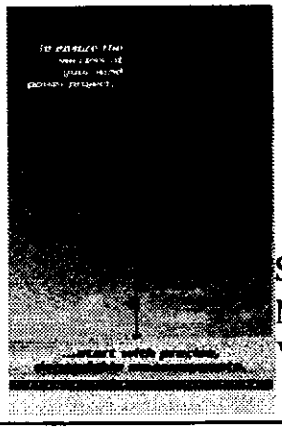
Análisis de Datos

↓

Selección de Sitios para el Estudio de Pre-Factibilidad (2 sitios)

39

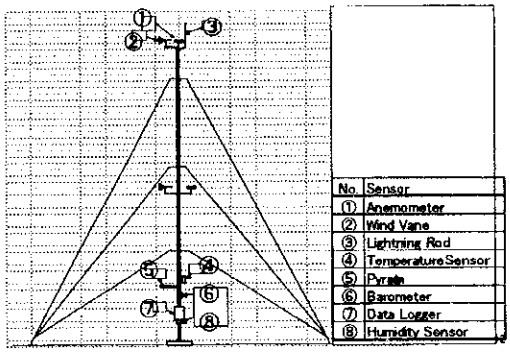
Instalación del Sistema de Monitoreo de Viento



Sistema de Monitoreo de Viento

41

Sistema de Monitoreo de Viento

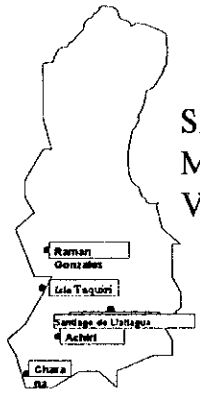


Datos del Monitoreo

1	Anemometro (10m)
2	Anemometro (20m)
3	Veleta (10m)
4	Veleta (20m)
5	Temperatura
6	Barómetro
7	Humedad relativa
8	Radiación Solar

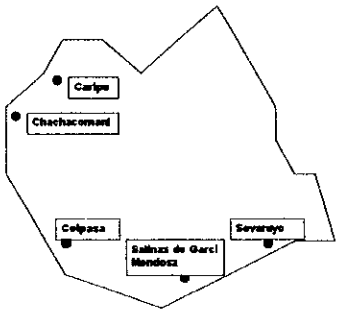
43

Sitios del Monitoreo de Viento en La Paz



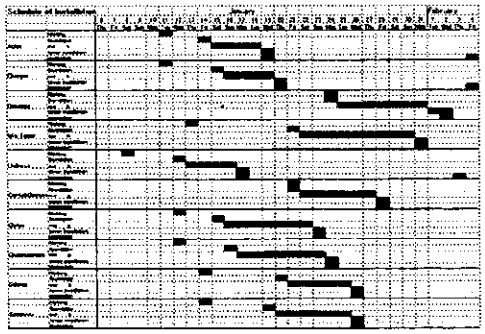
44

Sitios del Monitoreo de Viento en Oruro



45

Instalación del Sistema de Monitoreo de Viento



(Fuente : Equipo del JICA)

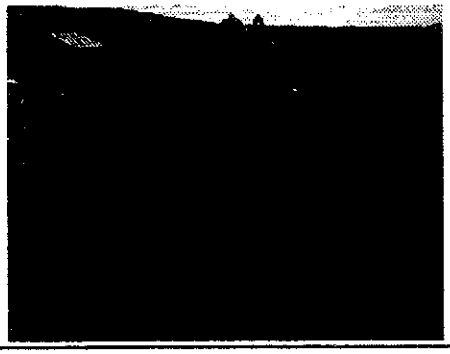
46

Proceso de la Instalación

Base Plate

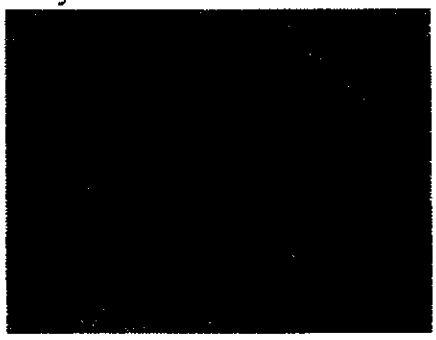
48

Anchor



49

Guy Wire

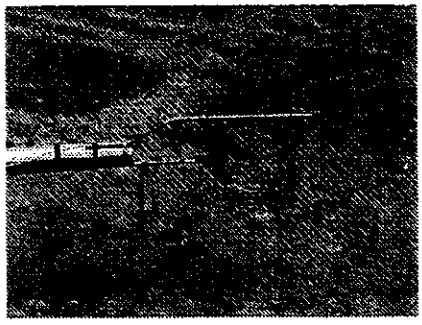


50

Grounding Work

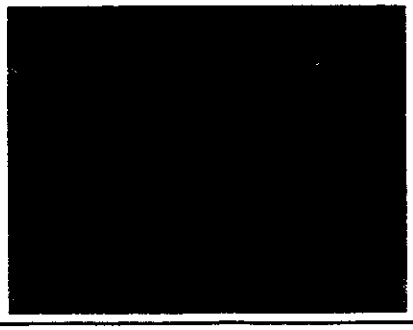
51

Anemometer, Wind Vane
and Lighting Rod



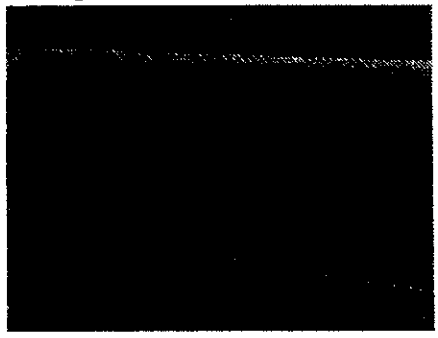
52

Pyranometer and
Air Pressure Sensor



53

Temperature Sensor



54

Gin Pole

55

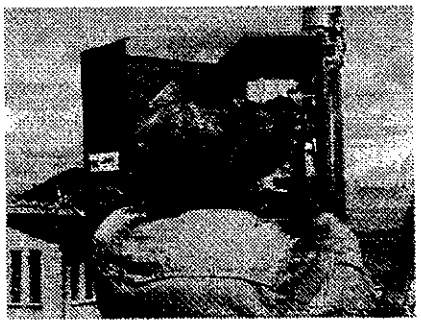
Tower Erection (1)

56

Tower Erection (2)

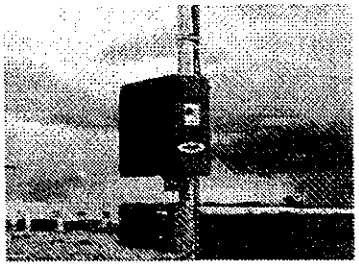
57

Data Logger (1)



58

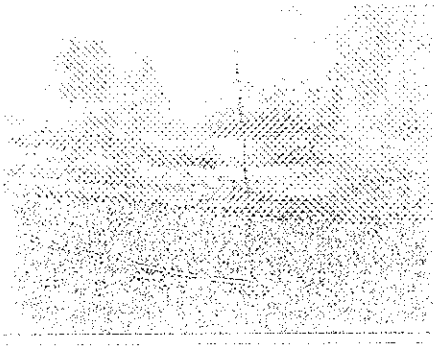
Data Logger (2)

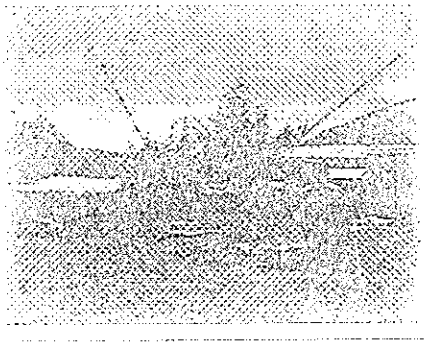


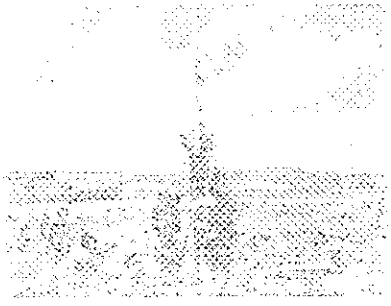
59

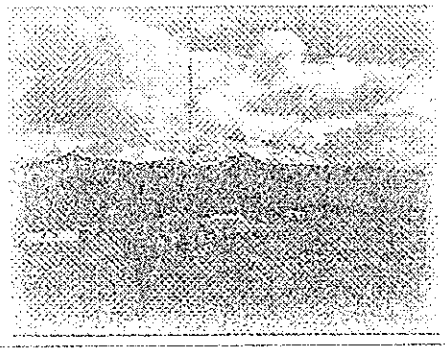
Sistema de Monitoreo de Viento

60





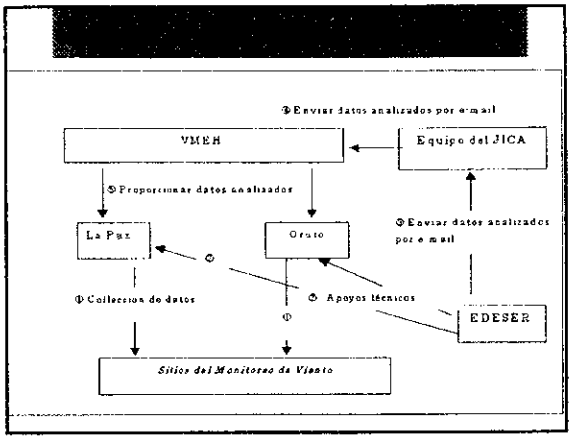




Problemas y Medidas

Problemas	Medidas
Solamente se tenía un juego de "gin pole" y guinche para la erección de las diez torres	Acomodar el cronograma de trabajo en ambas prefecturas para utilizar solamente un juego de "gin pole" y un guinche.
Fueron necesarios largos períodos de secado de los cimientos debido a la estación de lluvia.	Se planearon al menos 4 días para el período de secado
Se necesitó una gran cantidad de mano de obra para finalizar los trabajos en el tiempo previsto	El contratista contrató trabajadores locales en cada sitio.
Se encontraban disponibles solamente áreas limitadas para las estación de monitoreo	Reducir el diámetro de las anclas.
La tierra era muy suave para la instalación de anclas.	En lugar de atornillar las anclas, se las instalaron en agujeros rellenos con cemento
Base Station, el software para la recolección de datos y su manejo, no pudo ser instalado en las computadoras de la Prefectura de La Paz.	Se planea instalar el software en una computadora del VMEH.
La información de 10 sitios ocupa una cantidad de memoria muy grande para ser enviada por e-mail.	Se enviarán por e-mail archivos comprimidos.
La presión absoluta es muy baja para ser medida por un sensor de presión BP-20 y un data logger DL9300.	Cambiar la tarjeta SIM en el data logger por una apropiada para realizar mediciones correctas.

63

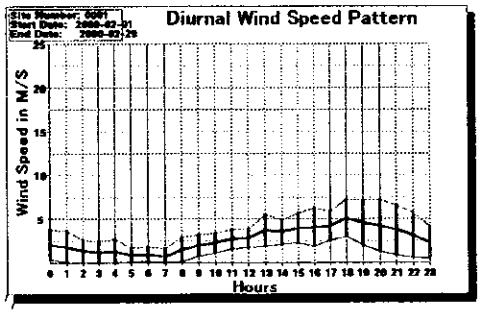


Datos del Viento

(febrero y marso del 2000)

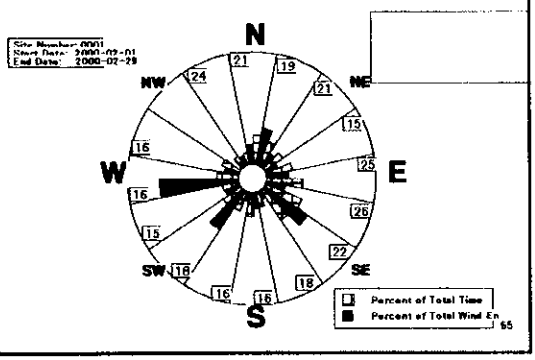
63

Achiri (febrero 2000)



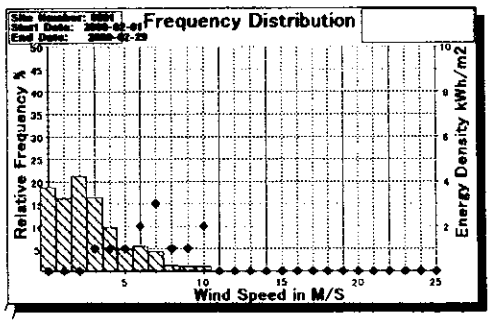
64

Achiri (febrero 2000)



65

Achiri (febrero 2000)



66

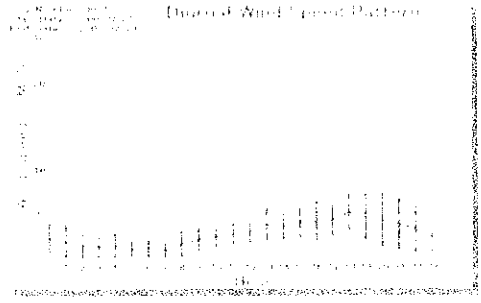
Problemas y Modelos

Sistema de Recolección de Datos

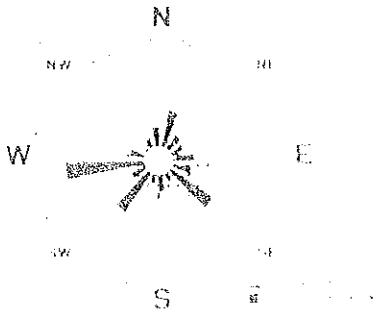
Datos del Viento

(febrero y marzo del 2000)

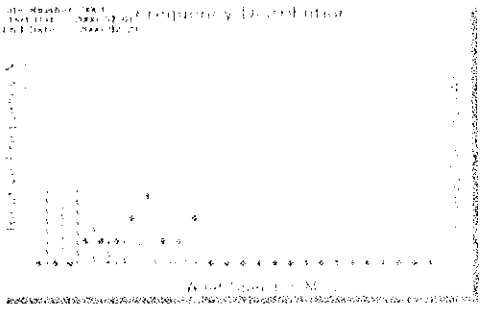
Achiri (febrero 2000)



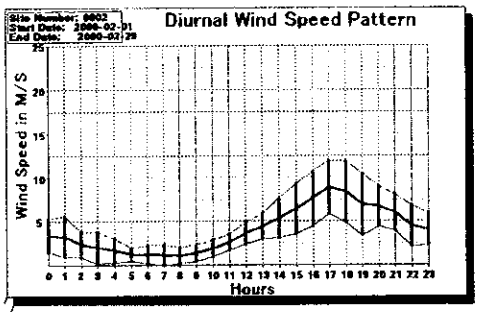
Achiri (febrero 2000)



Achiri (febrero 2000)

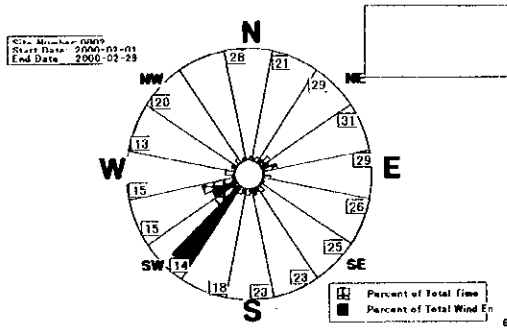


Charana (febrero 2000)



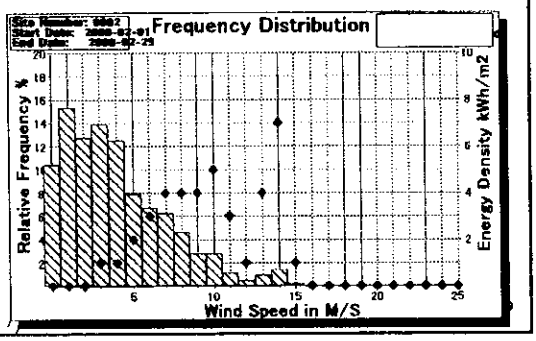
67

Charana (febrero 2000)

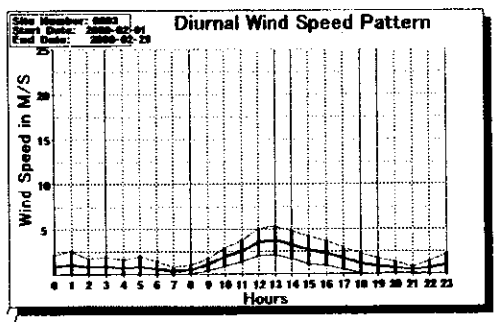


68

Charana (febrero 2000)

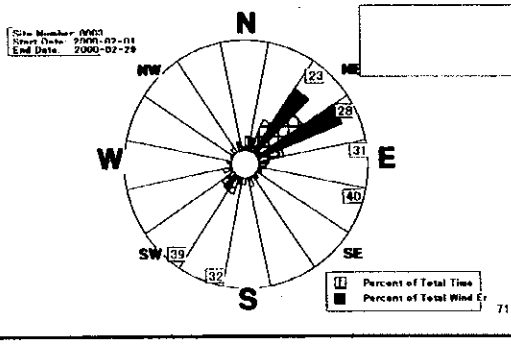


R.Gonzales (febrero 2000)



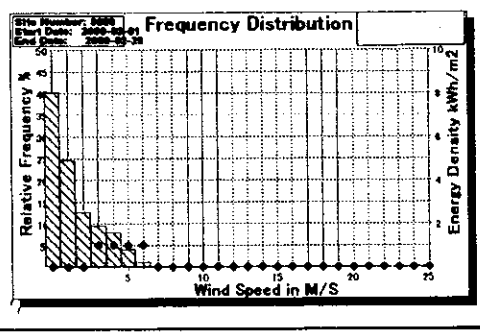
70

R.Gonzales (febrero 2000)



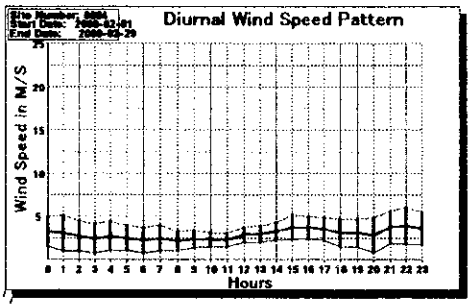
71

R.Gonzales (febrero 2000)



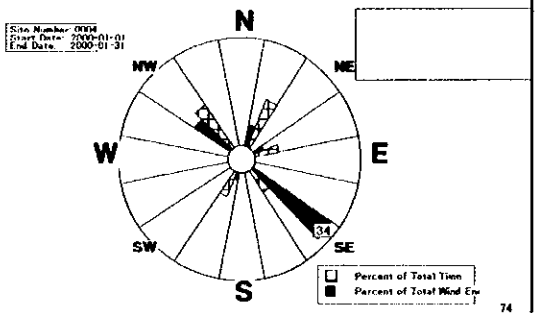
72

Isla.Taquiri (febrero 2000)



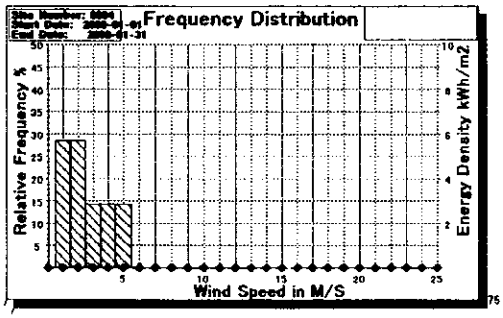
73

Isla.Taquiri (febrero 2000)



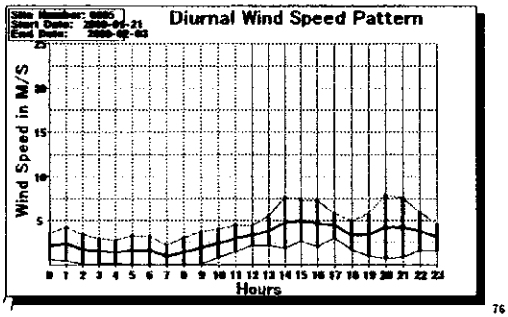
74

Isla.Taquiri (febrero 2000)



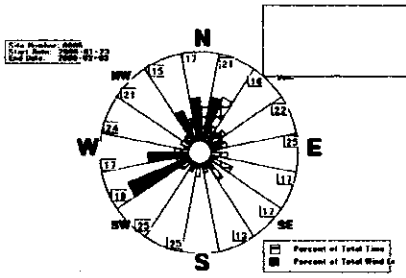
75

Santiago de Llallagua



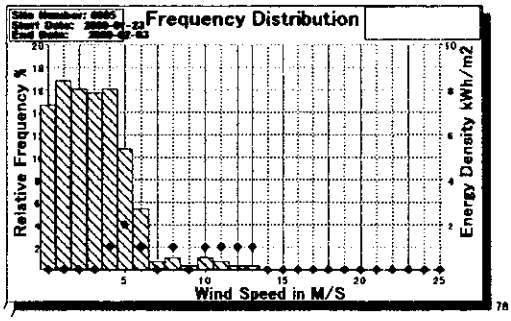
76

Santiago de Llallagua



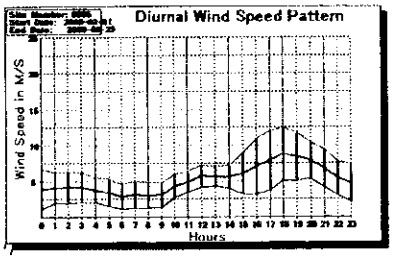
77

Santiago de Llallagua



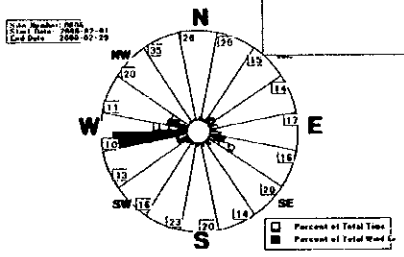
78

Entre Comjo y Coipasa



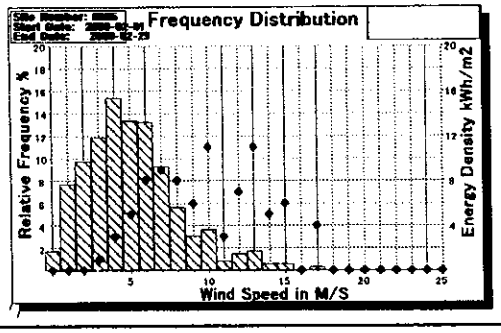
79

Entre Comjo y Coipasa



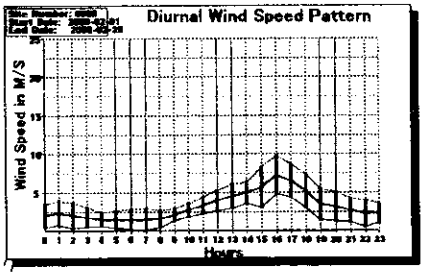
80

Entre Comjo y Coipasa



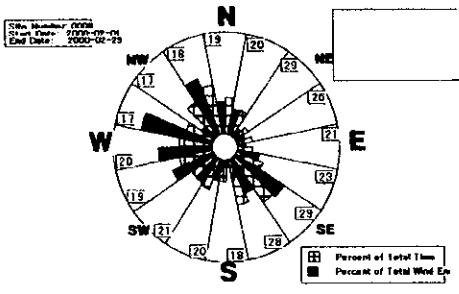
81

Chachacomani



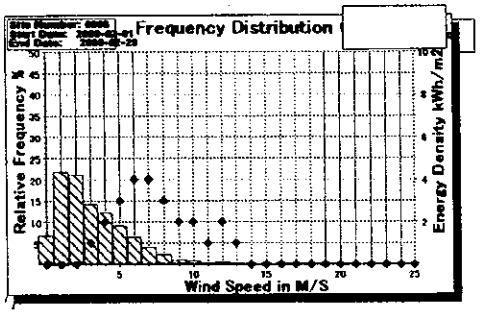
82

Chachacomani



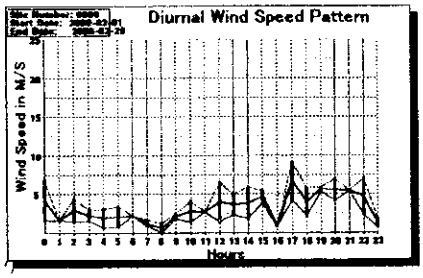
83

Chachacomani



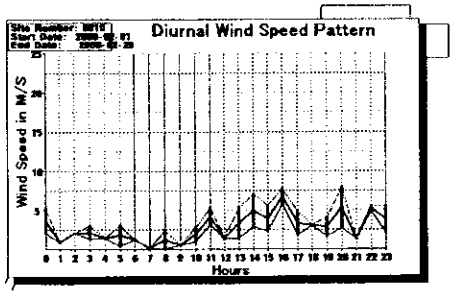
84

Salinas de Garci Mendosa



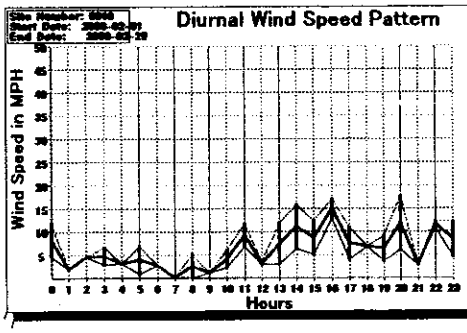
85

Salinas de Garci Mendosa



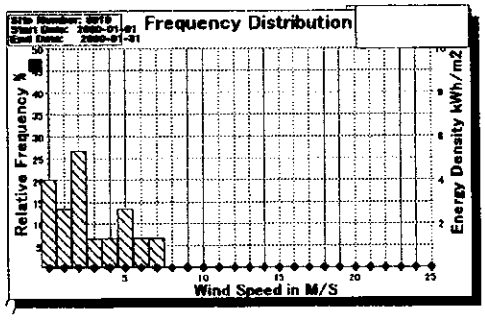
86

Sevaruyo



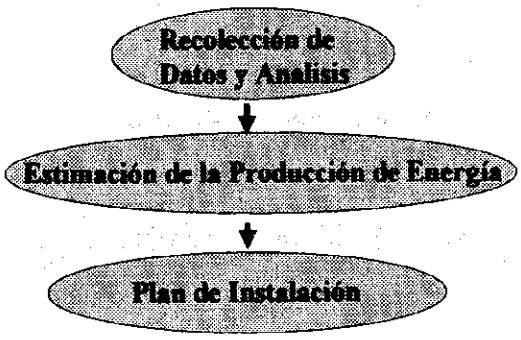
87

Sevaruyo



88

Plan de Trabajo para Generación de Energía Eolica



Sistema del Viento

Temas Corriente

Technología de la Energía Eólica Pasado y Futuro

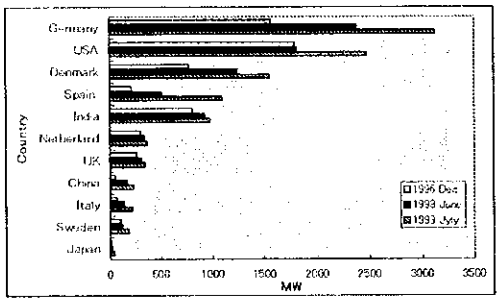
Technology Status	1980	1990	After 2000
Cost per kWh*	$0.30 - $0.40	$0.05 - $0.07	< $0.04
Capital cost per kW	$2000 - $3000	$500 - $800	< $500
Operating life	5-7 years	20 years	30 years
Capacity Factor	15%	25-30%	>30%
Availability	50-65%	95%	>95%
Size range	50-150 kW	300-1000kW	500-2000kW

*for wind sites with average annual wind speed 7 m/s at hub height

(Fuente : Wind and Solar Power System, CRC Press)

91

Capacidad de la Energía Eólica Funicionada



(Source : JICA Study Team)

92

Capacidad de la Energía Eólica Presente y Objetos Futuros

Country	Present (MW)	Future Target (MW)
USA	2482 MW in 1999	10,000 MW by 2010
UK	345 MW in 1999	3000 MW by 2010
Italy	223 MW in 1999	300 MW by 2000
India	983 MW in 1999	2900 MW by 2000
Netherlands	372 MW in 1999	3000 MW by 2020
Denmark	1560 MW in 1999	5500 MW by 2030
Japan	47 MW in 1999	300 MW by 2010

(Fuente : Equipo del JICA)

93

Objetos Futuros sobre Porcentaje de Demanda de la Electricidad Total respondida por Capacidad de la Energía Eólica

Country	Wind as Percent of Total Electricity Demand
Denmark	Was *6* % as of June 1997
	Target *50* % by 2030
Germany	Was *10* % as of June 1997
	Target *20-25* % by 2030
Ireland	Government target *5* % by 2010
	IWEA target *10* % by 2010
USA	Was *< 1* % in 1997
	EPROM estimate *10* % by 2020
UK	Was *2.5* % in 1998
	Target 10 % by 2010

(Fuente : Wind and Solar Power System, CRC Press) 94

Energia Foto Voltaica

95

Energia Foto Voltaica

96

Capacidad de la Energía Eólica
Presente y Futuro

Capacidad de la Energía Eólica
Necesaria

Capacidad de la Energía Eólica
Presente y Objetos Futuros

Objetivo Futuro Sobre Período Pico de
Demanda de Electricidad Total Correspondiente
por Capacidad de la Energía Eólica

Energía Foto Voltaica

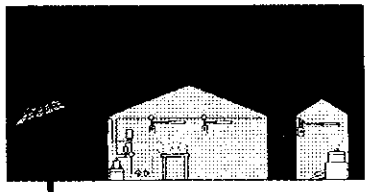
Energía Foto Voltaica

Guía de Instalación para SSD
Descripción
Consideraciones Técnicas
Sistema del Data Logger
Ejemplo
Consideraciones Técnicas
Información Recopilada
Programa PRoto FV
Plan Original
Nuevas Modificaciones
Sistema Tarifario

Guía de Instalación para el Sistema Solar Domiciliario

97

Descripción del SSD



- FV : 55WP
- Controlador : Protección de sobre carga/sobre descarga
- Batería : 12V 100Ah (Producto Boliviano)
- Cargas : Tres lámparas fluorescentes @15W

98

Consideraciones Técnicas

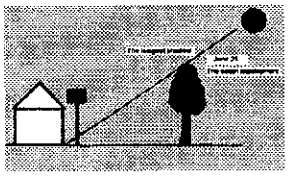
(1) Panel FV
(2) Poste FV
(3) Consideraciones Eléctricas
(4) Dimensión del Banco
(5) Consideraciones sobre la Batería

99

(1) Panel FV distancia de los objetos

A ser colocado lo suficientemente lejos de cualquier objeto

Debe apuntar al norte en el hemisferio sur.



100

(2) Consideraciones sobre el poste

- Debe ser colocado bajo la sombra del panel
- Debe ser colocado a una distancia del panel que permita la sombra
- Debe ser colocado, para el hemisferio sur, hacia el norte
- Debe ser colocado, para el hemisferio norte, hacia el sur

101

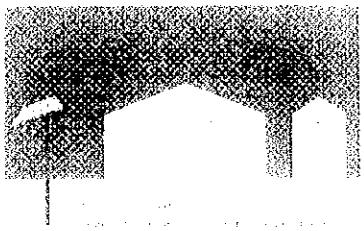
(3) Consideraciones Eléctricas

- Fusible de entrada / protección eléctrica
- Diagrama del esquemático del circuito total
- Dimensionamiento del cableado considerando caídas de voltaje
- Selección de cables, considerando condiciones ambientales

102

Guia de Instalación para el Sistema Solar Domiciliario

Descripción del SSD



Consideraciones Técnicas

(1) **Panel FV**
(2) **Poste FV**
(3) **Consideraciones Eléctricas**
(4) **Ubicación del Equipo**
(5) **Consideraciones sobre la Batería**

(1) Panel FV distancia de los objetos

(2) Consideraciones sobre el poste

- Debe soportar toda la carga incluso viento y nieve
- Mantener su resistencia a través del tiempo
- Tener acceso para el mantenimiento

(3) Consideraciones Eléctricas

- Hacer el cableado y protecciones adecuadas
- Minimizar las pérdidas del circuito tales como caida de voltaje
- Seleccionar el equipo tomando en cuenta
  - humedad/temperatura/radiación/ salinidad, condiciones medioambientales

(4) Ubicación del Equipo

[redacted]

103

(5) Consideraciones sobre la Batería (1)

[redacted]

104

(5) Consideraciones sobre la Batería (2)

[redacted]

105

Sistema del Data Logger

106

Descripción del Sistema del Data Logger

- Fuente de Energía
- Data logger
- Terminales
- Auxiliar de Voltaje
- Auxiliar de corriente

– Caja del Data Logger –

107

Voltaje y Corriente

- Conversion de Voltaje
  20V ⟶ 5V

- Conversion de Corriente
  10A ⟶ 50mV

108

(4) Ubicación del Equipo

- Instalar el equipo de tal manera que el acceso este bajo control
- La bateria debe estar ventilada y protejida de chispas
- Los controladores no deben colocarse encima de la bateria

103

(5) Consideraciones sobre la Batería (1)

- Debe estar ubicada en lugar seco
- Debe estar ubicada en una habitación de acceso controlado con llave o en una caja
- Debe tener ventilación apropiada por los gases de hidrógeno que se desprenden
- Tener acceso fácil y seguro con espacio suficinete para su mantenimiento

104

(5) Consideraciones sobre la Batería (2)

- Reducir su exposición a extremos climáticos
- Restringir el acceso a personas sin entrenamiento, o sin authorización o bebes o niños
- Debe estar ventilada
- Debe estar protegida de chispas

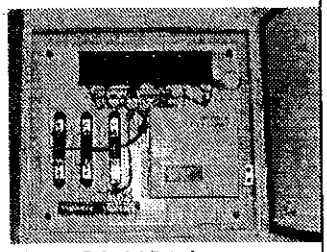
105

Sistema del Data Logger

106

Descripción del Sistema del Data Logger

- Fuente de Enerìa
- Data logger
- Terminales
- Auxiliar de Voltaje
- Auxiliar de corriente



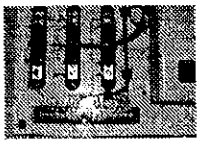
-- Caja del Data Logger --

107

Voltaje y Corriente

- Conversion de Voltaje
  20V ⟶ 5V

- Conversion de Corriente
  10A ⟶ 50mV



108

Fuente de la Información

Panel FV
Batería
Carga

Pyranometer
Thermometer

109

Funete de Información - Controlador

- Toda la información eléctrica es transferida de las terminales del controlador
- Información sobre radiación y temperatura son medidas directamente

Data Logger

Cableado a Canales

CH1: Irradiación
CH2: Corriente FV
CH3: Carga de la corriente
CH4: Corriente de la Batería
CH5: Voltaje FV
CH6: Voltaje de carga
CH7: Voltaje de la Batería
CH8: Temperatura
CH9: Temperatura FV

111

Información recopilada del Sistema del Data Logger

112

7 Días de información recopilada de Caltech

113

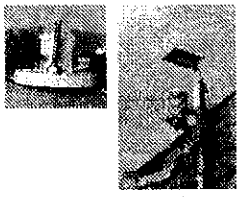
Protección de sobre carga del controlador

114

Fuente de la Información

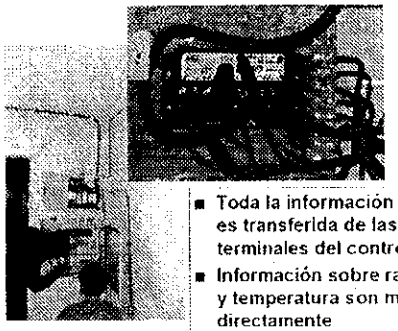
Panel FV
Batería
Carga

Pyranometer
Thermameter



109

Funete de Información - Controlador

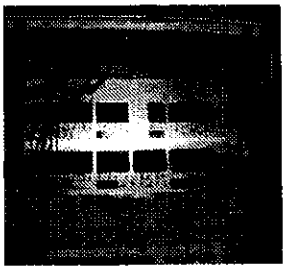


- Toda la información eléctrica es transferida de las terminales del controlador
- Información sobre radiación y temperatura son medidas directamente

Data Logger

Cableado a Canales

CH1: Irradiación
CH2: Corriente FV
CH3: Carga de la corriente
CH4: Corriente de la Bateria
CH5: Voltaje FV
CH6: Voltaje de carga
CH7: Voltaje de la Bateria
CH8: Temperatura
CH9: Temperatura FV

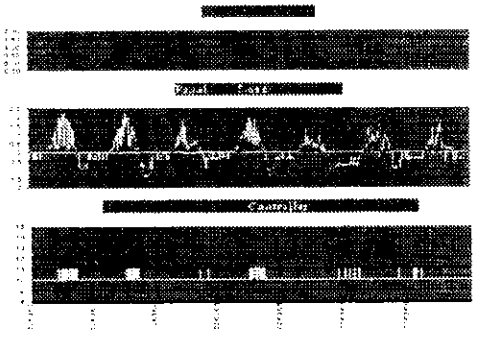


111

Información recopilada del Sistema del Data Logger

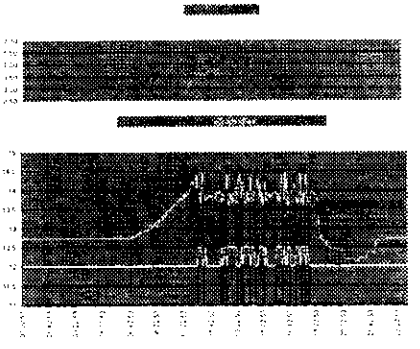
112

7 Dias de información recopilada de Calteca



113

Protección de sobre carga del controlador



114

Protección de sobre descarga del controlador

[redacted]

[redacted]

115

Información recopilada en 1 día en Calteca

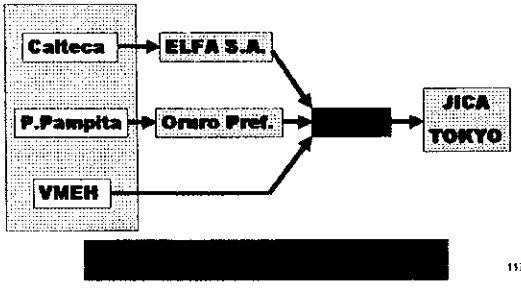
[redacted]

[redacted]

[redacted]

116

Proceso de la Información Recopilada



[redacted]

117

Programa Piloto FV

- Plan Original
- Plan Modificado
- Comparación Tarifaria
- Responsabilidades de O/M

118

Plan Original (1)
Organización

Cuatro Unidades Administradoras

La Paz — Oruro

(1) Calteca REC
(2) Santiago de Sandrancisco REC
(3) Patacamaya REC
(4) Parte REC

119

Plan Original (2)
Organización Local

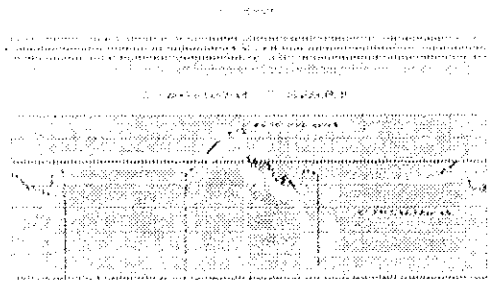
Comités de Electrificación Rural (CER)
A 12 Comunidades

La Paz : 110 viviendas
(1) Calteca CER
(2) Santiago de Sandrancisco CER
(3) Patacamaya CER
(4) [illegible]
(5) [illegible]
(6) [illegible]

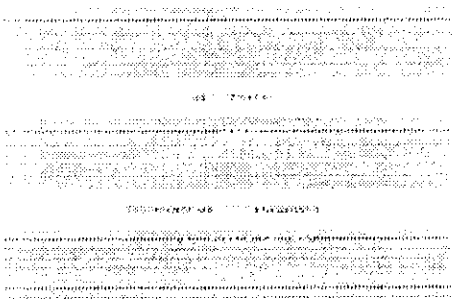
Oruro : 20 viviendas
(1) Parte CER
(2) [illegible]

120

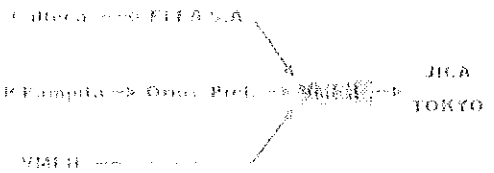
[illegible] sobre descarga del controlador



Informacion recopilada en 1 dia en Calteca



Proceso de la Informacion Recopilada



Programa Piloto FV

- Plan Original
- Plan Modificado
- Comparacion Tarifaria
- Responsabilidades de O/M

Plan Original (1)
Organizacion

Cuatro Unidades Administradoras

La Paz

(1) Calteca REC
(2) Santiago & Santiaguillo REC
(3) Patacamaya REC

Oruro

(4) Paria REC

Plan Original (2)
Organizacion Local

Comites de Electrificación Rural (CER) & 12 Comunidades

La Paz : 180 viviendas

(1) Calteca CER
(2) Santiago & Santiaguillo CER
(3) Patacamaya CER

(1) [illegible]
(2) [illegible]
(3) [illegible]

Oruro : 90 viviendas

(4) Paria CER

(4) [illegible]

Plan Original (3)
Sistema de Pago

Cuota inicial Bs 799

Propietarios de:

Tres lámparas fluorescentes, Enchufes, Cables

Caja de repuestos, etc.

Mínimo 20 años de uso

Tarifa Mensual Bs 38

Operadores y mantenimiento

Costo de Mano de Obra de los Operadores

Equipos para reparación y repuestos

Materiales para reparación y repuestos

121

Plan Modificado (1)
Organización Local

[redacted]

122

Plan Modificado (2)
Contrato Individual

[redacted]

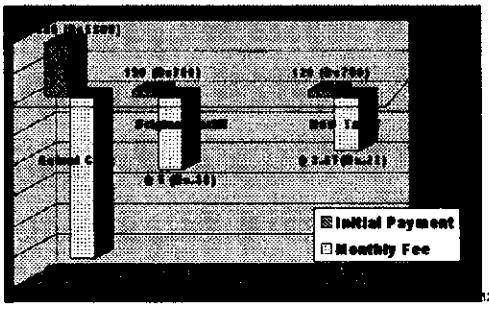
123

Plan Modificado (3)
Sistema de Pagos

[redacted]

124

Comparación Tarifaria



125

[redacted]

Pago demorado

No tiene cuidado con el Sistema FV

[redacted]

126

Plan Original (3)
Sistema de Pago

Cuota Inicial ... Bs 700

Proporciona de

Tres lámparas fluorescentes, Panel Solar, Cable, Caja de conexiones, etc

Maximo 25 años de uso

Tarifa Mensual ... Bs 30

Operacion y mantenimiento

Costo de Mano de Obra de los Operadores

Equipos para operacion y mantenimiento

Materiales para operacion y mantenimiento

Plan Modificado (1)
Organizacion Local

Nueva organizacion institucional

Nueva organización del GER en cada comunidad

Objetivo: Sostenibilidad del Sistema

Gerencia, mantenimiento y administración

Capacitación

Estructura: GER / Cada Comunidad

Coordinadora General

Jefe de la Comunidad, Secretario de la Comunidad

Asesor Técnico

Personal Técnico de la Comunidad

La Responsabilidad principal está de cada Comunidad

Plan Modificado (2)
Contrato Individual

Contrato Individual

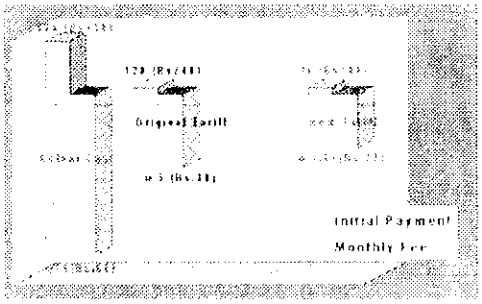
1) **Renta / Cuota Inicial**
   Prefectura vs Cada Usuario
2) **Tarifa Mensual**
   Operador vs Cada Usuario

Plan Modificado (3)
Sistema de Pagos

Nueva Tarifa / Método de Pago

1) **Nueva Tarifa Mensual**
   Bs. 22 (Reducida de Bs. 30)
   - Reducción Final
   - Desde Febrero 2000
2) **Cuota Inicial**
   Cuatro pagos (Junio 2000 - Abril 2001)
   Cuatro pagos (Junio 2000 - Feb. 2001)

Comparacion Tarifaria

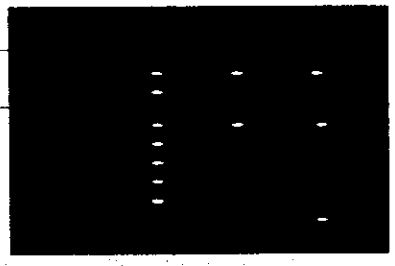


Responsabilidad Individual y Mantenimiento

Pago demorado

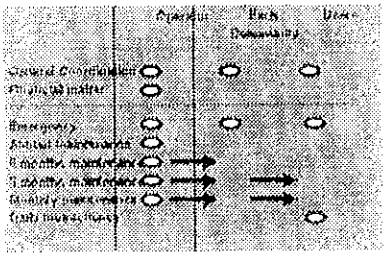
No nos cruzado con el Sistema FV

Operación/Mantenimiento y Responsabilidades Administrativas



127

Operación/Mantenimiento y Responsabilidades Administrativas



ANEXO IV-3

Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Vice Ministerio de Energía e Hidrocarburos,
BOLIVIA

- Tercer Seminario -

La Paz, Septiembre 3, 2001

Estudio sobre el Plan de Implementación de Electrificación Rural Mediante Energías Renovables en la Republica de BOLIVIA

1. Introducción al Estudio de JICA

1.1 Objetivos del Estudio

- **Formular un Plan de Implementación de Electrificación Rural con Energías Renovables en La Paz y Oruro**
- **Transferencia de tecnología**

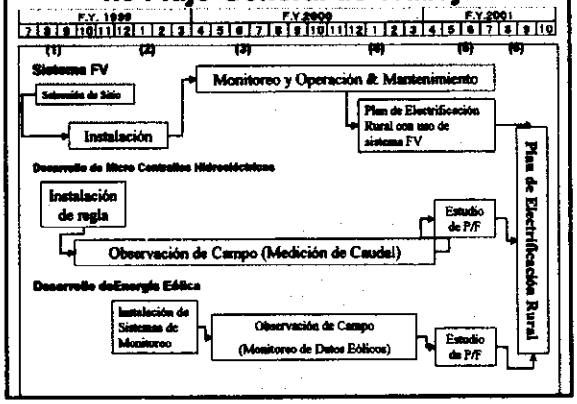
1.2 Organización del Estudio

(1) JICA Study Team (6 miembros)

(2) Grupo Coordinador
- VMEH (3)
- Representantes de las Prefecturas de La Paz y Oruro (2)

(3) Grupo de Trabajo (10)
- Prefectura de La Paz (5)
- Prefectura de Oruro (5)

1.3 Flujo General de Trabajo



2. Electrificación Rural en Bolivia / La Paz and Oruro

2.1 Electrificación Rural en Bolivia

1) Políticas del VMEH

Comienza el PRONER en 1998 con el objetivo de duplicar la tasa de electrificacion rural de 13.7% a 28% para el año 2002.

Promueve el uso de fuentes de energía renovable acordes con el medio ambiente tales como FV, micro energía hidráulica y energía eólica.

Estimula la participación del sector privado y de los beneficiarios.

2) Progreso del PRONER

	1997	1998	1999	2000
Viviendas Rurales	866,714	882,113	892,809	885,454
Vvdas con Electricidad	118,482	152,500	183,223	197,239
Tasa de ER	13.7%	17.3%	20.5%	22.3%

Fuente: VMEH

3) Inversiòn en Electrificaciòn Rural

(US$ 1,000)

	1998			1999			2000		
	Total	Internal	External	Total	Internal	External	Total	Internal	External
Energy	10,144	6,046	4,098	8,327	6,205	2,122	8,520	8,206	314
Generation of Electric Energy	370	370	0	-	-	-	197	197	0
Transmission of Electric Energy	2,397	889	1,508	2,018	2,018	0	954	954	0
Rural Electrification	6,379	4,486	1,893	4,034	3,925	109	7,062	7,005	257
Other Energy	998	301	617	175	69	106	112	112	0
Alternative Energy	-	-	-	102	193	409	20	20	57
Transportation	140,481	66,998	74,383	140,805	66,003	82,772	171,922	77,434	94,488
Communication	29	29	0	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbon Exploration	4,413	2,020	2,393	2,134	1,877	257	5,839	3,223	2,616
Total Infrastructure Investment	155,067	74,193	80,874	159,264	74,115	85,151	186,281	88,863	97,418
GDP	8,000,000			8,151,000			-		
Total Investment as % of GDP	1.9%			1.9%			-		

(Source: VMEH and World Bank)

2.2 Electrificación Rural en La Paz y Oruro

1) Tendencia de la Electrificación Rural en La Paz y Oruro

La Paz

	1998	1999	2000
Tasa de RE (%)	18.6%	22.5%	25.5%
Vvdas con Electricidad	45,237	54,906	59,515
Inversiòn (US$1,000)	6,073	2,672	1,138

Oruro

	1998	1999	2000
Tasa de RE (%)	10.3%	12.6%	15.4%
Vvdas con Electricidad	6,437	7,894	9,634
Inversiòn (US$1,000)	648	2,905	1,355

Fuente: VMEH

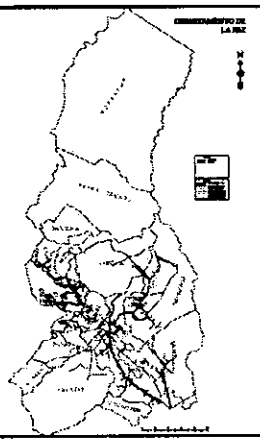
2) Situación Actual de la Electrificación Rural

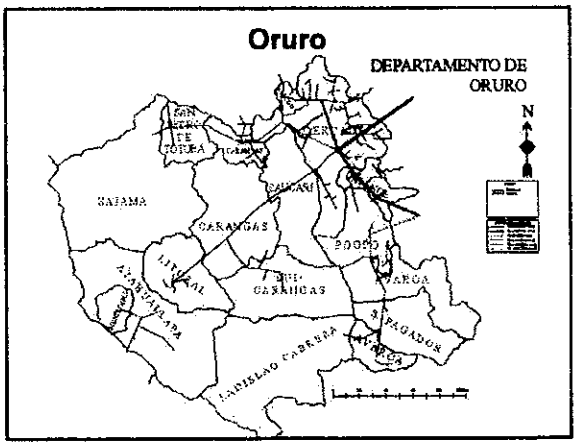
Extensión de la Red (cf. Mapa 2001)

MCH y FV

	La Paz	Oruro
MHP	7,161 HHs (1,084 kW)	170 HHs (200 kW)
PV	446 HHs	1,080 HHs

La Paz





3) Viviendas Objetivo para la Electrificación Rural

	La Paz	Oruro
Target Rural Households (Total No. of Rural Households)	233,202	62,566
No. of Rural HHs w/o Electricity	174,724	53,690

Source: VMEH

4) Demanda de Electricidad en Areas Rurales

La Paz (MWH/Año)

	2000	2002	2006	2011
Total Number of Rural HHs	233,202	232,659	231,579	231,649
Existing No. of Electrified HHs	58,659	58,884	58,784	58,651
Demand from Existing Electrified HHs	16,972	16,930	16,867	20,130
Potential No. of Rural HHs to be Electrified	174,543	173,775	172,175	173,018
Effective Demand for Electricity	32,349	32,272	32,781	34,385
Total Demand for Electricity	49,321	49,202	50,648	54,514

Oruro

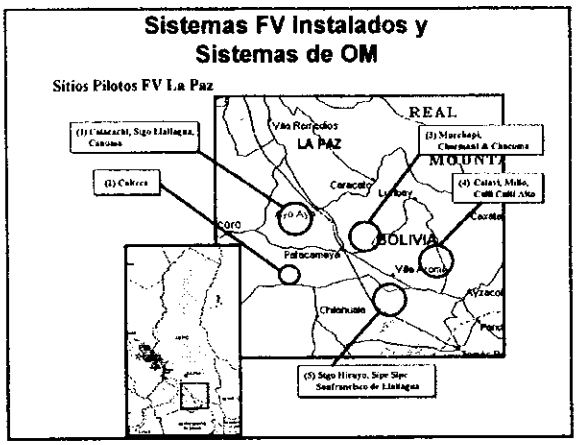
	2000	2002	2006	2011
Total Number of Rural HHs	62,566	61,991	60,846	59,479
Existing No. of Electrified HHs	8,887	8,894	8,643	8,448
Demand from Existing Electrified HHs	2,281	2,280	2,402	2,597
Potential No. of Rural HHs to be Electrified	53,679	53,177	52,203	51,025
Effective Demand for Electricity	9,663	9,572	10,171	10,140
Total Demand for Electricity	11,944	11,852	12,573	12,732

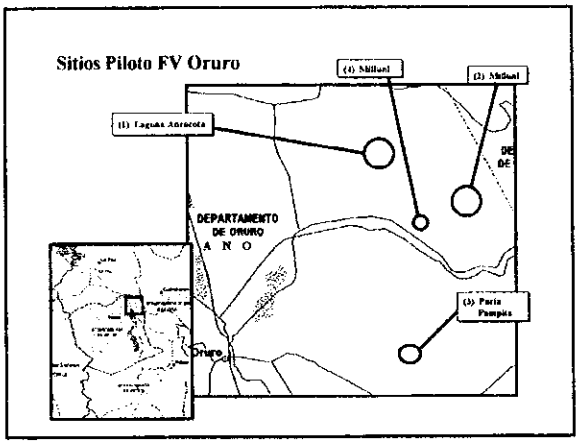
3. PROYECTO PILOTO FV Y O&M

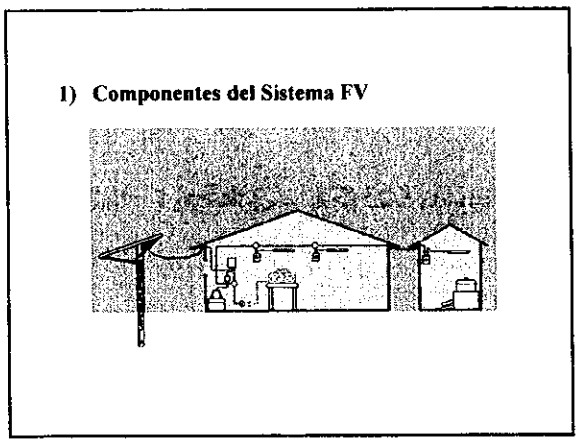
3.1 Investigación y Estudios Conducidos

- **Selección del sitio para los proyectos pilotos FV**
- **Inspección de la instalación de los sistemas FV**
- **Organización del sistema de OM y guias para OM**
- **Monitoreo del proyecto piloto**
- **Preparación del mapa potencial FV e identificación de sitios prioritarios para FV**

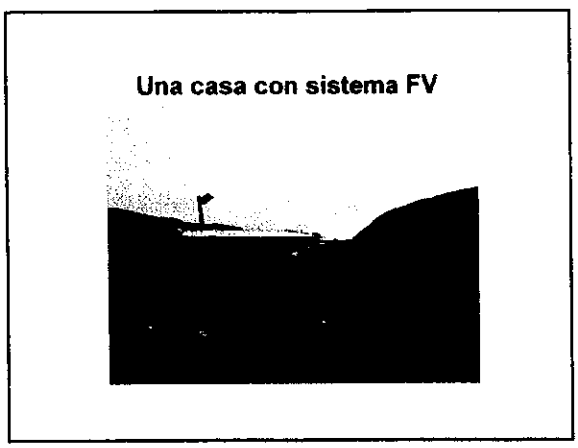
3.2 Sistemas FV Instalados y Sistemas de OM

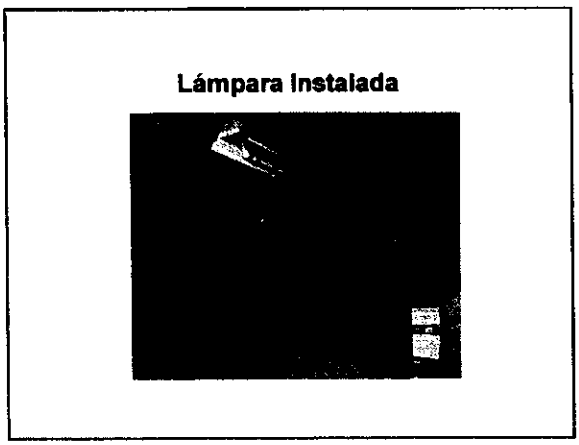

Sistemas FV Instalados y
Sistemas de OM
Sitios Pilotos FV La Paz
REAL
LA PAZ
BOLIVIA
Palcamaya
Chaimuani


Sitios Piloto FV Oruro
DEPARTAMENTO
DE ORURO
A N O
Oruro

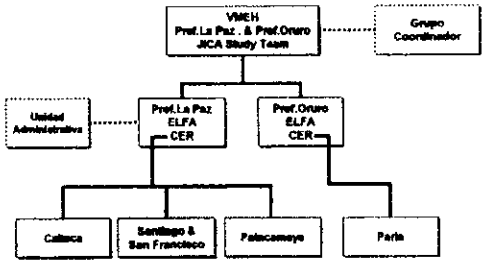

1) Componentes del Sistema FV

Instalación del Sistema FV


Una casa con sistema FV


Lámpara Instalada

2) Organización de Operación & Mantenimiento



Grupo Coordinador

- VMEH
  - Administración general del proyecto Piloto
  - Auditoria de cuestiones financieras
  - Reporte de cuestiones financieras al JICA Study Team
- Prefectura
  - Administración de la Cuota Inicial
- JICA Study Team
  - Administración general
  - Auditoria de cuestiones financieras

Unidad Administrativa

- Prefectura
  - Supervisión general de la Unidad Administrativa
  - Monitoreo de la operación del sistema FV
- Operador
  - Operación y Mantenimiento
  - Cobranza de la Cuota Inicial y la Tarifa Mensual
  - Administración de la Tarifa Mensual
- CER/ Miembros del CER
  - Responsabilidad por el sistema FV
  - Pagar
  - OM Diarios

3) Sistema Tarifario

Pago Inicial

Bs 700

- 13% del costo total de Bs 5,300
- Para instalación del sistema FV
- 20-años de uso
- Cubre:
  - 3 lámparas fluorescentes
  - Cajas y enchufes
  - Cables internos y conexiones

Tarifa Mensual

Bs 30

- Mano de Obra por costo de OM
- Costo de Mantenimiento anual
- Reemplazo de equipo principal

3.3 Monitoreo y Analisis

Monitoreo y Analisis

Contenido del Monitoreo

- O&M por Operadores
- Pagos
- Monitoreo por Usuarios

1) O&M por Operador

- Equipo
  - Lámparas defectuosas
  - Ennegrecimiento de Tubos
  - Ruido de Radio
  - Agua de Batería
- Cargas Adicionales
  - Radio/ Cassette
  - TV

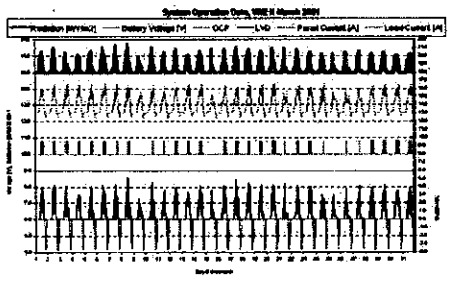
2) Pago de tarifa

(Unit : (Unidad: %)

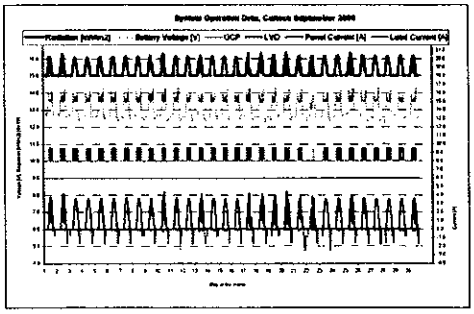
Mes	La Paz		Oruro	
	Pago Inicial	Tarifa Mensual	Pago Inicial	Tarifa Mensual
May 2000	8.0	5.5	11.0	8.6
Jul 2000	16.9	28.5	19.8	25.9
Dic 2000	38.7	56.2	47.7	46.3
Abr 2001	42.4	67.2	51.1	41.4

3) Monitoreo de Usuarios

Usuario Optimo (Benchmark)



Usuario Liviano



Usuario Pesado

4) Analisis de Radiación

Alta radiación todo el año

- Mayo a Julio: Invierno (Seco)
  - La órbita más baja del sol
  - Largas horas de sol en la Estación Seca.
- Noviembre a Enero: Verano (Lluvioso)
  - Estación de Lluvias
  - Fuerte sol desde la órbita más alta del sol

Información de Radiación en Asia & Sud America

(unidad:kWh/m² dia)

	Ubicación	Promedio Anual	Más Alto	Más Bajo
Asia	Tokio / Japón	3.48	4.81 / May	2.22 / Dic.
	Jakarta / Indonesia	4.13	4.50 / Sep	3.55 / Enero
Sud America	La Paz / Bolivia	5.72	7.58 / Nov	4.44 / Enero
	Calteca / Bolivia	6.19	7.26 / Sep	4.61 / Enero
	P.Pampita / Bolivia	6.29	8.35 / Nov	4.23 / Enero
	B.Aires / Argentina	4.69	7.07 / Ene	2.15 / June
	Lima / Peru	4.55	6.01 / Feb	2.97 / July

3.4 Inventariación FV y Potencial FV

Inventariación FV y Potencial FV

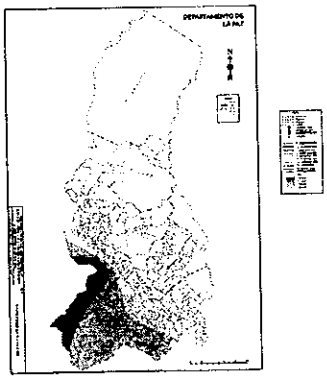
1) Inventariación FV (a Junio 2001)

(Unidad: numero de sistemas FV)

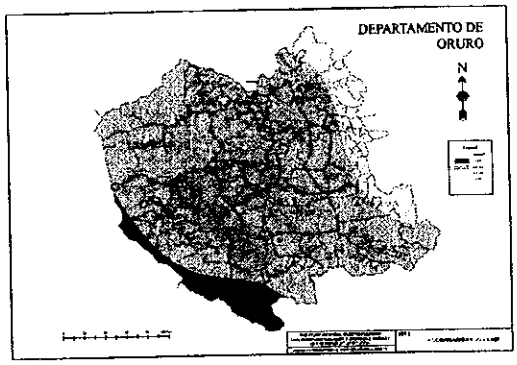
Departamento / Organización	La Paz	Oruro
USAID		480
Cooperación Española	246	500
JICA	200	100
Total	446	1,080

* Capacidad del Sistema: 50Wp~55Wp
Fuente: JICA Study Team

Mapa de Potencial FV para La Paz



Mapa de Potencial FV para Oruro



3.5 Evaluación Tecnica del Sistema FV

Evaluación Técnica del Sistema FV

Funciones del Sistema FV

- El panel de 55 Wp suficiente para cargar la batería de 100Ah.
- El controlador trabaja para sobre carga y sobre descarga.
- La bateria tiene suficiente capacidad para uso normal.

3.6 Evaluación de O&M

Evaluation of O&M

Identificación de Problemas

- Limitado servicio de O&M
  - Ubicación aislada de los sitios
  - Ausencia frecuente de los usuarios
- Coordinación Semanal
  - Limitación de mano de obra
  - Dificultad de acceso a las comunidades
- Pago Insuficiente
  - Malentendido sobre el programa
  - Limitados ingresos de los usuarios
  - Altas expectativas del sistema FV

Mejoras Propuestas

- OM por los usuarios y el CER
- Participación de la Municipalidad en O&M
- Mejorar el sistema tarifario
  - Reducción de la Cuota Inicial y la Tarifa Mensual

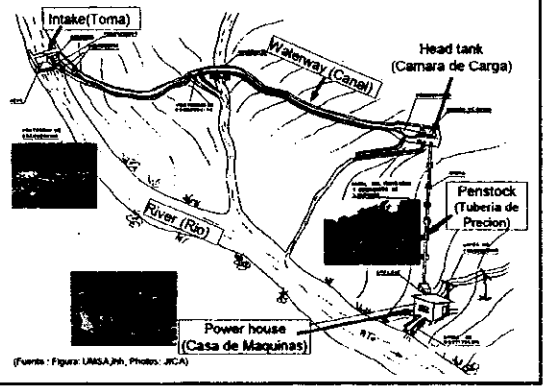
4. Investigación y Estudio de Microcentral Hidroelectrica (MCH)

03 / Sep. /2001

4.1 Conducción de Investigación y Estudios de MCH

- Estudio Sobre Inventario de MCH e Identificación de Lugares para la Observación del Caudal
- Observación Diaria del Nivel de Agua en Lugares Seleccionados de los Proyectos Prioritarios
  (2 en La Paz y 2 en Oruro)
- Selección de Proyectos de alta Prioridad y su Investigación de Ingeniería
  (1 en La Paz y 1 en Oruro)
- Estudio de Pre-factibilidad de los Proyectos Prioritarios Seleccionados y EIIA (Evaluación Inicial del Impacto Ambiental)
  (1 en La Paz y 1 en Oruro)

4.2 Estructura Básica de las MCH



(Fuente : Figura: UMSA,Inh, Photo: JICA)

4.3 Inventariación de MCH y Potencial Hídroenergético

(1) Inventariación de MCH [La Paz]

Proyecto de MCH en La Paz

Existentes (~2001):

23 Proyectos

(Capacidad Total Instalada: 1,084 kW)

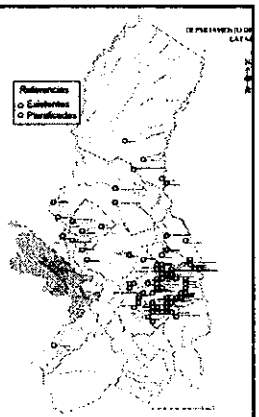
(Total de Beneficiarios : 7,161 Viviendas)

Planificadas (2002~) :

45 Proyectos

(Capacidad Total Instalada: 3,788 kW)

(Total de Beneficiarios : 11,783 Viviendas)



(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

(Ver DFR-Apéndice-II, Figura 3.1, Tabla 3.1 & 3.2)

(1) Inventariación de MCH [Oruro]

Proyecto de MCH en Oruro

Existentes (~2001):

2 Proyectos

(Capacidad Total Instalada: 200 kW)

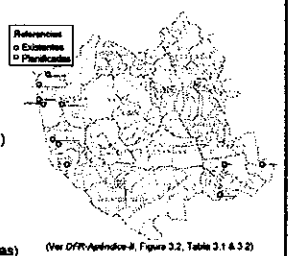
(Total de Beneficiarios : 170 Viviendas)

Planificadas (2002~) :

10 Proyectos

(Capacidad Total Instalada: 650 kW)

(Total de Beneficiarios : 2,065 Viviendas)



(Ver DFR-Apéndice-II, Figura 3.2, Tabla 3.1 & 3.2)

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)