

**CONSULTORÍA
IMPLEMENTACIÓN DE UN (01)
SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-
FOTOVOLTAICO**

INFORME FINAL

Presentado por:
INTERMEDIATE TECHNOLOGY DEVELOPMENT GROUP
(ITDG)

Ante:
PROYECTO ELECTRIFICACIÓN RURAL A BASE
DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN EL PERÚ
(**PER/98/G31**)

Contrato
Nº 07-022-MEM/DEP-DNA

5 de Agosto del 2010

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES	8
INTRODUCCIÓN _____	11
1.- DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA LOCALIDAD BENEFICIADA Y LAS ORGANIZACIONES EXISTENTES ____	12
1.1.- Metodología para la evaluación socioeconómica ____	12
1.2.- Características generales de la comunidad beneficiada – Campo _____	13
1.2.1.- Ubicación geográfica_____	13
1.2.2.- Clima_____	13
1.2.3.- Topografía y suelos_____	13
1.3.- Servicios _____	14
1.4.- Características de la Población _____	16
1.4.1.- Tipos de familias_____	17
1.4.2.- Características de la migración_____	18
1.5.- Actividades económicas e ingresos familiares _____	18
1.5.1.- La agricultura_____	18
1.5.2.- Principales cultivos_____	19
1.5.3.- Tecnología utilizada_____	20
1.5.4.- La ganadería_____	20
1.5.5.- Comercialización agropecuaria_____	20
1.5.6.- Sistemas de comercialización agropecuaria_____	20
1.5.7.- Comercio existente en la localidad_____	21
1.5.8.- Ingreso familiar_____	21
1.6.- Consumo de energía _____	22
1.6.1.- Gasto mensual_____	23
1.6.2.- Utilización de artefactos electrodomésticos y otros_	24
1.6.3.- Demanda actual de energía_____	25
1.6.4.- Demanda futura de energía_____	25
1.6.5.- Consumo de leña_____	25
1.7.- Organizaciones existentes y representantes de instituciones _____	25
2.- ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN SOCIO- ECONÓMICA - FINANCIERO DE LA LOCALIDAD PROPUESTA _____	27
2.1.- Costos de operación y mantenimiento anual a precios de mercado y precios sociales _____	27
2.2.- Estimación de Costos sociales y su VAN (VACSN) _	28

2.3.- Estimación de beneficios sociales_____	29
2.4.- VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS)_____	
30	
3.- METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TARIFA_____	
31	
3.1.- Análisis socioeconómico y técnico_____	
31	
3.2.- Estructuración de la tarifa_____	
32	
3.3.- Socialización de la propuesta_____	33
3.4.- Aprobación de la tarifa_____	33
4.- ESTUDIO DE LOS MODELOS DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA HÍBRIDO_____	33
4.1.- Base modelo implementado_____	34
4.2.- Proceso de implementación del modelo de gestión_____	
35	
4.3.- Actores en el modelo de gestión_____	35
4.3.2.- El estado_____	38
4.3.3.- Municipalidad distrital_____	38
4.3.4.- Junta para la electrificación comunal_____	38
4.3.5.- La unidad de negocios eléctricos rurales (UNER)___	38
4.3.6.- Los usuarios_____	39
4.3.7.- Unidad de fiscalización_____	39
4.4.- Consolidación y puesta en funcionamiento del modelo_____	
39	
4.5.- Municipalidad distrital – UNER_____	40
4.5.1.- Unidad de negocios eléctricos rurales (UNER) – Usuarios_____	40
4.5.2.- Unidad de fiscalización – UNER_____	40
4.6.- Aplicación del modelo_____	40
4.6.1.- Instrumentos de aplicación del modelo_____	40
4.7.- Ventajas y desventajas del modelo_____	41
5.- BASES PARA LA ADQUISICIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO____	
43	

5.1.- Bases legales_____	
43	
5.2.- Características técnicas mínimas que deben cumplir los componentes_____	43
5.2.1.- Generador fotovoltaico de XX wp de potencia_____	43
5.2.2.- Batería sellada de ciclo profundo y libre mantenimiento de XX ah-12V_____	45
5.2.3.- Regulador solar y eólico de XX amperios_____	46
5.2.4.- Inversor de corriente de XX w de onda pura_____	47
5.2.5.- Tablero de Control_____	48
5.2.6.- Requisitos del generador eólico_____	49
6.- PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA – ADMINISTRATIVA_____	52
6.1.- Capacitación usuarios_____	52
6.2.- Capacitación a los técnicos – administradores_____	52
6.2.1.- Pasantías a los técnicos administradores_____	53
6.3.- Programa de Capacitaciones_____	53
7.- PROGRAMA DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA_____	
55	
8.- MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO_____	58
8.1.- Esquema general de los componentes en el sistema híbrido_____	59
8.2.- Descripción de los componentes en el sistema híbrido_____	60
8.3.- Diagrama general del sistema híbrido domiciliario_____	61
8.4.- Acondicionamiento de los soportes del aerogenerador y panel fotovoltaico_____	62
8.4.1.- Acondicionamiento de la torre o poste para el aerogenerador_____	62
8.4.2.- Acondicionamiento de estructura de soporte del panel solar_____	65
8.5.- Consideraciones para la instalación de los componentes_____	66
8.6.- Procedimiento de instalación de cada componente_____	66
8.6.1.- Tablero de control y batería_____	66

8.6.2.- Conexiones en el tablero_____	66
8.7.- Instalación del sistema de aerogeneración_____	70
8.7.1.- Componentes del sistema de aerogeneración_____	70
8.7.2.- Cimentación de la torre y anclajes_____	70
8.7.3.- Armado de la estructura y ensamble de las partes del aerogenerador_____	72
8.7.4.- Ensamble de los componentes_____	74
8.7.5.- Izamiento del aerogenerador_____	76
8.7.6.- Instalación del panel solar_____	77
9.- MANUAL DEL USUARIO_____	78
10.- MANUAL DE ADMINISTRACIÓN, EL CUAL DEBERÁ INCLUIR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO_____	90
10.1.- Manual de administración_____	90
10.1.1.- Herramientas de gestión_____	90
10.1.2.- Funciones del técnico administrador_____	91
10.1.3.- Unidad de fiscalización_____	91
10.2.- Programa de mantenimiento preventivo y correctivo_____	91
10.2.1.- Programa de mantenimiento_____	92
10.2.2.- Stock de repuesto_____	94
10.2.3.- Consideraciones de mantenimiento_____	95
11.- INFORME DE EVALUACIÓN TÉCNICA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍBRIDO_____	96
11.1.- Funcionamiento de los componentes principales_	96
11.2.- Generación y consumo de energía_____	96
12.- INFORME DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECONÓMICOS, TÉCNICOS Y AMBIENTALES CAUSADOS CON EL PROYECTO_____	99
12.1.- Impactos económicos_____	99
12.2.- Impactos técnicos_____	100
12.3.- Impactos ambientales_____	101
13.- POTENCIAL EÓLICO DE LA COMUNIDAD_____	101

RESUMEN

Campo Alegre, es la comunidad dónde se ejecutó el proyecto que pertenece al Centro Poblado de Huanico, perteneciente al distrito de Namora, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. La referida comunidad se ubica en la parte alta del distrito en la región natural Jalca, por encima de los 3700 m.s.n.m., la distancia promedio entre viviendas es aproximada de 615 mt, con lo cual se necesitaría un promedio de 12292 mt de cable para distribuir la energía convencional, adicional a los costos de postes, y transformadores.

Las principales limitaciones de la población en acceso de servicio son: el 100% de viviendas no disponían de energía eléctrica; el 95% tienen agua entubada de mala calidad en salubridad y el resto se abastece de puquíos; el 60% cuenta con letrinas de pozo ciego; los que no tienen letrinas es debido a un inadecuado mantenimiento o mal cuidado dado que el 2005 FONCODES instaló a todas las viviendas, no hay señal de televisión, tampoco hay una buena señal de telefonía móvil, solo en ciertos lugares. Existe un centro educativo de nivel primario con 25 alumnos en los seis grados con dos profesoras.

Para la elaboración del estudio socioeconómico las técnicas e instrumentos de investigación utilizados para el estudio fueron: la aplicación de una encuesta a las familias; entrevistas a las autoridades y pobladores representativos; además se ha hecho un focus group con algunas familias y con las principales autoridades. Para el estudio se ha tomado como muestra todo el universo debido que la cantidad de la población a ser evaluada es pequeña, en la comunidad viven permanentemente 20 familias todas son naturales de la zona, 5 familias tienen tierras pero las arriendan a terceros o mitayos¹, el 45% de la población tiene primaria incompleta, el 25% de la población primaria completa, el 11% de la población secundaria incompleta, el 5% de la población secundaria completa, el 6% de la población es analfabeta (que en su mayoría son mujeres) y el 8% de la población son menores de 6 años.

¹ Son pobladores que han recibido un terreno para trabajarlos y al final se reparten la cosecha, a cambio de ello cuidan el ganado de los propietarios y las cosechas se reparten.

Los ingresos mensuales por grupos de familia es: Infrasubsistencia tienen un ingreso de S/. 148.17, Autosubsistencia S/. 261.53, Excedentarias S/. 454.57; el promedio general es de S/. 288.09 al mes.

Las principales fuentes de energía son: las velas, pilas y las baterías. El gasto promedio por el consumo de estos tipos de energía es de **S/. 18.00/ mes**. El 100% de familias utilizan velas para alumbrase, el 100% utilizan pilas, 60% kerosene y el 10% baterías. Cada familia en velas gasta S/. 8.30 al mes, en pilas S/. 6.28, kerosén S/. 2.90. Asimismo el recargado de una batería cuesta en promedio S/. 5.00.

Inicialmente se han planteado **dos modelos de gestión** que tienen en común, a los siguientes actores: el Estado, específicamente el Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de Dirección Ejecutiva de Proyecto (DEP), los usuarios, la junta para la electrificación comunal, la unidad de negocios eléctricos rurales y la unidad de fiscalización.

La **diferencia crucial** entre los dos modelos es, el actor que asumirá la propiedad de los sistemas (eólico – fotovoltaico). En la primera propuesta se plantea que la **propietaria final debiera ser la municipalidad distrital de Namora**, puesto que existe un respaldo institucional para el financiamiento de averías (mantenimiento preventivo y posiblemente correctivo) que puedan presentarse en los sistemas. En el caso de que la localidad pueda ser atendida con energía del interconectado, la municipalidad podrá trasladar los sistemas a otra zona que aun no tiene acceso al servicio eléctrico y además, permitiría ir reforzando el proceso de descentralización y transferencia de responsabilidades que se vienen dando en el país.

En la segunda propuesta, se plantea la organización de una **unidad de gestión local**, en la cual puedan participar las autoridades locales, representantes de la organizaciones y la propia municipalidad de Namora, esta instancia deberá estar legalmente constituida, la municipalidad será parte de la unidad de gestión local, a diferencia de la primera propuesta que se constituyen en la propietaria directa de los sistemas.

Los instrumentos de gestión como: reglamento de operación y funciones, contratos, tarifa, etc. son planteados para ambas propuestas, con particularidades propias en cada uno de los modelos de gestión, y que tienen como referencia, básicamente en el tema de propiedad de los sistemas.

En los dos años de administración se ha implementado el primer modelo, y quién asume la propiedad es la Municipalidad de Namora, que la fecha esta a la espera de la decisión del MINEM para recibir la propiedad, dentro de las instancias de la Municipalidad se creado una **unidad técnica** para ver los servicios de: mantenimiento de saneamiento, mantenimiento de carreteras, y energía. El modelo aplicado ha sido adoptado y viene siendo desarrollado por la comunidad y a la fecha la morosidad es 0 %, teniendo en la cuenta mancomunada el monto de S/.6,365.62 nuevos soles, monto custodiado por el banco y que se seguirá incrementando con el pago de la tarifa de S/.14/mes.

La situación técnica de los equipos a la fecha no ha presentado problemas. El **generador eólico**.- Maquina de origen nacional, no ha presentado fallas mecánicas en más de dos años y medio de funcionamiento, sin embargo del análisis de velocidad de viento los registros muestran que no se han presentado rachas de vientos mayores a 14 m/s, lo que no ha permitido conocer si el sistemas de protección para fuertes vientos funciona y protege a la maquina, para las condiciones ambientales de la zona viene funcionando sin problemas técnicos, y por

ser una maquina nacional se cuenta con una respuesta rápida a cualquier fallo. La generación eólica con esta maquina registrada en el usuario que más energía consume ha llegado como máximo a 9.41 Kwh/mes, mes de abril, el mes de menos generación a sido mayo 2.91 kwh/mes, ambos datos tienen relación a con los datos de velocidad de viento registrado para esos meses, se menciona que la maquina en muchas veces esta parada debido que es bloqueada ya que la batería esta cargada. Otro componente fundamental es la **batería** (marca Vartra) no han mostrado problemas de descarga, esto se sustenta con la cantidad de energía que se almacena y es consumida por el usuario, como también por su testimonio que mencionan que no se descargan en un tiempo corto.

La generación o disponibilidad de energía en todos los mes del año es mayor a los que consumos, en promedio la familias solo utilizan o aprovechan el un 50 % de la energía disponible, el promedio de consumo mensual varía de 2.41 a 6.14 kWh/mes, la generación de energía del panel varía de 4 a 5.21 kwh/mes, hay que tener en cuenta que en muchos casos la batería esta cargada y el controlador a abierto circuito. La generación eólica de 1.7 a 4.81 kwh/mes.

Conclusiones Finales

- En general, reprojeto ha sido un acierto en tanto la combinación de la tecnología solar y eólica permiten un mejor aprovechamiento de los recursos naturales disponibles y con ello dotar de mayores y mejores rangos de energía para una familia campesina.
- Actualmente el uso de la energía, por parte de las familias, a ampliado su capacidad para conocer y tener mayor confort. No obstante y considerando la cantidad de energía, en estos dos años se ha evidenciado el uso mayor de la energía en la implementación de pequeños negocios familiares, como es la venta de algunos abarrotes y artículos de primera necesidad.
- El desarrollo de un modelo de gestión en donde la Municipalidad, cumple un rol de futura entidad propietaria, pero a su vez como soporte, especialmente para el mantenimiento correctivo de los sistemas, es una gran oportunidad de darle mayor sostenibilidad al sistema y fortalecer la institucionalidad de esta entidad, pues teniendo una pequeña empresa en la comunidad que administra directamente el sistema, el rol de la municipalidad será de apoyo y supervisión técnica, lo cual a futuro posibilita tener un esquema que puede replicarse en otros proyectos.
- De los datos indicadores sociales, técnicos se puede afirma que el proyecto piloto a tenido éxito, siendo una alternativa de generación combinada eólica - solar viable para la electrificación rural en zonas que cuenten con recurso eólico disponible
- De los datos de generación del panel, irradiación solar (PSH), consumo o demanda de energía podría ser satisfecha con un panel no menor de 80 Wp con una eficiencia del sistema del 70%.
- Para futuros proyecto se debe considerar el empleo de un inversor VDC/VAC, ya que facilita un mejor aprovechamiento de la energía disponible, dado también que a la fecha la tecnología a mostrado avances importantes con los inversores.

- Se debe contemplar en los diseños de los proyectos el empleo de micro redes dónde se en cuenten grupos de familias
- La tarifa aproximada para operación y mantenimiento considerando el recambio de batería, controladores, materiales para el mantenimiento y un pago mensual al técnico administrador de S/. 350 .00 nuevos soles, la tarifa es aproximadamente S/ 58.00 nuevos soles, esto para los veinte sistemas de la comunidad, pero la disponibilidad de energía sería entre 12 a 15 Kwh/mes, con un costo de S/. 3.86/kwh.

INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el **informe final** de la Consultoría "Implementación de un (01) sistema híbrido eólico-fotovoltaico" que **Intermediate Technology Development Group (ITDG)** implementando por encargo de la **Dirección General de Electrificación Rural (DGER)** del Ministerio de Energía y Minas (MEM) en el marco del **Proyecto Electrificación rural a base de energía fotovoltaica en el Perú (PER/98/G31)**. El contenido del presente documento según los términos de referencia es lo siguiente.

- Descripción socioeconómica de la localidad beneficiada y las organizaciones existentes
- Estudio de la evaluación socio- económica - financiero de la localidad propuesta
- Metodología para la determinación de la tarifa
- Estudio de los modelos de gestión para el Sistema Híbrido
- Bases para la adquisición del Sistema Híbrido
- Programa de Capacitación técnica – económica – administrativa
- Programa de uso eficiente de la energía eléctrica
- Manual de Instalación del Sistema Híbrido
- Manual del Usuario (90%)
- Manual de Administración, el cual deberá incluir el programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Informe de evaluación técnica del funcionamiento del Sistema Híbrido
- Informe de Evaluación de los impactos económicos, técnicos y ambientales causados con el proyecto.
- Evaluación del potencial eólico de la comunidad

Anexos

Recibo del último reporte del estado de cuenta del fondo de reposición

Modelo de Encuesta

Modelo de contratos (Técnico- Administrador- usuarios)

1. DESCRIPCIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA LOCALIDAD BENEFICIADA Y LAS ORGANIZACIONES EXISTENTES

1.1. Metodología para la evaluación socioeconómica

La proceso de investigación ha seguido una serie de etapas, que van desde la revisión de información secundaria, elaborar los instrumentos de recolección de información de campo, aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de información y, por último, el trabajo de gabinete que consiste en procesar los datos y la elaboración del informe.

a) Revisión de información secundaria

En un primer momento se ha revisado documentos y datos estadísticos de diversas fuentes como: Censos de Población y Vivienda, producción, plan de electrificación nacional, bibliografía referida al ámbito objeto de estudio.

b) Elaboración de instrumentos de recojo de información:

Previamente se ha visitado la comunidad e entrevistado con líderes y pobladores, con esta información general se ha elaborado los instrumentos de recolección de datos, como: Encuestas, entrevistas semi-estructuradas y aplicaciones de Focus Group. La encuesta ha teniendo como ejes centrales a las características sociales, actividades productivas, ingresos económicos, fuentes de energía, demanda energética, organizaciones sociales y análisis de capacidades grupales e individuales.

Selección de la muestra: se ha considerado como unidad de análisis a las familias, son veinte familias las que viven permanentemente en la

comunidad, de modo que la totalidad de ellas representan el universo del estudio. El análisis está basado en las familias y es por eso que se ha procedido a hacer una clasificación de las mismas de acuerdo a características bien definidas como: ingresos, tenencia de tierras, venta de fuerza de trabajo, educación.

c) Trabajo de campo: se ha aplicado las técnicas de recojo de información: encuestas a las familias, modelo de encuesta aplicada -anexo1-; entrevistas semi-estructuradas y Focus Group a algunos pobladores representativos y autoridades, esto con la finalidad de conocer algunos aspectos de tipo cuantitativo relacionados a capacidades locales tanto a nivel grupal como individual, divergencia entre grupos, número de familias que viven permanentemente en la localidad, necesidades de energía, entre otros aspectos.

d) Trabajo de gabinete: Luego de haber aplicado los instrumentos de recojo de información de campo, se ha analizado la información, tanto cuantitativa como cualitativamente, y se procesado la información obtenida elaborando cuadros y gráficos de una rápida interpretación.

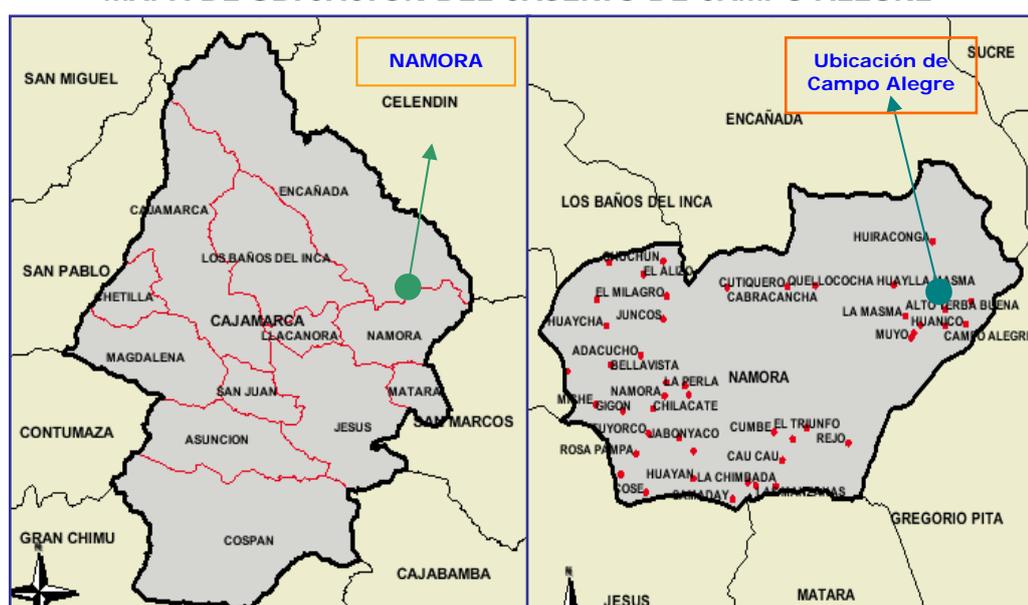
e) Redacción del documento: Finalmente, se ha procedido a redactar y sistematizar la información estadística y la procedente de las entrevistas y el Focus Group analizados.

1.2. Características Generales de la Comunidad Beneficiada – Campo Alegre

1.2.1. Ubicación Geográfica

Campo Alegre, es una caserío que pertenece al Centro Poblado de Huanico, perteneciente al distrito de Namora, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. La referida comunidad se ubica en la parte alta del distrito en la región natural Jalca, por encima de los 3700 m.s.n.m.

MAPA DE UBICACIÓN DEL CASERÍO DE CAMPO ALEGRE



Mapas N° 1 y 2: El de la derecha muestra el distrito de Namora, el de la izquierda muestra la ubicación la comunidad de Campo Alegre

1.2.2. Clima

El clima característico durante el año es frío, con precipitaciones pluviales promedios de 827mm² durante los meses de enero a abril y con presencia de fuertes vientos durante los meses de julio y agosto. La temperatura promedio durante todo el día es de 9 °C y por la noche desciende bajo 0 °C en los meses de junio a septiembre, el clima mas dañino y adverso se presenta en los meses de noviembre, diciembre y marzo que se producen fuertes helada que afecta a los cultivos en especial la papa.

1.2.3. Topografía y Suelos

El relieve en centro Poblado de Huanico es accidentado, el territorio forma parte de la región natural "Jalca", la cual se encuentra entre los 3400 y 4000 m.s.n.m., cubierta generalmente de Ichu y de pastos naturales.

Los suelos de Huanico son turbosos, con escasa cobertura vegetal salvo pastos naturales. La agricultura es escasa y por las características de su clima se cultiva solamente papa, oca, olluco y cebada.

Los suelos, la mayor parte son al secano, cubiertos de pastos naturales, principalmente Ichu, es el principal alimento para el ganado. Los pastos cultivados son muy ecazos, debido a la escasez de fuentes de agua para poder irrigarlos.



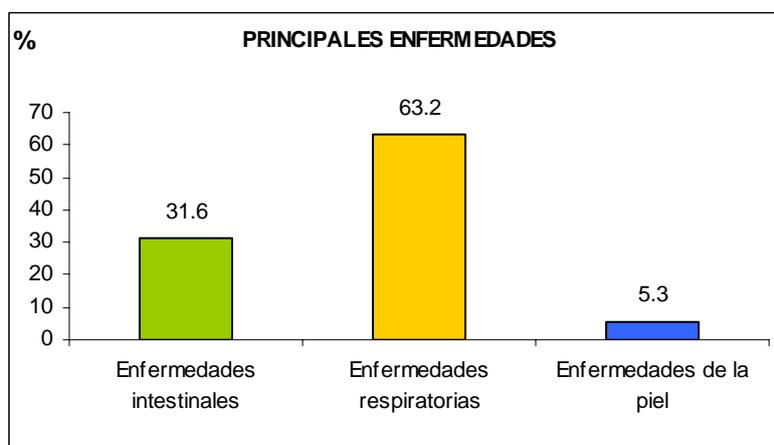
Foto N° 01: Muestra las características del relieve del la zona donde se ubica Campo Alegre

1.3. Servicios

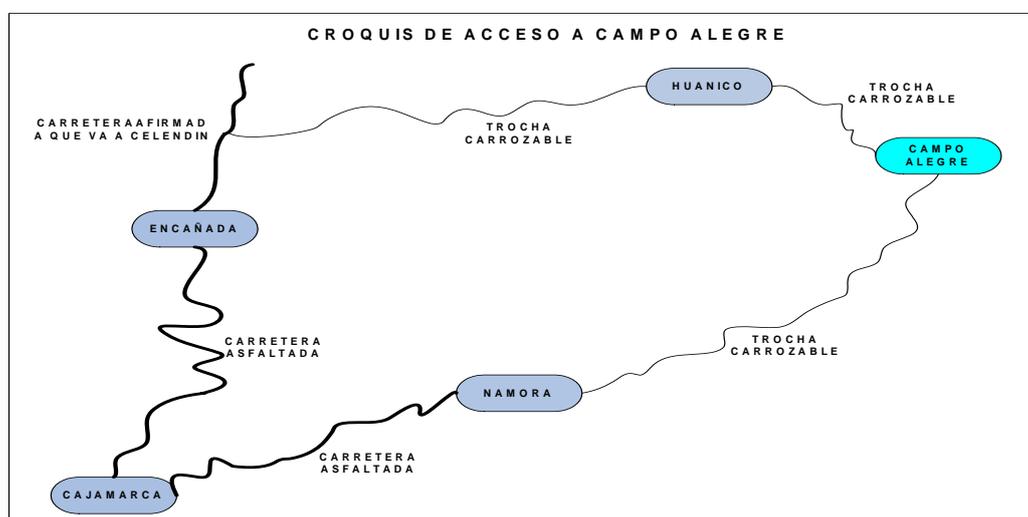
Educación. Existe un centro educativo de nivel primario donde estudian 25 alumnos en los seis grados (de primero a sexto grado). No cuenta con un centro educativo secundario, los niños que terminan el nivel primario y desean continuar con sus estudios van al Centro Poblado de Huanuco, otros deciden ir a Namora.

Salud. No hay un puesto de salud, cuando necesitan atención medica la población van al puesto de salud cercano que está en Huanico o la capital del Distrito – Namora.

Las enfermedades mas frecuentes son las respiratorias 63.2 %, infecciones intestinales 31.6 % y enfermedades de la piel 5.3 %, especialmente se presentan en los niños, por el frío del clima, y debido que el agua que consumen no tiene un tratamiento adecuado.



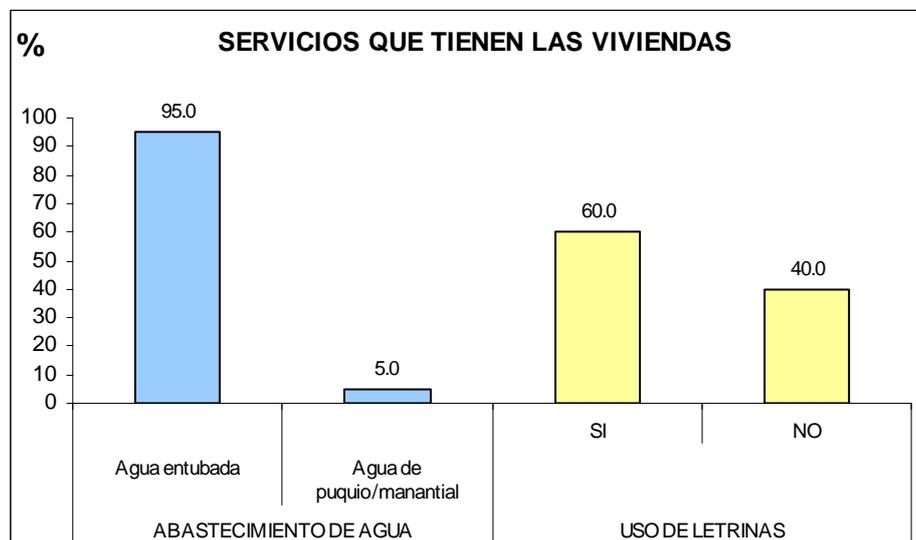
Transporte y comunicación. Para llegar a Campo Alegre desde la ciudad de Cajamarca, existe dos rutas: Cajamarca – Namora – Campo Alegre con un tiempo aproximado de y Cajamarca – Encañada – Huanuco – Campo Alegre con tiempo aproximado de, en ambos caso con movilidad particular. No señal de televisión, en toda la comunidad hay señal de algunas emisoras locales, hay algunos puntos donde hay señal de teléfono celular que la población a detectado y acude hacer llamadas telefónicas.



Características de las viviendas. Las viviendas en su mayoría son de tapial con techo de calamina, teja y otras de paja (Ichu), en su mayoría las viviendas se encuentran totalmente dispersas distancias entre viviendas en promedio 600 mt.

El 100% de viviendas no tienen electricidad, el 95% tienen agua por gravedad extraída de una captación el resto se abastecen de puqios, el 60% tienen

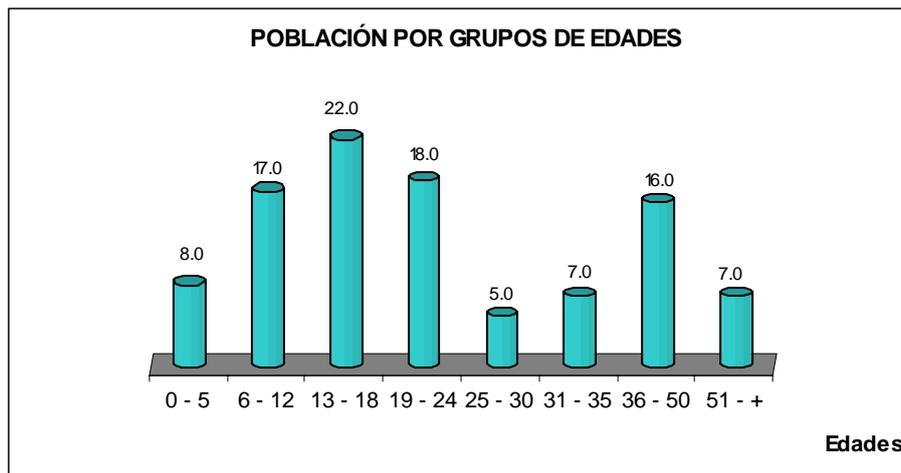
letrinas, los que no tienen letrinas es porque les han dado un mal uso, FONCODES en el 2005 instaló letrinas a todas las viviendas. Las viviendas en su totalidad, están dispersas, en el centro del pueblo existen sólo 3 viviendas familiares, además de centro educativo de nivel primario.



1.4. Características de la Población

En la comunidad de Campo Alegre viven 33 familias permanentemente, con un aproximado de 165 pobladores. Las familias han construido sus casas al lado de su parcela agrícola por que la población esta totalmente dispersa, las principales características son:

- a) La población se caracteriza por ser mayormente joven, el 70% de la población es menor a los 30 años de edad y el 30% esta por encima de los 30 años.
- b) El 6% de la población es analfabeta, en un mayor número son mujeres.
- c) El 45% tiene primaria incompleta, el 25% primaria completa, el 11% secundaria incompleta, el 5% secundaria completa, 8% son menores de 6 años.
- d) El promedio de integrantes por familia es de 5 personas.
- e) No es muy frecuente que los pobladores salgan de lugar a vender su mano de obra, se ha tenido información que en el transcurso del año sólo dos padres de familia han salido a vender su mano en actividades de construcción. Una información relevante es que muchas familias tienen hijos que están estudiando en Cajamarca o en Namora.
- f) La población, especialmente los padres de familia han recibido capacitaciones en temas agropecuarios: cultivos, mejoramiento de pastos, etc.



1.4.1. Tipos de familias²

Se ha clasificado en tres tipos de familias: Infrasubsistencia, Autosubsistencia y Excedentarias. Esta clasificación se ha realizado en base a ingresos económicos, tenencia de las tierras, ganado y venta de fuerza de trabajo.

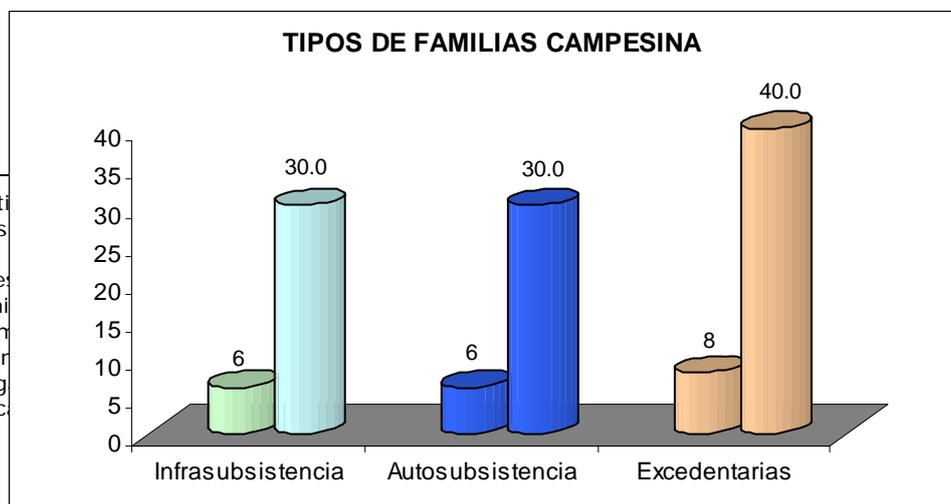
Las familias de Infrasubsistencia

Venden su fuerza de trabajo en actividades de construcción. El salario diario que perciben oscila entre S/. 20.00 y S/. 15.00. Estas familias tienen muy pocas tierras, menor a 5 hectáreas, todas de secano y con pastos naturales (Ichu); también se dedican a la ganadería y la agricultura, son 6 las familias de este tipo. Los ingresos económicos no les permiten satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestido, salud y educación a plenitud.

Las familias de Autosubsistencia

Venden su fuerza de trabajo y además de eso se dedican a la agricultura y la ganadería; tienen tierras mayores a 5 hectáreas y menores a 10 hectáreas; en este grupo de familias existen 6. Sus ingresos les permite satisfacer medianamente sus necesidades básicas: alimentación, vestido, educación y salud.

Familias Excedentarias. Este tipo de familias no venden su fuerza de trabajo, tienen como principales fuentes de ingresos a la ganadería y a la agricultura. Sus ingresos les permiten satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestido, salud y educación. Son 8 las familias que son parte de este grupo.



² Está tipificada en aquellas que venden su fuerza de trabajo y además de eso se dedican a la agricultura y la ganadería; tienen tierras mayores a 5 hectáreas y menores a 10 hectáreas; en este grupo de familias existen 6. Sus ingresos les permite satisfacer medianamente sus necesidades básicas: alimentación, vestido, educación y salud.

Excedentarias no venden su fuerza de trabajo, tienen como principales fuentes de ingresos a la ganadería y a la agricultura. Sus ingresos les permiten satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vestido, salud y educación. Son 8 las familias que son parte de este grupo.

1.4.2. Características de la migración

Para efectos del presente estudio se considera a la emigración temporal. Se ha podido observar que existen familias que salen, en especial a Cajamarca a vender su mano de obra en actividades de construcción, lo hacen cada vez que tienen la oportunidad y por periodos cortos; no existe una época específica para salida a vender su mano de obra, esta característica es mínima, la mayoría de la población no tiene mayor necesidad de salir a trabajar fuera, si es el caso solo sale el jefe de familia en la casa se queda la esposa y los hijos.

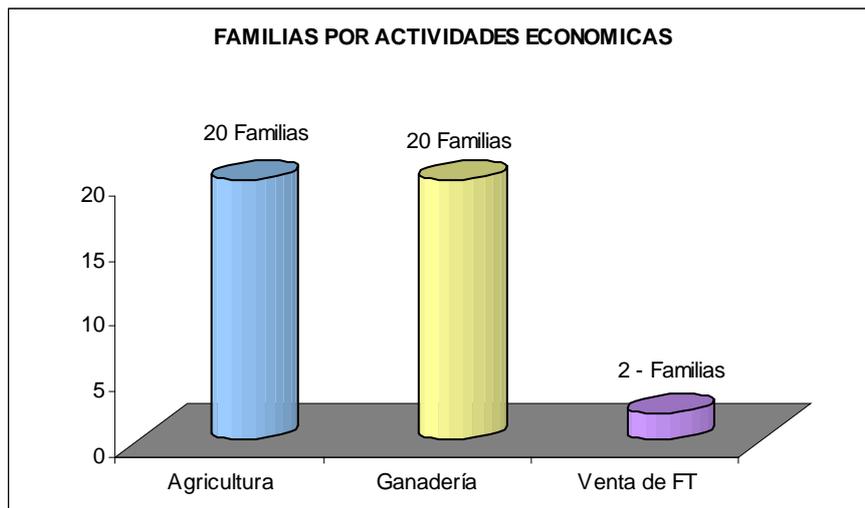
El 95% de la población vive permanentemente en el caserío, son nacidos y criados en la comunidad, no se tiene inconvenientes de emigración, es decir de pobladores que salgan del caserío; los que no viven en el caserío son pocas familias en sus tierras dejan a sus mitayos para que cuiden la propiedades y ganado; sólo van para repartirse las cosechas y cuando tienen que ver su ganado.

1.5. Actividades Económicas e Ingresos Familiares

La agricultura, la ganadería y la venta de mano de obra se constituyen en las principales actividades económicas de la mayor parte de las familias. La producción agrícola es principalmente para el autoconsumo, los cultivos son: papa, oca y olluco.

La ganadería es un de las actividades más importantes, puesto que de ella dependen sus ingresos económicos, a través de la venta de leche, de ganado vacuno y ovino. La leche es vendida a las empresas como NESTLE y GLORIA, el litro de leche la venden a S/. 0.65. El promedio de producción de leche por familia es de 17 Litros; variando entre 8 y 40 litros, pero la mayoría produce por debajo de los 20 litros; la venta es por 8 meses continuos, tiempo promedio de producción de cada vaca.

La agricultura también provee de ingresos a las familias, a través de la venta de papa, oca y olluco, en poca cantidad, los ingresos que obtienen son por campaña (durante los meses de producción).

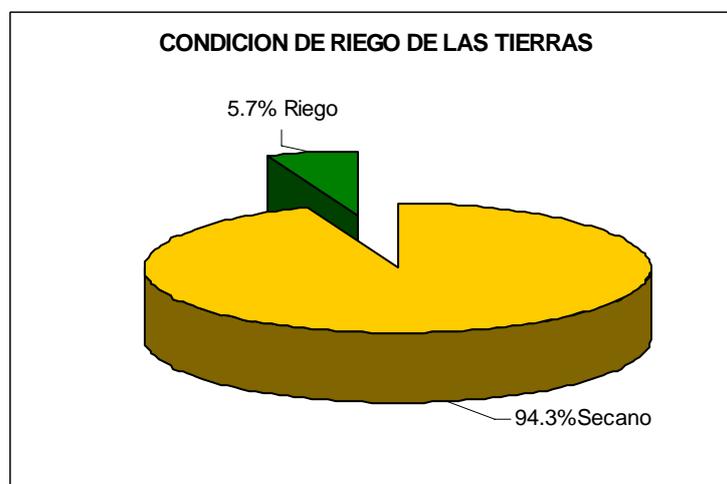


1.5.1. La agricultura

La agricultura, a pesar de no ser rentable se constituye en una actividad importante para las familias, de ella depende la alimentación del día a día de cada familia y periódicamente les permite tener ingresos a través de la venta de excedentes; la producción agrícola es principalmente de auto consumo, mas del 70%, la destinan a el consumo familiar.

Los terrenos en un 94% son al secano, existe pequeñas áreas de algunas parcelas que están bajo riego, a través de pequeños manantiales que se encuentran en las mismas parcelas, que durante los meses de estiaje (verano) disminuyen el afloramiento de agua.

Esta actividad agrícola es de una sola campaña al año, la época de siembras empieza a partir del mes de octubre y las cosechas por los meses de mayo y julio, dependiendo del tipo de cultivo y de su periodo vegetativo; por las condiciones climáticas esta actividad es riesgosa, en los meses de junio a septiembre y en algunos años en noviembre, diciembre y marzo se producen fuertes heladas, afectando a los cultivos en especial a la papa, puesto que la zona se encuentra ubicada por encima de los 3700 m.s.n.m.



1.5.2. Principales cultivos

Los principales cultivos son:

Papa: es el cultivo de mayor importancia en la zona, tanto para el consumo familiar como para la comercialización. Sólo siembran una vez al año y se cultiva al secano.

Oca: es el segundo cultivo en importancia, principalmente se siembran para el autoconsumo, un porcentaje muy pequeño lo destinan al mercado.

Olluco: es el tercer cultivo en importancia, toda la cosecha es para el consumo de familiar, se siembra en pequeña extensión.

El haba: es el cuarto cultivo en importancia, producen exclusivamente para el auto consumo y siembran poca extensión.

Cebada: es el quinto cultivo en importancia, el 90% de la producción es para el autoconsumo y un 10% para la venta, siembran en muy poca extensión.

1.5.3. Tecnología utilizada

Se emplea la forma tradicional, utilizan la tracción del animal para arar las chacras y la fuerza del hombre utilizando herramientas como palanas, picos, lampas, etc.

Generalmente no utilizan fertilizantes químicos para abonar los cultivos, excepto la papa, que si es abonada y se utiliza fertilizantes químicos como urea y otros

1.5.4. La ganadería

El 100% de familias se dedican a la ganadería, esta es un actividad muy importante, de ella depende los ingresos económicos de las familias a través de la venta de leche, en conjunto se produce 352 litros al día; la producción oscila desde 8 a 40 litros al día por familia, el promedio de producción de leche por familias es de 17 litro al día. También crían ganado ovino y les permite tener ingresos adicionales periódicamente.

La ganadería al igual que la agricultura es una de las actividades importantes para las familias, se realiza de manera frecuente durante todo el año, los pastos que disponen en su mayoría son naturales, abunda el ichu; algunas familias en pequeña extensión tienen pastos cultivados, en especial ray grass y avena. Esta actividad se realiza de manera extensiva y los patos no son manejados de manera adecuada, a diferencia de agricultura es menos riesgosa.

1.5.5. Comercialización agropecuaria

En lo relacionado a la producción agrícola, aproximadamente el 70% de la producción lo destinan para el auto consumo, lo que mas venden es papa, oca y olluco. Venden su producción en el mercado ferial de Huanico que se realiza todos los sábados, a donde acuden comerciantes de Cajamarca y de los lugares aledaños a comprar y vender productos agropecuarios, así como para vender productos de primera necesidad.

1.5.6. Sistemas de comercialización agropecuaria

En lo relacionado a la comercialización pecuaria, la producción de leche es vendida a NESTLE y por algunos productores y otros a GLORIA en el mismo lugar; la venta de vacunos y ovinos la realizan en el mercado ferial de Huanico.

El sistema de comercialización de los productos agrícolas, tiene la siguiente característica:

Productor- intermediario mayorista – intermediario minorista - consumidor. Esta forma de intercambio explica la manera como se realiza la comercialización de los productos agrícolas; el productor vende al intermediario mayorista, éste a su vez lo distribuye a los comerciantes minoristas y finalmente llega al consumidor final; son los comerciantes mayoristas los que llevan las mejores ganancias del intercambio comercial.

En lo referente a la comercialización ganadera se ha observado que la producción de leche es directamente comprado por empresas grandes como: NESTLE y GLORIA.

La comercialización de ganado (vacuno u ovino) tiene lugar en el mercado ferial de Huanico los días sábados, acuden a vender ganaderos de los caseríos cercanos y compradores de Cajamarca y de San Marcos; algunos comerciantes compran del ganado en este mercado para luego llevarlos a vender en el mercado de Cajamarca los días lunes.

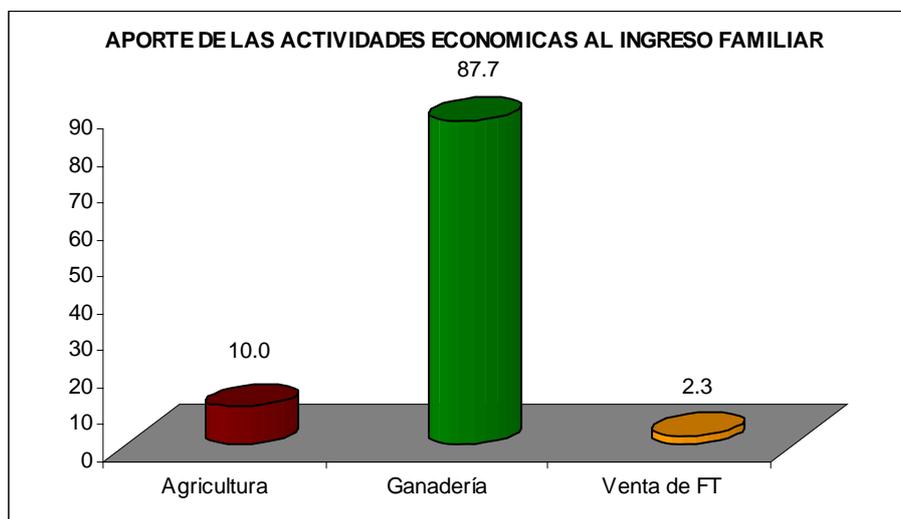
1.5.7. Comercio existente en la localidad

No existen tiendas que puedan expender productos de primera necesidad y fuentes de energía como: velas, pilas, kerosene, etc. Los productos de primera necesidad y las fuentes de energía las adquieren en el mercado ferial de Huanico. Los comerciantes llevan productos y fuentes de energía a mayor precio, por ejemplo el litro de kerosene es vendido a S/. 4.00 y en Cajamarca se adquiere a S/. 3.50.

1.5.8. Ingreso familiar

El ingreso de las familias está constituido por la venta de productos agrícolas, en pequeña cantidad, por la venta de mano de obra por algunas familias y principalmente por la venta de leche. De manera general el promedio de ingresos por familia es de S/. **288.09 por mes**

La actividad que mas aporta al ingreso familiar es la ganadería a través de la venta de leche, con un 87.7% del ingreso, la agricultura con un 10% y la venta de mano de obra con un 2.3%.

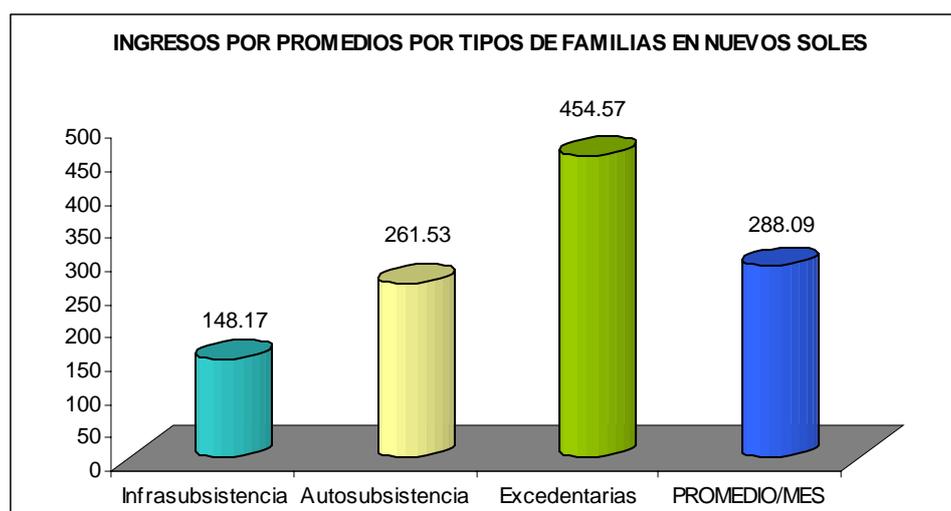


Las familias de **Infrasubsistencia** tienen un ingreso promedio mensual de S/. **148.17**. El ingreso está constituido por la venta de mano de obra por algunas familias, de algunos productos agropecuarios y principalmente por la venta de leche.

Las familias de **Autosubsistencia** tiene un ingreso promedio de S/. **261.53** al mes. El ingreso mensual está constituido por la venta de fuerza mano de obra, de algunos productos agropecuarios y por la venta de leche.

Las familias de tipo **Excedentarias** tienen un ingreso promedio mensual de S/. **454.57**. El ingreso mensual de estas familias está constituido por el aporte de la actividad agrícola y la venta de leche en mayor proporción, estas familias no venden su fuerza de trabajo como las dos anteriores.

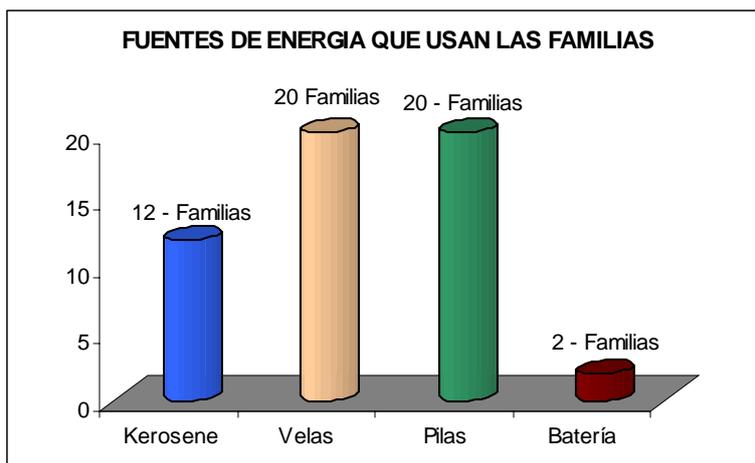
La venta de leche es la principal fuente de ingresos para las familias de los tres tipos de familias. Las familias de Infrasubsistencia venden en promedio 11 litros de leche al día, las de Autosubsistencia 15 y las familias Excedentarias por encima de los 25 litros.



1.6. Consumo de Energía

Utilización y fuentes de energía

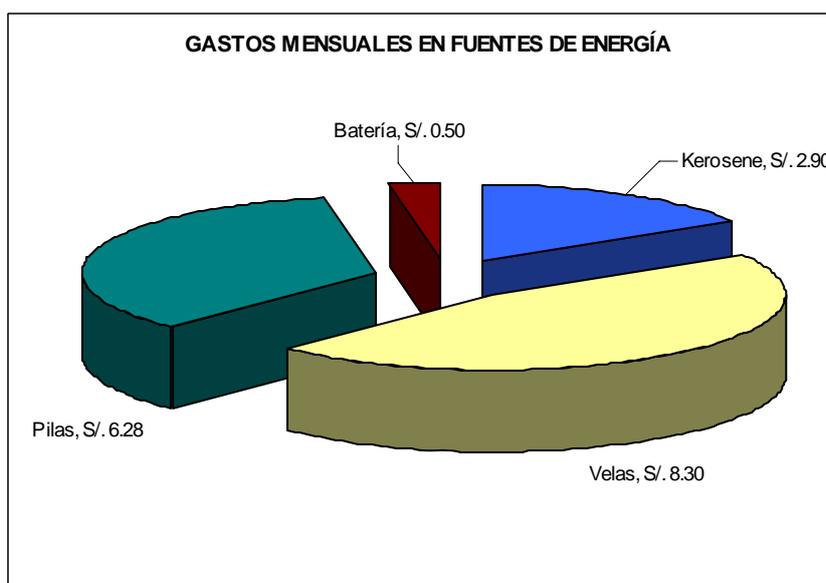
El 100% de familias utilizan velas, el 100% de las familias utiliza pilas, el 60% de las familias utiliza kerosene y el 10% de las familias utiliza baterías. Las velas y las pilas son las principales fuentes de energía, las primeras para alumbrado y las pilas para hacer funcionar sus radios y reflectores. Las principales fuentes de energía las compran en el Centro Poblado de Huanico en el mercado ferrial que tiene lugar los días sábados, a donde acuden comerciantes de Cajamarca a vender productos de primera necesidad y fuentes de energía.



La mayoría de familias utilizan velas para alumbrarse porque es la fuente de energía mas económica. El costo del litro de kerosene en la zona es S/. 4.00, el paquete de velas varía su precio entre S/. 2.00 a S/. 2.5; las pilas que utilizan en sus reflectores (linternas de mano) y radios, el promedio de duración de un par de pilas es de una semana y el costo varía de S/. 2.00 a S/. 2.50 el par; las familias que hacen uso de baterías son muy pocas, tienen problemas para recargarlas, por el tiempo y el gasto que genera, tienen que enviarlas hasta Cajamarca con el riesgo que se pierda o que lo rompan, el costo de cargada es de S/. 3.00 mas el costo de transporte S/. 2.00, en total la recarga de una batería cuesta S/. 5.00.

1.6.1. Gasto mensual

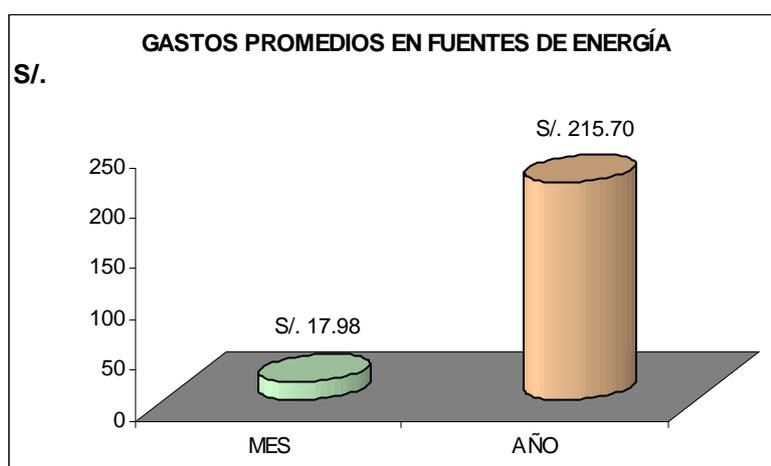
El gasto promedio al mes por familia en velas, pilas y baterías es de S/. **19.78**; en kerosene cada familia gasta S/. 2.90, en velas S/. 8.30, en pilas S/. 6.30, sólo dos familias tienen baterías.



Principales fuentes y gastos en energía de las familias

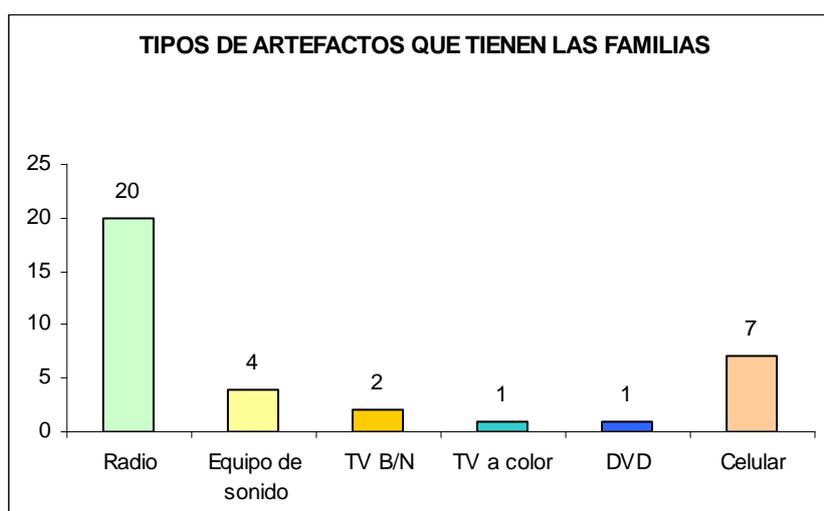
Fuentes	FAMILIAS		GASTO SOLES			
	Número	%	Al mes	Promedio al mes	Total Año	Promedio al año
Kerosene	12	60.0	58.00	2.90	696.00	34.80
Velas	20	100.0	166.0	8.30	1992.00	99.60
Pilas	20	100.0	125.5	6.28	1506.00	75.30
Batería	2	10.0	10.0	0.50	120.00	6.00
TOTAL			359.5	17.98	4314.00	215.70

Fuente: Encuesta socioeconómica – agosto 2007



1.6.2. Utilización de artefactos electrodomésticos y otros

Los principales artefactos que poseen en la actualidad las familias son: radios que funcionan a pilas, equipos de sonido y celulares. Todas las familias tienen al menos un radio que sirve de entretenimiento y como medio de información, el número promedio de horas de uso es de 7 horas diarias, algunas familias el uso de este único equipo es de 8 horas al día. Sólo se ha podido constatar que existen tres familias que tienen televisores antiguos, no los utilizan por falta de energía; 4 familias tienen equipos de sonido su uso no es muy frecuente ya que funcionan con batería, el promedio de uso es de 1 a dos horas a la semana; existen 7 familias que tienen celulares que los cargan en Namora o Cajamarca.



1.6.3. Demanda actual de Energía

Se estima que un usuario de la comunidad de Campo Alegre tiene un consumo actual de energía en artefactos (radio a pilas) de **2.00 kWh/mes**, existe necesidad de energía para alumbrado, las actuales fuentes de energía que utilizan no ofrecen condiciones saludables y de comodidad, es un problema, especialmente para los niños, que tienen que estudiar y hacer sus trabajos por las noches.

1.6.4. Demanda futura de energía

Con la implementación del proyecto se estima que la demanda de energía se irá incrementando progresivamente con la adquisición de televisores a color, quipos de sonido, celulares y a través de la instalación de focos par alumbrado en las viviendas, se considera que por vivienda se puede instalar un máximo de tres focos.

Se estima con el proyecto la demanda de energía por familia será de **450 Wh/día**; el cuadro N° 2 muestra las cargas, la demanda promedio mes sería de **14.0 kWh/mes**, considerando las veinte familias la demanda de energía en la comunidad sería **280 kWh/mes**, considerando que en un mediano plazo, todas las familias tendrán radios, TV a color, radio o equipos de sonido, celulares y unos tres a cuatro focos de 15 Watts.

Estimación, considerando que las familias tienen como fuente de capital al ganado vacuno y ovino, es posible que en un tiempo de un año todas las familias tengan los artefactos mencionados.

Cargas	Cant.	Pot. (watt)	Hrs/día	Whrs/día	Whrs/mes
Iluminación				90	2700
Cocina, 01 foco	1	11	4	44	1800
Cuarto 01 foco	1	11	0.5	5.5	225
Cuarto 02 foco	1	11	0.5	5.5	225
Exterior, 01 foco	1	11	1	11	450
Artefactos				360	11293
Radio	1	30	4	120	3600
TV 14''	1	60	4	240	7200
Celular	1	1.31			13.1
DVD	1	15	2	30	480
Consumo total mes kWh/mes					13993

1.6.5. Consumo de Leña

La zona se caracteriza por estar cubierta en su totalidad de Ichu y no existe vegetación, hay carencia de árboles y arbustos. Esto hace que la principal fuente de energía para cocción sea el estiércol de ganado, durante los meses de verano se aprovecha para recolectar estiércol y almacenarlo en los corredores de sus viviendas, cuando se les agota el estiércol hacen uso de Ichu; La leña es muy escasa en toda la zona.

1.7. Organizaciones Existentes y Representantes de Instituciones

En el Campo Alegre se ha podido constatar que existe un nivel organizativo muy importante los que tiene mayor presencia y liderazgo son:

- a) La ronda campesina.
- b) El teniente gobernador.
- c) Agente municipal.
- d) Asociación de padres de familia (APAFA).
- e) El comité de administración del agua potable.
- f) Asociación de de productores agropecuarios Campo Alegre de Huanico.
- g) Institución educativa de nivel primario.

La ronda campesina. Su función es la de velar por la seguridad de la comunidad, además que en algunos casos imparten justicia, permitiendo resolver conflictos sociales. Tiene representatividad en toda la comunidad y es aceptada por todos los pobladores.

El teniente gobernador. Es una autoridad política, representa al ministerio del interior en la comunidad, el actual teniente es el Señor Emilio Huamán Huaripata. Tienen representatividad en la comunidad y es una autoridad representativa ante todos los pobladores.

El agente municipal. Es una autoridad representativa, coordina con las autoridades de la municipalidad del distrito de Namora, principalmente con el alcalde y los regidores, goza de representatividad y tiene capacidad de convocatoria.

La Asociación de Padres de Familia. Tienen la responsabilidad de administrar el centro educativo y de velar por una adecuada educación de sus niños y jóvenes. No tiene representatividad ante toda la población, sólo involucra a los padres de familia que tienen hijos en la institución educativa de nivel primario.

Comité de administración del agua. Luego de haberse construido el sistema de agua potable, los pobladores organizaron un comité para administrar el servicio, a la fecha está funcionando eficientemente, tienen el sistema de agua potable en perfectas condiciones a logrado hacer un fondo para cubrir gastos de operación y mantenimiento de S/. 15,000.00, fruto de las recaudaciones mensuales por el servicio, y por el cobro de intereses de préstamo, El ingreso por intereses es debido al uso fondo que se a creado y prestan dinero a quien lo solicite, el que solicita tiene que ser pobladores de Campo Alegre, esta una forma que han ideado para incrementar su capital.

Asociación de productores agropecuarios campo alegre de Huanico. Es una organización que tiene un año de creado, esta inscrita en registros públicos y involucra a la mayor parte de la población de Campo Alegre. La asociación percibe fines sociales y económicos son sus asociados.

Centro educativo. Existen un centro de educación primaria, tienen 24 alumnos en los seis grados, de primero a sexto y trabajan dos docentes.

Las organizaciones en su tienen representatividad. Existe condiciones adecuadas para emprender el proceso de organización del modelo de gestión; la población en general se encuentra organizada, a la través de una ronda campesina y una asociación de productores agropecuarios, además que tienen autoridades representativas como el teniente gobernador y el agente municipal.

Para efectos del proyecto se considera trabajar con la el teniente gobernador, agente municipal, la ronda campesina y la asociación de productores agropecuarios.

2. ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN SOCIO- ECONÓMICA - FINANCIERO DE LA LOCALIDAD PROPUESTA

2.1.- Costos de operación y mantenimiento anual a precios de mercado y precios sociales.

Costos de Operación y Mantenimiento Anual a precios de mercado y precios sociales

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL	Frecuencias estimada de cambio de cada componente (años)	Costo reposición año-costo de compra UU\$	Costo Total a precios de mercado (S/.)	Factor de corrección	Total Precios Sociales S/.
1. Materiales y componentes					
Charge Controller PHOCOS - 15A	5	219.45	43.89	0.90	39.50
Charge Controller XANTREX - 35A	5	342.00	68.40	0.90	61.56
Lamps de 12 VDC - 11W	5	37.05	7.41	0.90	6.67

Batteries - 130 AH C100	3	1225.50	408.50	0.90	367.65
Compra de materiales para O& M	1	223	223.00	0.87	194.01
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL			751.20		669.39

Fuente: Elaboración propia

2.2.- Estimación de Costos sociales y su VAN (VACSN)

Flujo de Costos Netos a precios sociales

Año	Situación con proyecto (A)		Situación sin proyecto (B)	Costos (S/.) (A) - (B)
	Inversión (S/.)	Operación y Mtto.-C/P (S/.)	Operación y Mtto.-S/P (S/.)	
0	301,888.55		0	301,888.55
1	0	669.39	0	669.39
2	0	669.39	0	669.39
3	0	669.39	0	669.39
4	0	669.39	0	669.39
5	0	669.39	0	669.39
6	0	669.39	0	669.39
7	0	669.39	0	669.39
8	0	669.39	0	669.39
9	0	669.39	0	669.39
10	0	669.39	0	669.39
11	0	669.39	0	669.39
12	0	669.39	0	669.39
13	0	669.39	0	669.39
14	0	669.39	0	669.39
15	0	669.39	0	669.39
16	0	669.39	0	669.39
17	0	669.39	0	669.39
18	0	669.39	0	669.39
19	0	669.39	0	669.39
20	0	669.39	0	669.39

Fuente: Elaboración propia

Con el flujo anterior se calcula el Valor Actual de Costos Sociales Netos (Tasa de descuento considerada 11%):

CUADRO 03

VAN de costos (S/.)	S/. 5,330.57
----------------------------	--------------

2.3.- Estimación de beneficios sociales

Metodología de NRECA

De acuerdo con NRECA (Mayo 1999), los beneficios económicos constituyen un punto de referencia para cuantificar, en términos monetarios, qué beneficio representa para el país un proyecto de electrificación rural.

Para calcular los beneficios económicos se consideran las cuatro categorías siguientes de demanda: (a) iluminación, (b) información (radio y televisión), (c) refrigeración, y (d) todos los demás usos. Ahora, se toman los valores calculados por el NRECA para poblaciones de la selva (tipo de cambio utilizado S/. 2.85).

Para el presente proyecto, por ser una alternativa de generación de energía eléctrica, se mejorará el servicio de iluminación y comunicación.

Entonces se tiene, que el beneficio social anual por abonado doméstico es:

Beneficio Económico de la Electricidad

Necesidad	Monto en (\$)	Tipo de cambio	Beneficio anual (S/.)	Viviendas sin energía eléctrica	Total Beneficio anual (S/.)
Beneficio anual por iluminación	154.8	2.85	441.18	20	8,823.60
Beneficio anual por radio y television	60.48	2.85	172.37	20	3,447.36
Beneficio anual por refrigeración					
Beneficio anual por otros					
TOTAL	215.28		613.548		12270.96

Fuente: Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Electrificación Rural a nivel de Perfil NRECA L td . - SETA; "Estrategia Integral de Electrificación Rural", Lima, Set. 1999

Para la estimación del flujo de beneficios incrementales se ha tomado en cuenta:

- El número actual de viviendas sin electrificar.
- Beneficio económico de la electricidad.

- Para la zona del proyecto se contó con la tasa de crecimiento de población del según el censo 2007 (Tasa de crecimiento poblacional del departamento de Cajamarca 0.7%).

El flujo de beneficios incrementales será:

Años	Beneficios social anual con Proyecto	Beneficios situación sin Proyecto	Beneficios incrementales
	(S/.)	(S/.)	(S/.)
0			
1	12,270.96	0	12,270.96
2	12,356.86	0	12,356.86
3	12,443.35	0	12,443.35
4	12,530.46	0	12,530.46
5	12,618.17	0	12,618.17
6	12,706.50	0	12,706.50
7	12,795.44	0	12,795.44
8	12,885.01	0	12,885.01
9	12,975.21	0	12,975.21
10	13,066.03	0	13,066.03
11	13,157.50	0	13,157.50
12	13,249.60	0	13,249.60
13	13,342.35	0	13,342.35
14	13,435.74	0	13,435.74
15	13,529.79	0	13,529.79
16	13,624.50	0	13,624.50
17	13,719.87	0	13,719.87
18	13,815.91	0	13,815.91
19	13,912.62	0	13,912.62
20	14,010.01	0	14,010.01

Fuente: Elaboración Propia

Con el flujo anterior se calcula el Valor Actual de los beneficios Sociales Netos (VABSN). (Tasa de descuento considerada 11%):

VABSN (S/.)	S/. 102 146, 40
--------------------	-----------------

2.4.- VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (VANS)

El valor actual neto social de cada proyecto (VANS), es la diferencia entre el valor actual de los beneficios sociales netos (VABSN), y el valor actual de los costos sociales netos (VACSN).

$$VANS = VABSN - VACSN$$

Dado que este indicador mide rentabilidad social de cada proyecto, se elegirá aquel que tenga mayor VANS.

Cuadro 07
VANS DEL PROYECTO

VANS	S/. 96 815.83

El valor actual social del proyecto es de S/96815.83. Lo cual indica en términos financieros una alta rentabilidad a favor las familias rurales beneficiadas.

3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA TARIFA

La tarifa por el servicio de energía es el principal instrumento en el modelo de gestión, de su aprobación y aceptación por parte de los beneficiarios depende el éxito o fracaso del modelo.

El trabajo orientado a fijar la tarifa en un proyecto de electrificación rural con sistemas aislados, requiere de un trabajo riguroso en cuanto al análisis de la información que caracteriza a la comunidad y las familias que la conforman, en el aspecto económico, social y político, entendiendo este último como los espacios de toma de decisiones, como también requiere de una concientización a líderes, población de la importancia del pago por el servicio.

El monto de la tarifa, debe tener en cuenta a los costos de recambio de los componentes según su vida útil, operación y mantenimiento, así como los egresos de las familias por abastecimiento de energía con fuentes convencionales, capacidad y voluntad de pago. Previo a la fijación de la tarifa se deben realizar las siguientes actividades.

- Análisis de información socioeconómica
- Concientización a líderes y autoridades de la importancia del pago de la tarifa
- Talleres de capacitación y sensibilización a toda la comunidad
- Formalización de acuerdos (firmas de actas)

Se presenta a continuación una breve descripción de los pasos a desarrollar

3.1. Análisis socioeconómica y técnico

- **Análisis de la situación socioeconómica de las familias de la comunidad**

Se realiza a partir de los datos obtenidos en el diagnóstico socioeconómico de la comunidad. Se toman en cuenta la información referida a la economía familiar, los ingresos monetarios generados por la familia mediante actividades productivas, etc., así como los egresos relacionados al abastecimiento de energía en la vivienda. La información obtenida permite tener una idea clara del gasto mensual que la familia realiza sin el proyecto, monto que se toma como referencia y que permite elaborar la propuesta que posteriormente será discutida con los beneficiarios.

- **Análisis de los costos de reposición de componentes del sistema e insumos**

Dicho análisis está relacionado de manera específica a los costos y vida útil de baterías, controlador, inversores, etc., los mismos que deberán ser reemplazados en un determinado tiempo debido al desgaste natural.

- **Costos de mantenimiento**

Comprende los gastos realizados mensualmente por la compra de materiales que son utilizados en el mantenimiento preventivo de los sistemas como: grasa, cinta, pintura, etc., que permiten el funcionamiento adecuado de los equipos y componentes.

- **Costos administrativos**

Estos costos a tomar en cuenta corresponden al pago a la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales (UNER) por sus servicios de operación y administración de los sistemas, así como a la adquisición de materiales de escritorio, impresión de recibos, gastos en movilidad para la realización de depósitos, etc.

- **La voluntad de pago**

El análisis de la disponibilidad que tienen los beneficiarios por pagar una tarifa por el servicio eléctrico es básico en el proceso de implementación del modelo de gestión. Esto requiere de un trabajo social minucioso, un conocimiento de la cultura organizativa y de pago de la comunidad, así como de la valoración de los servicios básicos para su desarrollo, en el caso específico de la energía. Normalmente dicha voluntad de pago se hace objetiva en la afirmación de compromisos y/o formalización de acuerdos mediante documentos y actas.

3.2. Estructuración de la tarifa

La estructuración tarifa del servicio de energía responde a los conceptos previamente establecidos, por los cuales los usuarios que reciben el servicio realizan el pago mensualmente. Se consideran tres rubros básicos que forman parte de dicho pago:

- Reposición de baterías, controladores, accesorios y equipos.
- Mantenimiento del sistema, grasa, pintura cables, etc.
- Gastos de operación y mantenimiento
- Adicionalmente se consideran también los siguientes conceptos:

- Moras (% mensual del saldo deudor).
- Cortes y reposiciones en el servicio eléctrico (por el tiempo y materiales invertidos).
- Conexión domiciliaria (para nuevos usuarios).

3.3. Socialización de la propuesta

Realizado el análisis socioeconómico, de costos y voluntad de pago, y planteada la estructuración de la tarifa se procede a la socialización de la propuesta. Dicho proceso comprende inicialmente la presentación de los resultados del diagnóstico socioeconómico a la comunidad, así como una explicación sencilla y clara de los análisis de costos realizados. Este trabajo se realiza mediante talleres participativos con las autoridades, líderes y beneficiarios de la comunidad.

Estas actividades permiten de un lado validar la información recogida y procesada por el equipo de trabajo, así como lograr un consenso en la comunidad respecto a pago por el servicio de energía y la valoración del mismo.

3.4. Aprobación de la tarifa

Este último paso permite fijar la tarifa del servicio eléctrico en la comunidad. Los análisis realizados junto a los beneficiarios deben dar como consecuencia acuerdos aprobados y formalizados por los líderes, autoridades y beneficiarios de la comunidad, para lo cual se requiere la elaboración de un acta y su incorporación en el reglamento de funcionamiento de la Unidad de Servicios Eléctricos.

4. ESTUDIO DE LOS MODELOS DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA HÍBRIDO

Al inicio de la consultoría se planteo dos modelos, su diferencia entre si, es el actor que asume la propiedad. La administración a cargo de ITDG por dos años ha aplicado el modelo referido donde la Municipalidad distrital de asumir la propiedad y la administración del servicio de energía es realizado por medio de una empresa local.

Practical Acción, durante el proceso de implementación del modelo de gestión, ha cumplido un papel de facilitador y coordinador en todo el proceso de implementación del modelo de gestión.

Los modelos iniciales planteados tienen en común, a los siguientes actores: el Estado, específicamente el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), a través de Dirección General de Electrificación Rural (DGER), los usuarios, la junta para la electrificación comunal, la unidad de negocios eléctricos rurales y la unidad de fiscalización.

La junta para la electrificación comunal, en ambos modelos, deberá de ser organizada de primera instancia y servirá de nexo entre el Estado, usuarios e ITDG. Su labor concluirá con la implementación del proyecto y puesta en funcionamiento del modelo de gestión.

La **diferencia** entre los dos modelos es, el actor que asumirá la propiedad de los sistemas (eólico – fotovoltaico). En la primera propuesta se plantea que la propietaria final debiera ser la **Municipalidad Distrital** de Namora, puesto que existe un respaldo institucional y podría subsidiar la operación y

mantenimiento. En el caso de que la localidad pueda ser atendida con energía del interconectado, también la municipalidad podrá trasladar los sistemas a otra zona y además, permitiría ir reforzando el proceso de descentralización y transferencia de responsabilidades que viene dando en el país.

En la segunda propuesta, se plantea que la propiedad sea de una **Unidad de Gestión Local**, en la cual puedan participar las autoridades locales, representantes de la organizaciones y la propia municipalidad de Namora, esta instancia deberá estar legalmente constituida, la municipalidad será parte de la unidad de gestión local, a diferencia de la primera propuesta que se constituyen en la propietaria directa de los sistemas.

Los instrumentos de gestión como: reglamento de operación y funciones, contratos, tarifa, etc. son planteados para ambas propuestas, con particularidades propias de la diferencia de actores que recibirán la propiedad de los sistemas.

4.1. Base del modelo implementado

Uno de los principios básicos de los modelos de gestión, es la creación de una conciencia de manejo empresarial a pequeña escala de los servicios eléctricos aislados.

Los modelos de gestión planteados han sido elaborados sobre la base de un estudio socioeconómicos de la localidad, en el cual se ha identificado, aspecto organizativos, capacidades locales, actividades económicas, ingresos, gastos en fuentes de energía como: kerosene, velas, pilas y baterías. No es posible plantear un modelo de gestión, sino se conoce, como base principal a la dinámica organizativa de la localidad.

De acuerdo al estudio socioeconómico, se ha podido constatar que la población del Caserío de Campo Alegre, tiene como principales organizaciones y autoridades que tienen representatividad y socialmente son aceptadas por todos los pobladores, dentro de las cuales tenemos: a la ronda campesina, la asociación de productores agropecuarios, el teniente gobernador y al agente municipal.

El modelo de gestión implementado promueve la participación de los beneficiarios en todo el proceso del proyecto e ir creando las condiciones sociales apropiadas para que los propios beneficiarios puedan participar, de manera organizada, en la gestión y administración del servicio de energía eléctrica, a través de la creación de una unidad de negocios eléctricos rurales.

Ambas propuestas de modelos de gestión, toma en cuenta las relaciones sociales internas, sus formar de organización, teniendo en cuenta sus valores, creencias, capacidades individuales y grupales. Ambas propuestas persiguen los mismos propósitos, que son:

- a) Promover la participación de la población en todo el proceso de implementación del proyecto de manera organizada.
- b) Se promueve e inserta la administración del servicio dentro de la estructura organizativa y administrativa del Estado, teniendo un RUC.

- c) Aprovechar y desarrollar las capacidades humanas locales existentes para impulsar la gestión eficiente de los pequeños sistemas eléctricos.
- d) Lograr la sostenibilidad de los servicios eléctricos rurales aislados a través de una eficiente operación y administración del servicio.
- e) Manejo administrativo y operativo, independiente de las interferencias políticas, clientelajes e intereses particulares.
- f) Se introduce los conceptos de: servicio y cliente, con lo que se inculca en los usuarios que la generación y distribución de energía es un servicio.
- g) Se inculca en los usuarios la cultura de pago por el servicio prestado, tratando que se haga de manera justa y respondiendo a los costos de operación, mantenimiento y administración de los pequeños sistemas eléctricos aislados.
- h) Se incentiva el uso racional y productivo de la energía, teniendo en cuenta sus limitaciones y beneficios.

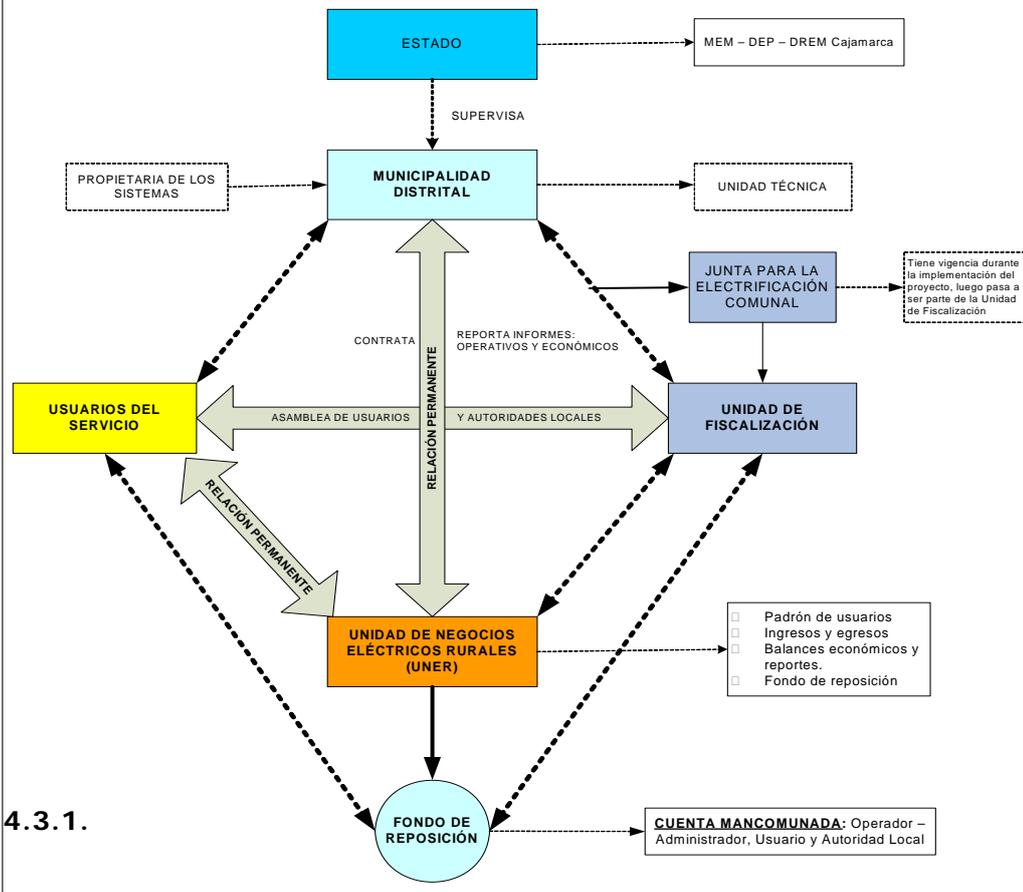
4.2. Proceso de implementación del modelo de gestión

- a) Estudio y evaluación socioeconómica.
- b) Conformación de la junta para la electrificación comunal.
- c) Identificación, selección y presentación de futuros **técnicos-administradores**. Se hace con la participación de la comunidad.
- d) Proceso de capacitación a los futuros **técnicos – administradores** identificados.
- e) Proceso de capacitación a la comunidad.
- f) Formación del comité evaluador para el proceso de selección de la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales.
- g) Proceso de selección de **técnico – administrador**, considerando las bases del concurso.
- h) Formalización de la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales.
- i) Puesta en marcha del modelo.

4.3. Actores en el modelo de gestión

En el modelo de gestión participan seis actores: El Estado, la municipalidad distrital, la junta de para la electrificación comunal, la unidad de negocios eléctricos rurales (UNER), los usuarios y la unidad de fiscalización.

PRIMERA PROPUESTA DEL ESQUEMA BÁSICO DEL MODELO DE GESTIÓN



ROLES Y FUNCIONES DE LOS ACTORES DEL MODELO DE GESTIÓN (PRIMERA PROPUESTA)

ESTADO



- Financia la implementación del proyecto.
- Otorga la propiedad de los equipos a la municipalidad distrital.
- Supervisa la operación y administración de los equipos.

**MUNICIPALIDAD
DISTRITAL**



- Dueña de los equipos.
- Contrata al unidad de negocios eléctricos rurales, Operador - Administración: (UNER).
- Supervisa la operación y mantenimiento de los equipos, así como la administración del servicio.
- Participa en actividades de mantenimiento de los equipos.
- Informa al Estado del manejo, operativo y administrativo de los equipos.

**JUNTA PARA LA
ELECTRIFICACIÓN
COMUNAL
(Autoridades y vecinos)**



- Esta conformado por las autoridades, los vecinos y representantes de las organizaciones.
- Servirá de nexo entre el Estado, Municipalidad, ITDG y la comunidad.
- Facilitará las reuniones entre la comunidad, el Estado, Municipalidad e ITDG.
- Participará de las actividades de implementación del proyecto.
- Participa de la elección de los beneficiarios (usuarios)

**UNIDAD DE NEGOCIOS
ELÉCTRICOS
RURALES**



- ADMINISTRACIÓN**
- Coordina con la municipalidad distrital
 - Celebra contratos individuales con los usuarios.
 - Recauda la tarifa mensual.
 - Elabora informes mensuales: económicos y operativos para la municipalidad distrital.
 - Atiende a los usuarios.
 - Esparte del fondo de reposición.
 - Hace los depósitos de la recaudación mensual de los usuarios en la cuenta mancomunada.
- ACTIVIDADES TÉCNICAS**
- Operación y mantenimiento preventivo de los equipos.

USUARIOS



- Disponen de contratos, convenios, etc., individuales.
- Pagan mensualmente por el servicio.
- Cuidan los equipos.
- Participan de la asamblea de usuarios y autoridades.
- Tienen representantes en el fondo de reposición.

**UNIDAD DE
FISCALIZACIÓN**



- Esta conformado por los integrantes de la junta para la electrificación comunal.
- Representa a los usuarios y a las autoridades locales.
- Participa apoyando en actividades de mantenimiento de los equipos de manera voluntaria.
- Supervisa la operación y mantenimiento de los equipos, así como la administración del servicio.
- Esparte del fondo de reposición.

4.3.2. El Estado

El Estado a través del Ministerio de Energía y Minas DGER o entidad, instancia que financia el proyecto que inicialmente es propietaria de los sistemas (durante la implementación del proyecto); a su vez tendrá la responsabilidad de entregar la propiedad de los equipos a la municipalidad, evaluando el grado de participación en el proyecto, luego de haber entregado y saneado la propiedad, supervisará periódicamente la operación, mantenimiento y administración de los sistemas instalados.

4.3.3. Municipalidad distrital

La Municipalidad Distrital recibirá de parte del Estado, a través del Ministerio de Energía y Minas, la propiedad de los sistemas, siempre y cuando haya demostrado condiciones para hacerse acreedora de la propiedad (tener o haber creado una unidad técnica). De ser así, contratará a la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales (UNER), que viene a ser el **Técnico - Administrador** local, para que se haga cargo de la operación, mantenimiento y administración del servicio; supervisará periódicamente a la UNER a través de su unidad técnica y participará en las actividades de mantenimiento de los sistemas conjuntamente con la UNER, de ser el caso informará al Ministerio de Energía y Minas del manejo operativo y administrativo de los sistemas.

4.3.4. Junta para la electrificación comunal

Para el proceso de implementación del proyecto se requiere de una instancia con quien coordinar y pueda organizar a la población, es por ello debe organizar a la Junta para la Electrificación Comunal, la cual estará conformada por las autoridades locales, representantes de las principales organizaciones y los usuarios; participaran el teniente gobernador, el agente municipal, el presidente de ronda, un representante de la asociación de productores y un usuario. Luego de haberse concluido la implementación del proyecto y puesto en funcionamiento el modelo de gestión, pasará a ser parte de la **Unidad de Fiscalización**. Como junta para la electrificación comunal, tendrá los siguientes roles y funciones:

- a). Servirá de nexo entre el Estado, Municipalidad, Entidad Ejecutora y la comunidad (usuarios).
- b). Facilitará las reuniones con la comunidad, el Estado, Municipalidad y Entidad Ejecutora.
- c). Participará en todo el proceso de implementación del proyecto: instalación de sistemas, convocar a los usuarios a las capacitaciones, elegir a la unidad de negocios eléctricos rurales, etc.
- d). Tendrá vigencia hasta la consolidación y puesta en funcionamiento del modelo de gestión.

4.3.5. La unidad de negocios eléctricos rurales (UNER).

Estará conformada por una persona natural con capacidad empresarial, la cual se encargará de realizar actividades puntuales que tendrán que ver con la Operación, Mantenimiento y Administración de los pequeños sistemas eléctricos instalados, será el Técnico – Administrador de los sistemas y del servicio eléctrico.

La elección de la UNER, se hará a través de un proceso de selección, que comprenderá las siguientes etapas: convocatoria pública, recepción de expedientes, evaluación de expedientes y publicación de los resultados. Previo a la convocatoria se tendrá que conformar un comité evaluador conformado por: las autoridades locales, un representante de la municipalidad y un usuario del servicio elegido en asamblea de usuarios.

Los participantes a constituir la UNER, tendrá que acreditar permanencia en el caserío, para ello las autoridades locales tendrán que otorgarle un certificado de permanencia, así como de conducta intachable. Tendrá las siguientes responsabilidades:

- a) Celebrar contratos individuales con los usuarios.
- b) Recaudar la tarifa mensual.
- c) Hacer los depósitos de la recaudación mensual en una cuenta mancomunada que se aperturará en una entidad bancaria.
- d) Ser responsable de la operación y mantenimiento de los sistemas.
- e) Elaborar informes: económicos y operativos, que serán entregados periódicamente a la municipalidad, específicamente a la unidad técnica.
- f) Cada dos meses presentar informes económicos a los usuarios.
- g) Ser parte del fondo de reposición y por lo tanto participar en la cuenta mancomunada que se aperturará.

4.3.6. Los usuarios

Son las familias usuarias del servicio de energía eléctrica que será otorgada a través de los sistemas instalados en las viviendas. Tienen las siguientes responsabilidades:

- a) Celebran contratos individuales de suministro de energía con la UNER.
- b) Pagar mensualmente por el servicio.
- c) Cuidar los sistemas instalados.
- d) Se les otorga el sistema instalado en su vivienda en sesión de uso.
- e) Tener un representante en el fondo de reposición.
- f) Participar de la asamblea de usuarios u autoridades.
- g) Tienen la responsabilidad de usar racionalmente la energía, considerando las limitaciones que tienen los sistemas.
- h) Cumplir con las obligaciones indicadas en el contrato de suministro de energía.

El servicio otorgado a los usuarios será principalmente de uso doméstico y cada uno de los usuarios serán clientes del servicio. Tendrán relación directa con la unidad de negocios eléctricos rurales.

4.3.7. Unidad de fiscalización.

La unidad de fiscalización la conformará la junta para la electrificación comunal, luego de haber cumplido con su labor en el proceso de implementación del proyecto y puesta en funcionamiento del modelo de gestión. Tendrá los siguientes roles y funciones:

- a) Fiscalizar la operación, mantenimiento y administración del servicio.
- b) Participar apoyando en acciones de mantenimiento de los equipos.
- c) Tener representatividad en el fondo de reposición.

4.4. Consolidación y puesta en funcionamiento del modelo

Luego de la implementación del proyecto, la Junta para la Electrificación Comunal dejará de funcionar y se desactivará automáticamente, para pasar a ser parte de la unidad de fiscalización. Se habrá elegido a la unidad de negocios eléctricos rurales y se habrá apertura una cuenta mancomunada en una entidad bancaria para el fondo de reposición.

La municipalidad distrital, a través de una resolución de consejo aprobará el modelo de gestión con todos sus instrumentos de gestión, en especial, el reglamento y se obligará a respetarlo.

4.5. Municipalidad distrital – Unidad de Negocios Eléctricos Rurales (UNER)

La Municipalidad contrata a la UNER para que se haga a cargo de la operación, mantenimiento y administración del sistema eléctrico; la relación entre ambas partes es directa y permanente, regida por un contrato, en el que se establecen responsabilidades, derechos y obligaciones de ambas partes.

La UNER a cambio de sus servicios concernientes en operación, mantenimiento y administración de los sistema eléctricos, recibirá una asignación económica mensual en efectivo, producto de las recaudaciones por concepto de suministro de energía a los usuarios.

Entregará informes económicos (ingresos y egresos) cada dos meses a los usuarios y periódicamente a la municipalidad, además informes de operación y mantenimiento de los sistemas.

4.5.1. Unidad de negocios eléctricos rurales (UNER) - Usuarios.

La relación entre ambas partes será permanente y directa, radica en el cumplimiento de las responsabilidades de cada uno de los actores; por un lado la UNER tiene que dar mantenimiento de manera periódica a los equipos instalados en las viviendas, solucionar algunos desperfectos en las instalaciones domiciliarias y hacer el cobro mensual por el suministro del servicio de energía.

Por otro lado, los usuarios tiene que cumplir con su obligación: pago oportuno por el servicio, uso racional de la energía y cuidado de los equipos. La relación entre ambos actores y el cumplimiento de sus obligaciones se rige por un contrato que es firmado entre ambas partes.

Los usuarios podrán hacer sus reclamos cuando lo crean conveniente a la UNER, por el incumplimiento de su labor, así mismo pueden aportar con propuestas para mejorar la administración y participar en actividades de mantenimiento de los sistemas.

4.5.2. Unidad de fiscalización - Unidad de negocios eléctricos rurales (UNER).

La unidad de fiscalización, como representante de los usuarios y en la que también participan las autoridades. Tienen la responsabilidad vigilar el cumplimiento de las obligaciones de la UNER. Ambas instancias tienen representación en el fondo de reposición, la relación que tiene es periódica.

4.6. Aplicación del modelo

4.6.1. Instrumentos de aplicación del modelo.

El modelo propuesto implica la utilización de instrumentos de gestión, con los cuales se podrá organizar el manejo operativo y administrativo, además de regular la interrelación de los actores involucrados y que son parte del modelo de gestión.

a). La Tarifa.

Es un instrumento que permite hacer el cobro a cada uno de los usuarios. Se elabora sobre la base de un análisis de la situación social y económica de los usuarios; además de tener en cuenta los costos de reposición de insumos de los sistemas como: baterías, inversores, entre otros; costos de mantenimiento: compra de grasa, pintura para el pintado periódico de los sistemas, etc.; y costos administrativos: pago a la UNER por sus servicios de operación y administración de los sistemas, adquisición de materiales de escritorio, impresión de recibos, etc.

b). Los contratos.

Los contratos especificarán los compromisos asumidos por cada uno de los principales actores del modelo. Contrato Municipalidad – Unidad de negocios eléctricos rurales, Unidad de negocios eléctricos rurales - usuarios. Los contratos han sido elaborados sobre la base de las normas legales que rigen en nuestro país.

c). El reglamento.

Es un instrumento de gestión que permitirá regular la interrelación de los actores que son parte del modelo de gestión, así mismo podrá regular el uso de la utilización de la energía de manera racional. Se estipularán los deberes y obligaciones de cada uno de los actores y se definirá su espacio de accionar en el proceso de gestión de los sistemas eléctricos.

d). Capacitación.

Es necesario que se realicen actividades de capacitación orientadas a desarrollar las capacidades de los actores. Por un lado capacitar a la UNER en aspectos administrativos y técnicos para la operación de los equipos; por otro lado a los usuarios para que puedan hacer un uso racional de la energía. Para ello se elaborarán módulos de capacitación, cartillas, trípticos, etc.

De un adecuado proceso de capacitación, sensibilización y concientización depende: la sostenibilidad del proyecto y la interiorización y socialización del modelo de gestión entre los principales actores del modelo; principalmente de aquellos que van a tener la responsabilidad de la operación, mantenimiento y administración del servicio.

e). Fiscalización.

Va a ser un proceso donde los usuarios y las autoridades locales de manera organizada, a través de la unidad de fiscalización, puedan supervisar el cumplimiento de las obligaciones de la UNER y de los propios usuarios.

Podrán hacer llegar algunas sugerencias para mejorar la administración del servicio y participarán de manera voluntaria en actividades de

mantenimiento de los equipos. La fiscalización se registrará a través de lo indicado en el reglamento.

4.7. Ventajas y desventajas del modelo

a). Ventajas

- Involucra al gobierno local (municipalidad).
- Se fortalece la organización distrital y comunal.
- La relación entre la promotora (MEM – DEP), gobierno local y junta de electrificación comunal propicia la oportunidad de hacer alianza de largo plazo.
- La formación de una junta de electrificación comunal, asegura un interlocutor local para dar soporte legal al proceso organizativo.
- Se forma una cultura de pago y un compromiso social de la comunidad.
- El perfil educativo de la población es aprovechado para promover una cultura empresarial.
- Se incentiva una cultura de previsión mediante la definición del fondo de reposición.

b). Desventajas

- Poco conocimiento en el tema de energías renovables.
- La municipalidad por no recibir réditos o beneficios puede abandonar el proyecto.
- Escasa presencia de organizaciones que impediría la consolidación de un buen liderazgo de la junta de electrificación comunal.
- Poca demanda de energía por parte de los usuarios, en el área rural se considera que el consumo no pasa de los 6Wh/mes.

Este modelo se constituye en la alternativa más viable a ser implementada, puesto que la municipalidad, como propietaria, tiene los instrumentos legales para poder asumir la propiedad. Además, si se presentase problemas grandes que resolver en los sistemas que demande de altos costos, tiene los recursos como para poder asumir los gastos, por otro lado, de presentarse el caso de que en el largo plazo, el caserío pueda tener acceso a energía del interconectado, podrá reubicar los sistemas a otra localidad donde no tengan energía.

5. BASES PARA LA ADQUISICIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO

Las para la adquisición de los componentes del sistema híbrido deben seguir las norma legales, procedimientos y directivas existentes en el país.

Las Bases para la compra de los componentes de sistemas híbridos o sistema individuales solar o eólico deben contemplar las **características mínimas requeridas**, que aseguren la vida útil del proyecto.

5.1. Base Legas

- Ley N° 29465, Ley General del Sistema Nacional del Presupuesto.
- Decreto Legislativo N° 1017, que aprueba la Ley de Contrataciones del Estado, en adelante la Ley.
- Decreto Supremo N° 184-2008-EF, que aprueba el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, en adelante el Reglamento.
- Decreto Supremo N° 021-2009-EF – Modificación del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.
- Directivas de OSCE
- Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.
- Código Civil.
- Ley N° 27806, Ley de Transparencia y de Acceso a la Información Pública.
- Ley N° 28015, Ley de Promoción y Formalización de la Pequeña y Microempresa.
- Ley N° 27143, Ley de Promoción Temporal del Desarrollo Productivo Nacional.
- Ley General de Electrificación Rural (Ley N° 28749), del 30.05.06, declara que en el desarrollo de los proyectos de electrificación rural se debe dar prioridad al provechamiento y desarrollo de los recursos energéticos renovables de origen solar, eólico, geotérmico, hidráulico y biomasa existentes en el territorio Nacional, así como su empleo para el desarrollo sostenible en las zonas rurales, Localidades aisladas y de frontera del país.
- Decreto Supremo N° 025-2007-EM del 03 de mayo de 2007 en el que se aprueba el Reglamento de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural.
- Decreto Legislativo N° 1002. “Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables”, publicado el 02 de mayo de 2008, el cual tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad. También se declárese de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante el uso de RER.
- Reglamento técnico “Especificaciones Técnicas y Procedimiento de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural” RD N° 003-2007-EM/DGE.

Las referidas normas incluyen sus respectivas disposiciones ampliatorias, modificatorias y conexas, de ser el caso.

5.2. Características técnicas mínimas que deben cumplir los componentes

5.2.1. Generador fotovoltaico de XX wp de potencia

- a) La Potencia Pico Nominal (PPN) deberá ser como mínimo (xx Wp, potencia del panel determinado en el diseño).
- b) Los módulos fotovoltaicos deberán ser de Silicio, mono cristalino o policristalino
- c) Debe tener un certificado de garantía del fabricante sobre la potencia pico del módulo fotovoltaico. Debe indicarse en el certificado la marca, modelo y potencia pico del módulo y el tiempo de garantía.
- d) Debe estar acompañado, como mínimo, por su cartilla de especificaciones técnicas, de uso, por las Curvas Corriente vs Tensión para 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 W/m² de irradiancia solar, para temperaturas ambiente de 40°C, 30°C y 20°C, y velocidad del viento de 1 m/s y la curva o factor de reducción de capacidad por envejecimiento.
- e) Debe estar debidamente etiquetado. La etiqueta debe estar pegada firmemente o impresa sobre la superficie inferior del módulo fotovoltaico. En ella debe constar: la marca, modelo, número de serie, denominación comercial (si tuviera), fecha de fabricación, tipo de módulo, tensión nominal, potencia máxima en watt pico (Wp) a Condición estándar de medición (CEM³), temperatura normal de operación de la célula, tensión máxima en CEM, corriente máxima en CEM, tensión de circuito abierto en CEM, corriente de corto circuito en CEM.
- f) Debe estar certificado de acuerdo a la norma internacional IEC-61215 "Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Calificación del diseño y aprobación de tipo", IEEE-1262 "Recommended Practice for Qualification of Photovoltaic (PV) Modules" o equivalente **(Indispensable adjuntar documentación sustentatoria)**.
- g) El módulo fotovoltaico no debe presentara los siguientes defectos:
 - Células rotas o agrietadas.
 - Células desalineadas.
 - Restos notables de la metalización en la cara frontal de las células.
 - Impurezas en el laminado.
 - Burbujas en el encapsulado.
 - Rotura del vidrio frontal.
 - Rotura de la cinta de conexión.
 - Ilegibilidad o borrado de la etiqueta.
 - Módulo sucio con manchas de silicona o encapsulante.
 - Tedlar dañado o perforado.
 - Caja de conexiones rota o con desprendimiento total o parcial.
 - Intersticios en la unión entre el marco de aluminio anodizado y el módulo fotovoltaico, donde puedan ingresar agua o elementos extraños.
- h) Cada módulo fotovoltaico deberá estar constituido por no menos uno o dos grupos en paralelo de 36 celdas en serie cada uno.

³ Condición Estándar de Medición: Irradiancia solar de 1 000 W/m², temperatura de célula de 25°C y masa de aire AM 1,5

- i) El módulo fotovoltaico deberá poseer dos diodos "by pass". Dichos diodos deben ser los originales de la fábrica de paneles.
- j) La caja de conexión de los módulos fotovoltaicos deberá estar firmemente unida al módulo, poseer los terminales apropiados para fijar los cables. El grado de protección mínimo deberá ser IP 54.
- k) Adjuntar esquema del panel con las medidas de los agujeros del marco y de la caja de conexión.
- l) Se debe indicar la tensión del punto de máxima potencia del generador fotovoltaico, a una temperatura ambiente 25 °C a una irradiancia de 1000 W/m².
- m) El marco de los módulos fotovoltaicos deberá ser de aluminio anodizado y estar firmemente y herméticamente unido a la placa fotovoltaica.
- n) Sólo deberá suministrarse módulos fotovoltaicos de la misma marca, modelo y capacidad, por sistema fotovoltaico.
- o) Las celdas y uniones deben ser uniformes
- p) Presentar Certificado ISO 9000 de fábrica
- q) Garantía del producto de 60 meses.

5.2.2. Batería sellada de ciclo profundo y libre mantenimiento de xx ah-12v.

- a) Para **APLICACIONES SOLARES.**
- b) Debe estar debidamente etiquetada. La etiqueta debe estar pegada firmemente o impresa sobre la superficie (lateral o superior) de la batería. Debe constar en ella la marca, modelo, número de serie, denominación comercial (si tuviera), fecha de fabricación, tensión nominal y capacidad en Ah para una determinada cantidad de horas de la descarga que también debe ser indicada.
- c) Debe estar acompañada de su cartilla de especificaciones técnicas, de operación y mantenimiento, de instalación y los certificados de garantía solicitados. Las especificaciones deben incluir las informaciones presentadas en la etiqueta, la densidad del electrolito, las curvas de carga y descarga para distintos números de horas, como mínimo para 10, 20 y 100 horas.
- d) Debe contar con algún dispositivo de fijación como parte integral de la caja de la batería que facilite el transporte de la batería con seguridad.
- e) La polaridad debe estar señalizada sobre la caja de la batería al lado de cada terminal mediante una impresión en bajo o alto relieve con las siguientes simbologías, "+" para la polaridad positiva y "-" para a polaridad negativa.
- f) Debe incluir borneras de plomo o pernos inoxidables, de acuerdo al tipo de poste o bornera de las baterías.

- g) La batería debe tener una carga inicial mayor o igual 80 % de su capacidad,
- h) Las baterías deberán tener como máximo seis meses de fabricación (adjuntar documento de importación e información de fábrica que sustente la fecha de fabricación de la batería) y contar con un certificado de garantía por 36 meses, emitido por el fabricante y por el proveedor.
- i) Presentar Certificado ISO 9000 de fábrica.
- j) El período máximo de almacenamiento de baterías para una temperatura de $\leq 20^\circ \text{C}$ debe ser: 24 meses para baterías de Gel estándar y de 17 meses para baterías de Gel.

5.2.3. Regulador Solar y Eólico de xx Amperios

- k) 12 Vdc XX A Load/Carga (Especificar el número de amperios del controlador solar según el diseño del sistema)
 - a) LVD = 11.5 Vdc o programable
 - b) Reconexión de LVD = 12.6 Vdc
 - c) Debe estar debidamente etiquetado, con indicaciones mínimas como el nombre del fabricante, modelo, número de serie, denominación comercial (si tuviera), Capacidad en Amperios.
 - d) Debe ser de funcionamiento silencioso.
 - e) Cargador de batería en tres etapas (en carga, absorción y flotación) con compensación opcional de temperatura, por medio del sensor, para mejorar su funcionamiento.
 - f) Funcionamiento silencioso, con modulación por amplitud de pulso (PWM), y de altamente eficiente.
 - g) Pulsador manual para reiniciar en caso de emergencia por baja tensión de red.
 - h) Debe estar acompañado por la siguiente documentación: cartilla de especificaciones técnicas (las presentadas en la etiqueta, las tensiones de desconexión y reposición de carga del generadores, las tensiones de desconexión y reposición del consumo, el factor de corrección de tensión por temperatura, diagrama eléctrico especificando claramente las polaridades y los terminales correspondientes a cada componente, tipo de controlador y explicación detallada de la información visual que entrega el controlador), de instalación, de operación y mantenimiento, de seguridad personal y los certificados de garantía solicitados.
 - i) La vida útil del controlador no debe ser menor a 6 años, debe adjuntar certificado que garantice la vida útil del controlador
 - j) Debe contar con un dispositivo automático para cambiar las tensiones de desconexión y la reposición de carga, producto del cambio de la temperatura ambiente. El factor de corrección debe estar entre -18 y -

30 mV/°C. En ningún caso el controlador debe hacer esta corrección para las tensiones asociadas al consumo.

- k) Construcción robusta y protección contra ingreso de insectos
- l) Los terminales del controlador deben ser de fácil acceso, estar claramente indicados sus polaridades y el componente a ser conectado. Esta señalización debe ser concordante con la presentada en el diagrama eléctrico (manual o cartilla de características técnicas).
- m) Reconexión por Tensión Baja – Ajustable; Desconexión por baja tensión reconexión manual o automático electiva por el usuario
- n) Las tensiones no deben modificarse en más de 1% producto de la variación de la corriente.
- o) Las caídas internas de tensión entre cualquiera de los terminales del controlador deben ser de 4%, como máximo, para cualquier condición de funcionamiento solicitado.
- p) El autoconsumo del controlador no debe exceder a 18 m A
- q) Alarma visual o audible por desconexión del consumo
- r) Sobrecarga de 25% hasta por 5 minutos.
- s) Compensación por temperatura.
- t) Presentar Certificado ISO 9000 de fábrica
- u) De debe tener protección electrónica, contra corrientes inversas y contra descargas
- v) Debe estar protegido contra inversiones de polaridad en cualquier línea (generador fotovoltaico, batería y consumo).
- w) Debe contar con protecciones contra cortocircuito en las líneas de consumo y de batería.
- x) Debe dar indicaciones visuales del nivel de carga de la batería. Por lo menos 3 luces para nivel alto, medio y bajo de carga, o una pantalla con información equivalente
- y) En el caso del controlador eólico debe ser de derivación de carga.

5.2.4. Inversor de Corriente de xxx w de Onda Pura

- a) Debe estar debidamente etiquetado. La etiqueta debe estar localizada sobre la superficie del inversor y conteniendo la siguiente información:
 - 12 Vdc de ingreso, 220 o 230 Vac +- 5% de salida.
 - 500 Wp de salida nominal, con picos de arranque del 100%
 - Onda sinusoidal modifica.
 - Frecuencia de salida 60 Hz.
 - Modelo
 - N° de serie

- b) El inversor debe estar acompañado por su cartilla de especificaciones técnicas (las presentadas en la etiqueta, eficiencia eléctrica para cargas parciales, autoconsumo, corriente pico, tensión de desconexión de las cargas, tensión de reposición de las cargas y protecciones), de instalación, de operación y mantenimiento, de seguridad personal y los certificados de garantía solicitados.
- c) La superficie del inversor debe ser de material inoxidable o, en su defecto, arenado y pintados al horno, con doble base anticorrosiva (epóxica) o similar.
- d) La polaridad de los terminales del lado CC y CA debe estar identificada claramente sobre la superficie del inversor.
- e) Debe tener protección electrónica, contra inversión de corrientes inversas, cortos circuitos,
- f) Se debe tener acceso a la placa electrónica del inversor, debiendo ser posible identificar sus dispositivos a fin de que pueda ser reparado localmente. De ninguna manera debe encontrarse sellado o su placa o dispositivos cubiertos con algún material.
- g) El encendido del inversor podrá ser automático o manual. En cualquier caso, el inversor debe contar con un interruptor para el encendido o apagado del equipo.
- h) Todos los terminales, tuercas, arandelas y demás elementos accesorios deben ser de material inoxidable
- i) Debe tener una eficiencia superior al 90% para factores de carga entre 15% y 90% para todo el rango de tensiones de entrada de 11,4 V a 13,5 V para cualquier condición de funcionamiento solicitado.
- j) La reducción de potencia por efectos de la altitud debe ser igual o menor a 1 % por cada 100 metros después de los 1000 msnm.
- k) Rango de voltaje de entrada: 10 a 15 Vdc.
- l) Consumo menor a 0.2 A, incluido standby.
- m) Presentar Certificado ISO 9000 de fábrica.
- n) Garantía del bien 24 meses.
- o) No debe producir ruido o INTERFERENCIAS en otros componentes o en las cargas de consumo, especialmente en aparatos de recepción o emisión de señales a una distancia de más de 3 metros.
- p) Debe estar protegido contra cualquier apagado repentino en la alimentación en CC en todo el rango de tensiones de entrada de 11,4 V a 13,8 V y para cualquier factor de carga.
- q) La caja del inversor debe poseer, como mínimo, un índice de protección:
 - IP 43 para regiones con alturas superiores a los 2 300 msnm.
 - Construcción robusta y protección contra ingreso de insectos

5.2.5. Tablero de Control

- a) En general deben ser tablero tipo mural adosable, de plancha galvanizada de 1/20" como mínimo de espesor, arenado y pintura electrostatica de color beige, con doble base anticorrosiva , con un excelente acabado ó como alternativa tablero de policarbonato, y, con bisagra de pivote
- b) Placa auxiliar interna de 1/20' de espesor con pintura esmalte color naranja
- c) Chapa plush para tablero
- d) Puerta con visor de acrílico transparente de 3 mm de espesor.
- e) El tablero debe tener las dimensiones para colocar por lo menos 01 Interruptor TermoMagnetico (ITM) de 2 x 20 A, colocadas sobre riel tipo DIN, dos borneras para cable 8 AWG en la parte superior y dos en la parte inferior para cable 10 AWG,.
- f) El tablero deberán contar con agujeros para prensaestopas 3/4 '' para hermetizar las salidas y entradas de los cables correspondientes, una en la parte superior y dos en la parte inferior.
- g) El tablero debe llevar dos orejas con agujeros para clavos de 9 '' para adosar el mismo a la pared.
- h) De dimensiones adecuadas para instalación según las dimensiones del controlador solar y accesorios.
- i) Deben estar contempladas todas las conexiones y cableados dentro del tablero y los espacios recomendados en las normas técnicas.

5.2.6. Requisitos del generador eólico

- a) Los aerogenerador deben llevar una identificación, que debe ser una placa grabada o pegada en un lugar visible, en ella debe constar:
 - Modelo;
 - Número de serie;
 - Fecha de fabricación;
 - Potencia nominal;
 - Voltaje.
- b) Debe tener una cartilla de especificaciones técnicas, que muestren las características del rotor eólico.

ROTOR EÓLICO:	Características
Nº de palas	
Diámetro	
Material de fabricación	
Acople rotor- generador	

Funcionamiento:	Velocidad de viento
Velocidad de arranque	
Velocidad nominal (m/s)	
Velocidad de salida o de corte (m/s)	
Peso total del aerogenerador	

- c) Debe de estar acompañado de un manual de instrucciones que debe: detallar cada una de partes que lo conforma, señalar el procedimiento de ensamble, contener un listado de materiales para la construcción de la torre con los esquemas y con el procedimientos para la construcción como mínimo para tres alturas diferentes, señalar los paso para la instalación y describir el procedimiento de mantenimiento.
- d) Debe tener un mínimo de dos palas
- e) La parte frontal debe ser de una geometría adecuada para facilitar el paso de las corrientes del flujo.
- f) El acople de las pala u otro componente debe realizarse mediante elementos mecánicos (pernos sincados, turcas, arandelas planas y de presión).
- g) Verificar que los componentes del aerogenerador no se presenten los siguientes defectos visibles
- Palas, carcasa, cono, con fisuras o agrietadas
 - Palas que muestren zonas blancas debido que la mala colocación de la resina, burbujas atrapadas durante la colocación de resina y la fibra
 - La pintura de las superficies metálicas no galvanizadas debe de ser anticorrosivos
 - Los cables eléctricos que salen del generador deben ser del calibre correspondiente al amperaje
- h) Las palas o aspas que forman el rotor eólico deben considera como mínimo los siguientes requerimientos
- La construcción de las palas deben de ser de una material resistente a los esfuerzos que se presentan respetando la estándares de materiales.
 - El acople de las palas con el generador debe ser el mas adecuado con el fin de evitar perdidas
 - Debe tener una configuración geométrica para evitar las turbulencias
 - El conjunto de tornillería debe ser de características especiales teniendo en cuenta la corrosión;
 - Cada una de las partes móviles y que requieran engrase deben llevar un sistema fácil de aplicación;
 - Las parte metálicas y costuras de soldadura deben ser pintadas, primero aplicar una capa de base y luego la aplicación de pintura anticorrosivo.
 - Los rodamientos deben ser blindados de libre mantenimientos;

- El conjunto de tornillería debe ser de características especiales teniendo en cuenta la corrosión;
- i) La potencia de aerogenerador nominal debe ser declarado y tener una curva de comportamiento potencia versus velocidad del viento
- j) La cartilla también de contener la siguiente información

Sistema eléctrico:	Características
Tipo	
Imanes	
Potencia nominal	
Voltaje (V)	
Sistema de rectificación	de onda completa

- k) Para aerogeneradores de baja potencia debe emplear generadores de imanes permanentes por ser los más apropiados para la generación de potencia a bajas revoluciones de giro;
- l) La estructura mecánica de las palas debe considerar una resistencia de diseño para soportar ráfagas de velocidades de viento mayores a las de previstas en operación de trabajo.
- ll) El aerogenerador debe tener un sistema de protección para una determinada de velocidad de corte, que permita sacar al rotor eólico de las fuertes corrientes de viento con la finalidad de protegerlo, el mecanismo de puede ser de acuerdo al diseño del fabricante.
- m) La estructura de soporte o torre de ser construida de acuerdo a las especificaciones técnicas descritas en manual de instrucción y debe soportar esfuerzos que se producen rafas de viento altas, que deben ser especificadas.

6. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA – ADMINISTRATIVA

6.1. Capacitación a usuarios

Justificación: Aunque los sistemas híbridos tendrán un técnico administrador que se encargará del mantenimiento y supervisión, para que el proyecto sea sostenible requiere del compromiso de los usuarios. Los usuarios deben tener un conocimiento básico del funcionamiento de los equipos y controladores, así como saber como debe operarlos correctamente. De igual manera deben quedar claros las responsabilidades y deberes de éstos, pues ello asegura la sostenibilidad de los sistemas

Metodología: Se emplearan dos metodologías: la primera será con taller grupales, donde se les explicara a todos los beneficiarios el uso de los sistemas híbridos, así como sus responsabilidades, esta podrá ser repetida si en las visitas de seguimiento se ve oportuno; y la segunda, la cual llamaremos de reforzamiento, se realizara de manera individual, aprovechando las visitas de seguimiento que se realizaran con periodicidad.

Materiales a utilizar:

Material generado en el proyecto sobre el modelo de gestión
Manual de usuario del sistema hibrido
Manual de instalación del sistema hibrido
Plan de mantenimiento preventivo y correctivo

6.2.Capacitación a los técnicos - administradores

Justificación: Aunque los sistemas híbridos no son muy complejos, éstos requieren de personas entrenadas que sean capaces de solucionar los inconvenientes que puedan ocurrir, así como encargarse de asegurar que todos los sistemas se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento y poder dar el mantenimiento necesario. Viendo estas necesidades es preciso formar a un grupo de personas en temas más técnicos y específicos que puedan ofrecer servicios a los beneficiarios del sistema

Metodología: Se realizaran 5 talleres como mínimo, donde se capacitará a los seleccionados en los contenidos propuestos. Una vez seleccionados los miembros que al final ofrecerán los servicios de administración y mantenimiento, de realizarse talleres teóricos-prácticos donde se profundizará en los temas que se identifiquen como más débiles. Igualmente.

Materiales a utilizar:

Material generado en el proyecto sobre el modelo de gestión
Manual de usuario del sistema híbrido
Manual del técnico administrador del sistema
Manual de instalación del sistema híbrido
Plan de mantenimiento preventivo y correctivo
Manual del controlador solar
Manual del controlador eólico
Modelo de gestión

6.2.1. Pasantías a los técnicos administradores

Justificación: Es importante complementar las capacitaciones con visitas a proyectos similares. Esto hace que los administradores conozcan la experiencia de tener sistemas aislados de generación eléctrica por parte de otros usuarios, no siendo solo los técnicos especialistas los que les expliquen las bondades y ventajas de estos sistemas, sino otros pobladores rurales.

Metodología: Visita mínimo a dos lugares distintos, en los cuales, se promoverá un intercambio de experiencias, en la cual los mismos usuarios de ambos lugares podrán intercambiar experiencias sobre los sistemas aislados de generación energía eléctrica.

6.3. Programa de Capacitaciones

CONTENIDO	SUBTEMAS	USUARIOS	TÉCNICOS LOCALES
1. Energías renovables	1.1 Energías Renovables y No Renovables 1.2. Conceptos básicos 1.3. Tipos (Solar, eólico) 1.4. Diferencias 1.5. Ventajas y desventajas	X	X
2. Criterios básicos de funcionamiento de los sistemas híbrido (eólico –solar) eólicos	2.1. Componentes de un sistema híbrido (eólico –solar) de pequeña escala. 2.1.1. Panel solar fotovoltaico. 2.1.2. Batería y acumuladores 2.1.3. Resistencias 2.1.4. Controlador 2.1.5. Inversor 2.2. Componentes de un sistema eólico 2.2.1. Generador de imanes permanentes 2.2.2. Palas 2.2.3. sistema de control 2.2.4. torre	X	X
3. Instalación y mantenimiento preventivo de un sistema híbrido (eólico –solar) de pequeña escala	3.1. Procedimientos y criterios técnicos para la instalación de un sistema híbrido 3.2. Consideraciones técnicas en el mantenimiento preventivo. 3.2.1 Periodicidad para la ejecución de actividades de operación y mantenimiento preventivo de un sistema híbrido		X
4. Principales unidades de medición de energía y manejo de instrumentos (voltímetro, pinza amperimétrica)	4.1. Unidades básicas de medición de la energía y potencia. 4.1.1. Principales unidades y símbolos eléctricos. a. Vatio (W) b. Amperios (A) c. Vatios hora (Wh) d) resistencias, diodos		X
5. Capacitación Técnica Especializada en Campo	5.1 Reconocimiento de componentes del sistema, aprendizaje de sus funciones y definición de términos técnicos. 5.2 Aprendizaje del manejo de instrumentos básicos: amperímetro, voltímetro, etc.		X

	<p>5.3 Interpretación del diagrama o plano de instalación.</p> <p>5.4 Identificación de fallas.</p> <p>5.5 Instalaciones eléctricas.</p>		
6 Gestión microempresarial de sistemas energéticos renovables.	<p>6.1. Modelo de gestión microempresarial de sistemas energéticos renovables</p> <p>6.1.1 Roles y funciones de los actores internos, externos para la gestión microempresarial.</p> <p>6.2. Factores que influyen en el modelo de gestión microempresarial de sistemas energéticos renovables.</p> <p>6.2.1. Factores Sociales.</p> <p>6.2.2. Factores Políticos.</p> <p>6.2.3. Factores Económicos.</p> <p>6.2.4. Factores Culturales</p> <p>6.3. Ventajas y desventajas del Modelo de gestión microempresarial de sistemas energéticos renovables.</p>	X	X
7. Capacitación en gestión	<p>7.1 Modelo de Gestión Local</p> <p>7.2 Manejo de herramientas de gestión: reglamentos, contratos, preparación de informes (comunidad y municipalidad), tarifa, libro de actas, libro de caja, cuaderno de incidencias</p> <p>7.3 Pasos para la formalización de la USER</p>		X
8. Capacitación en contabilidad	<p>8.1. Qué es contabilidad</p> <p>8.1.1 Quién realiza la contabilidad</p> <p>8.1.2. Ingresos y egresos</p> <p>8.1.3 SUNAT, reportes de cuenta</p>		

7. PROGRAMA DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El siguiente programa pretende mejorar el uso de la energía en las viviendas electrificadas mediante sistemas aislados de energías renovables y concienciar a los usuarios de que hacer un uso racional de ésta supone un beneficio para todos. La operación diaria habitual que se hace en la vivienda puede conllevar a un ahorro considerable de energía si se cambian las actitudes y se es consciente del consumo real y del necesitado. Debido a la falta de costumbre en el uso de sistemas eléctricos en las comunidades rurales del Ande peruano, es habitual encontrarse con hábitos de consumo ineficientes, tales como dejar las luces prendidas en habitaciones donde no hay nadie, el uso de bombillas convencionales y no de bajo consumo, etc. Este programa pretende mejorar estos comportamientos de forma que la energía útil que tendrán a su disposición diariamente aumentará sin ningún incremento de coste.

Durante la instalación de los sistemas en cada vivienda es conveniente que se realice una capacitación a la familia beneficiaria, no sólo en mantenimiento y seguridad, sino también en el uso eficiente de la energía. Es conveniente que el usuario pueda disponer de un tríptico que recoja la información básica al respecto, de forma que pueda ser consultado en cualquier momento de duda.

Una vez esté completada la instalación de todos los sistemas, se deben realizar talleres comunales de capacitación y sensibilización sobre el uso de la energía. En estos talleres se debe trabajar en el uso de la energía como desarrollo humano, cambios sociales debidos a la nueva tecnología, usos productivos, operación y mantenimiento, y uso eficiente de la energía como optimización del recurso.

Adicionalmente, en las comunidades rurales electrificadas por Practical Action mediante energías no convencionales se establece un modelo de gestión que incluye uno o varios operadores técnicos que son formados para encargarse de la operación y mantenimiento más comunes de los sistemas instalados. Estos técnicos son formados por el personal de Practical Action y se erigen en la figura a quien se dirigirán los usuarios en caso de duda, avería o propuesta relativa a los sistemas energéticos. Por tanto, es esta persona la que debe tener una profunda conciencia energética y promover entre los usuarios, tanto diariamente como con eventos puntuales, un uso racional y eficiente de la energía. En las instalaciones solares y eólicas este tema es particularmente clave, ya que la autonomía de las baterías es evidentemente limitada y el desperdicio de la energía supone un enorme perjuicio.

No se pretende con esto reducir la energía útil empleada por los usuarios. Como es bien sabido, en el ámbito rural la energía eléctrica es usada en pequeña medida, a menudo sin aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas instalados. Es recomendable promover el uso de la energía disponible ya que la energía es una vía muy importante de acceso al desarrollo. No obstante, esto no significa que no se deba trabajar en optimizar los recursos disponibles, empleando al máximo la capacidad de la batería pero solamente en acciones que sean verdaderamente útiles.

A continuación se presentan algunas directrices en las que se debería hacer hincapié para conseguir este objetivo:

- Utilizar bombillas de bajo consumo en aquellas dependencias de la vivienda que tengan que permanecer mucho tiempo encendidas. Siempre que sea posible, aprovechar la iluminación natural. Usar la luz solo cuando se necesite. No dejar luces encendidas en habitaciones que no se estén

utilizando. Las lámparas halógenas consumen mucha más energía que otros tipos de bombillas y disipan más calor. Los tubos fluorescentes duran hasta 10 veces más que las bombillas tradicionales y son muy eficientes energéticamente, si se va a tener una lámpara fluorescente apagada menos de 20 minutos, es mejor dejarla encendida.

- Es conveniente apagar por completo los equipos eléctricos que no vayan a utilizarse ya que se calcula que el modo standby supone una buena parte del consumo total, que podemos considerar del todo superfluo. En el caso de los equipos que no cuentan con botón de apagado, puede resultar útil utilizar regletas que sí lo tengan.
- Es conveniente que se empleen electrodomésticos de bajo consumo que permitan maximizar la energía disponible en las baterías. Para ello, cada usuario debería tener una lista de electrodomésticos eficiente y el conocimiento adecuado para constatar por si mismos que aunque puedan suponer un sobrecoste inicial, este tipo de electrodomésticos también ayuda a reducir costes a medio plazo.
- Se deben tener en cuenta también distintas consideraciones en cuanto a la arquitectura de las viviendas. Es conveniente que las paredes estén pintadas de blanco, de forma que la reflectividad de las mismas sea máxima y se aproveche al máximo la iluminación disponible y, por tanto, la energía consumida. Por otra parte también es conveniente usar calaminas transparentes que maximicen la luz natural disponible en las viviendas y así no sea necesario emplear la iluminación.

8. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO

Introducción

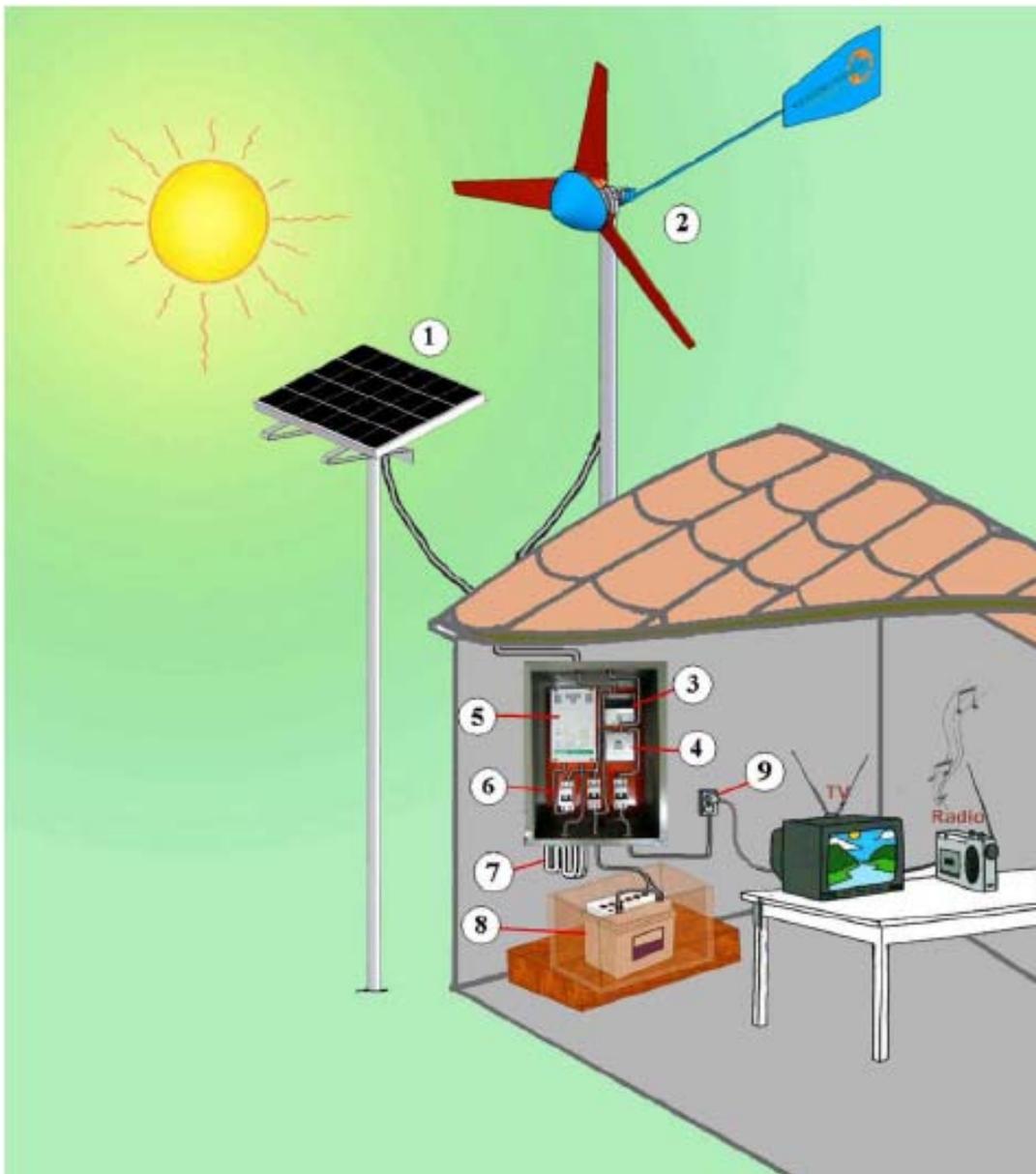
Las instalaciones de pequeños sistemas solares, eólicos, y la combinación de estos en sistemas híbridos, no es un procedimiento complejo, si se tiene un manual o guía con indicaciones, procedimientos claros, y esquemas ilustrativos que muestren en forma detallada los pasos a seguir. En este manual de instalación se describe el procedimiento de instalación de cada uno de los componentes de un sistema híbrido de 150 W unifamiliar. Este documento ha sido diseñado para ser una herramienta de consulta para los técnicos instaladores, formadores de técnicos locales y técnicos administradores; ya que éstos deben conocer y entender el funcionamiento del sistema, así como su instalación.

Si bien el trabajo de instalación será realizado por técnicos especialistas con apoyo de los técnicos locales (formados previamente). Debe involucrarse también a los usuarios que apoyarán más adelante en mantenimiento del sistema. Este documento debe estar al alcance de todos, y debe ser la base para cualquier decisión que sea tomada en terreno en la instalación o en el mantenimiento preventivo y/o correctivo.

El presente manual describe en forma detallada el procedimiento de instalación de cada uno de los componentes: aerogenerador de 100 W, panel solar 50 Wp, un controlador con regulación de carga de 35 amperios, un controlador solar de 20 amperios, una batería de 150 Ah., entre otros. Es importante mencionar que los diagramas del tablero de control pueden variar, dependiendo del diseño realizado por el proyectista, para lo cual se debe consultar los manuales del aerogenerador y su sistema de control.

En este caso la instalación del aerogenerador se contempla desde el procedimiento de acondicionamiento de la torre o poste, procedimiento de la cimentación de los anclajes, hasta el ensamble de las partes de la máquina e instalación. De la misma forma se contempla el procedimiento de acondicionamiento del poste para el soporte del panel solar; forma de instalación del tablero y de cada una de las conexiones de los controladores eólico y solar, así como de la batería. Finalmente se describen algunas consideraciones básicas para las conexiones eléctricas internas del usuario. Para la correcta instalación de cada parte o componente debe seguirse los pasos que aquí se indican y que se ilustran con diferentes esquemas o fotos, que facilitan y ayudan a la correcta instalación de cada componente.

8.1. Esquema general de los componentes en el sistema híbrido



- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Panel Fotovoltaico | 4. Controlador Solar | 7. Resistencia de disipación |
| 2. Aerogenerador | 5. Controlador con derivación | 8. Batería |
| 3. Sistema de rectificación | 6. Llave termo magnética | 9. Cargas |

Ilustración 1: Esquema general de la instalación

8.2.Descripción de los componentes en el sistema híbrido

A continuación se describe la función de los principales componentes:

- **Panel Fotovoltaico:** Es un panel fotovoltaico de 50 Wp, el cual aprovecha la energía del sol y genera corriente continua, la cual es almacenada en una batería.
- **Aerogenerador:** Es un aerogenerador de 100 W, el cual aprovecha la velocidad del viento y genera corriente alterna. Ésta es rectificadora (Sistema de rectificación) para obtener corriente continua, la cual es almacenada en una batería.
- **Sistema de rectificación:** Esta compuesto por un puente de diodos rectificadores, los cuales se encargan de convertir la corriente alterna en corriente continua.
- **Controlador solar:** Este es el encargado de conectar y desconectar el panel fotovoltaico, dependiendo de si la batería esta cargada o descargada. Dejando al panel fotovoltaico en circuito abierto cuando debe desconectarlo. De igual manera, el este controlador es el encargado de conectar y desconectar las cargas (luminarias, TV, etc.) dependiendo de si la batería esta con carga suficiente para ser utilizada.
- **Controlador con derivación:** Es un controlador de derivación de carga, el cual esta conectado en paralelo al aerogenerador y la batería, y tiene como función la de regular el ingreso de la energía producida por el aerogenerador a la batería, derivando el exceso de ésta cuando sea conveniente. Un rol muy importante de este regulador es, a parte de cuidar la batería derivando el exceso de energía a una resistencia que éste lleva conectado, es evitar que el aerogenerador quede en circuito abierto (como pasa con los reguladores solares típicos), evitando así que opere en vacío. (al ser una maquina rotativa, nunca puede quedare en circuito abierto, correría peligro de empalamiento, pudiéndose dañar)
- **Llaves termo magnéticas:** Esta compuesto por tres llaves termo magnéticas de 20 Amp: una para proteger a la batería de posibles cargas excesivas, otra para proteger al controlador de derivación, y la otra para proteger el controlador solar de un posible corto circuito en alguna de las cargas.
- **Resistencia de disipación:** Esta es una resistencia de 200W, la cual tiene como función disipar la energía excedente generada por el aerogenerador cuando la batería esta cargada totalmente.
- **Batería:** Es la encargada de almacenar la energía generada por el aerogenerador y el panel fotovoltaico, para que pueda ser utilizada por las cargas del usuario.

8.3. Diagrama general del sistema híbrido domiciliario

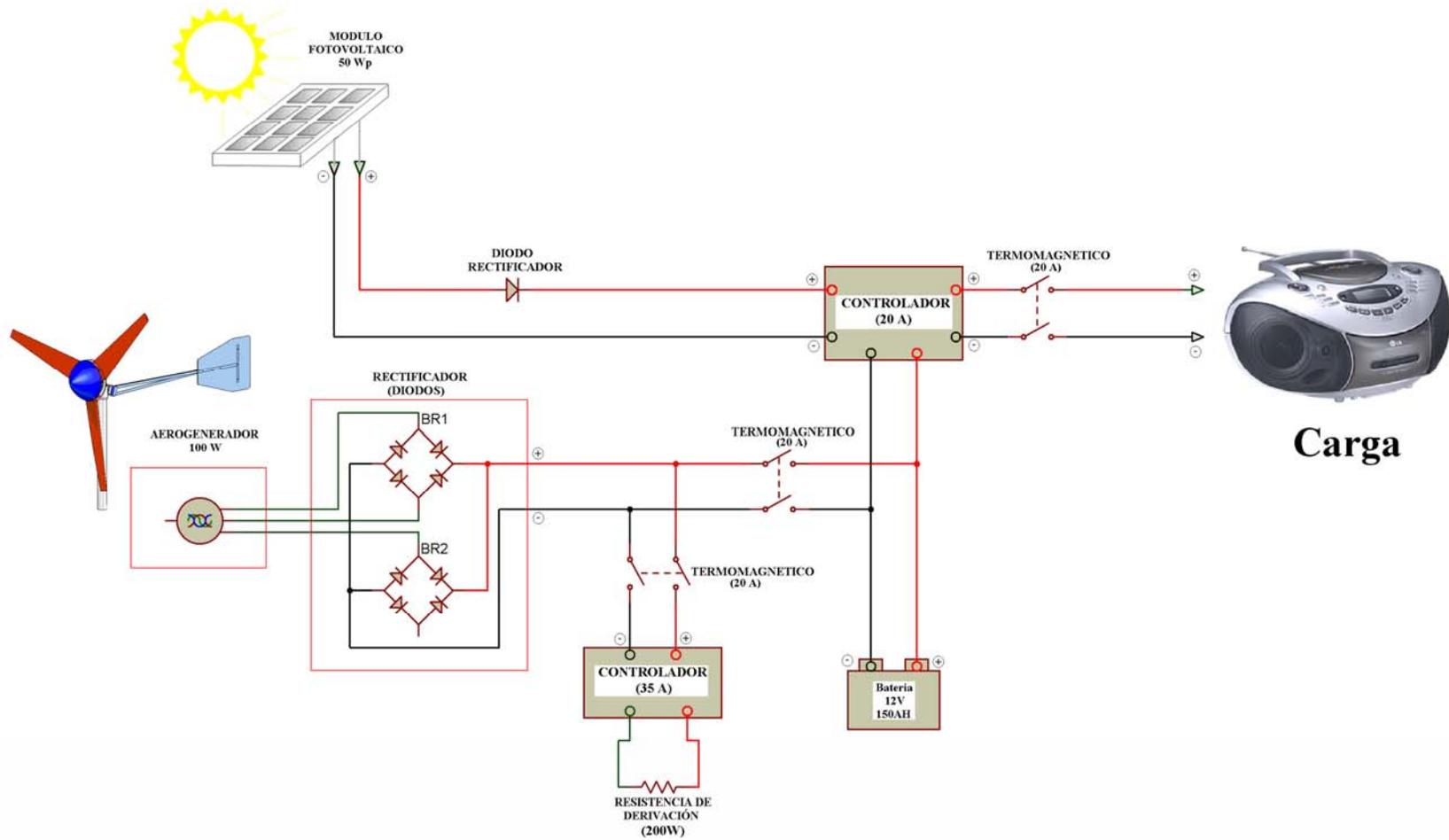


Ilustración 2: Diagrama general del sistema híbrido

8.4. Acondicionamiento de los soportes del aerogenerador y panel fotovoltaico

8.4.1. Acondicionamiento de la torre o poste para el aerogenerador

Para la instalación del aerogenerador se requiere prepara una estructura que soporte la máquina, para lo cual se deben seguir las recomendaciones e indicaciones del fabricante del aerogenerador, en este caso específico el equipo se instalará usando un poste o tubo galvanizado de 6.40 mt de altura, 2.5" de diámetro y de un espesor de 4 mm. Los materiales básicos para armar la estructura de 6. 40 m son:

- 1 tubo galvanizado de 6.40 m, y diámetro de 2.5", con un espesor de 4 mm. para la torre;
- 1 varilla de fierro liso de ½" de diámetro y de 6 m de largo;
- 4 pernos de 5/8" con tuercas (para base de torre);
- 3 argollas;
- 1 plancha de fierro de 500 x 500 x 6 mm. (para visagra);
- 250 mm. de tubo de 3/8" de diámetro y 3 mm. de espesor (para visagra);
- 250 mm. de varilla de fierro liso de 3/8" u otro similar (para pin de bisagra).

Para el acondicionamiento de éste, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- En un extremo del tubo, se debe unir por medio de soldadura el apoyo del bastidor enviado con el aerogenerador. Luego de ello, cortar la plancha de 500 x 500 x 6 mm. en dos partes iguales, con las que se construirá una bisagra. Después, proceder a cortar el tubo de 250 mm. de largo con 3/8" en tres partes iguales.



Ilustración 3: Bastidor

- Seguidamente se prepara el anclaje para la base del poste con varillas de 0.50 m de largo y unidos ½" de diámetro; en un extremo debe llevar dos ganchos, y en el otro debe ir por soldadura una de las planchas cuadrada de 250 x 250 x 6 mm (ver Ilustración 4: Bisagra). Esta plancha forma parte de la bisagra que se describe en el siguiente punto.
- Se debe preparar una bisagra (ver Ilustración 5: Bisagra II). Dividir al tubo de 250 mm en tres partes iguales y unir por medio de soldadura, en el borde de la plancha dos pedazos de estos tubos en cada extremo dejando el centro libre. También debe hacersele a esta plancha cuatro agujeros de ¾"

de diámetro y, luego, soldar en la parte inferior de la plancha en dirección de los agujeros turcas de diámetro $\frac{3}{4}$ ".

- La segunda parte de la bisagra debe ser una plancha similar a la primera. En el borde central debe soldarse el tercer pedazo de tubo de 8.30 cm. En la parte central de la plancha soldar el tubo de $2\frac{1}{2}$ " (lo que viene a ser la torre). Esta plancha también debe tener cuatro agujeros de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, que deben coincidir con agujeros de la otra parte de la bisagra (ver Ilustración 5: Bisagra II).



Ilustración 4: Bisagra

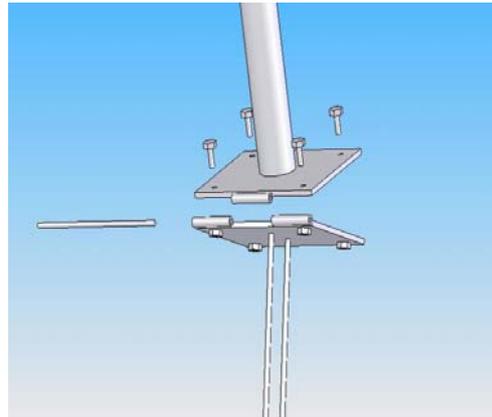


Ilustración 5: Bisagra II

- El siguiente paso es preparar tres anclajes similares para los tensores, para lo cual se requiere de una varilla de fierro liso, o de construcción, de 0.50 m de largo y $\frac{1}{2}$ " de diámetro. En un extremo debe tener doble gancho y en el otro extremo debe tener una argolla unida por soldadura (ver Ilustración 6: Anclaje).

Se debe hacer un agujero de $\frac{1}{2}$ " de diámetro al tubo, a una altura de 1.80 m de la base. Dicho agujero sirve de salida de los conductores eléctricos a la caja de los diodos. Se debe tener en cuenta que el tubo en la base debe tener un pequeño agujero de $\frac{1}{2}$ " con la finalidad de que salga el agua que pueda haber ingresado cuando se presenten lluvias.

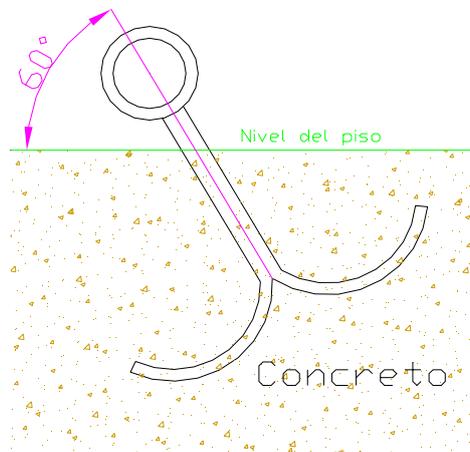


Ilustración 6: Anclaje

- Colocar alrededor del tubo tres argollas en forma equidistante, por medio de soldadura. Estas argollas deben colocarse a una distancia de 1 m, tomando como referencia el extremo del bastidor. De la misma forma, colocar otras tres argollas a una distancia de 2.70 m, tomando como referencia la parte superior del bastidor. Estas argollas son para fijar los tensores, los cuales pueden ser alambres de hierro galvanizado o cables de acero (ver Ilustración 7: Poste con los tensores y anclajes).

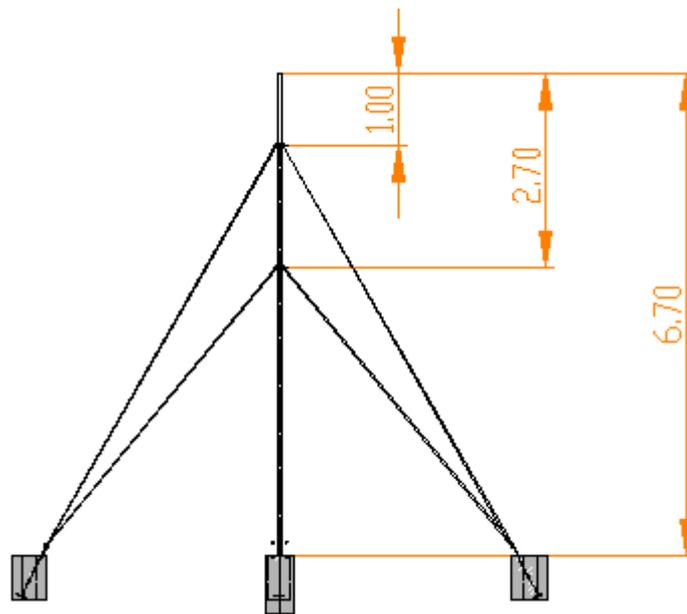


Ilustración 7: Poste con los tensores y anclajes

8.4.2. Acondicionamiento de estructura de soporte del panel solar

La instalación del panel fotovoltaico será sobre un soporte de acero galvanizado (tubo galvanizado) de 2.5" de diámetro y de 3 mm de espesor, a una altura de 3.20 mt. La estructura para fijar el panel será fabricada de acero, con un ángulo de inclinación fijo de 17° orientado hacia el Ecuador (ver Ilustración 8: Estructura soporte panel solar), el panel será fijado por medio de pernos y tuercas convencionales.

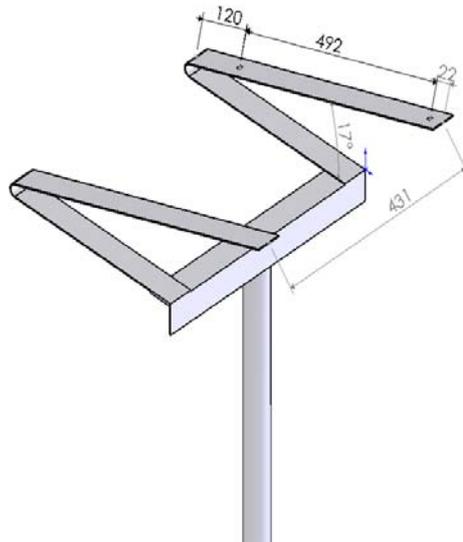


Ilustración 8: Estructura soporte panel solar

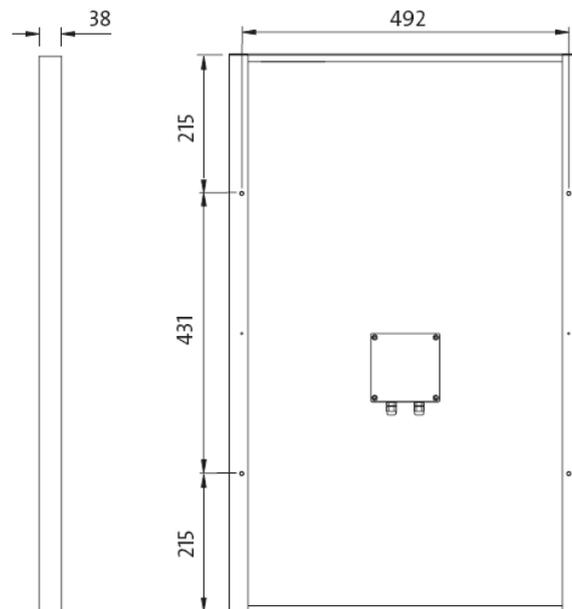


Ilustración 9: Dimensiones del panel fotovoltaico

8.5. Consideraciones para la instalación de los componentes

La instalación del sistema híbrido es dirigida y llevada a cabo por técnicos instaladores con experiencia en este tipo de trabajo y con el apoyo de los técnicos locales formados que tendrán la oportunidad de poner en práctica los conocimientos recibidos. Para la ubicación se debe considerar lo siguiente:

- La ubicación de los equipos, aerogenerador, panel solar, tablero de control y batería se definirán según el lugar a instalar en cada caso.
- El emplazamiento del aerogenerador debe ser un lugar libre y por encima de algún obstáculo. No debe estar alejado del tablero de control (a una distancia no mayor de 12 m.), ya que la caída de tensión aumenta con la distancia y disminuye la eficiencia.
- El emplazamiento del panel fotovoltaico debe estar en un lugar donde no haya obstáculos que impidan que los rayos del sol incidan sobre él. No debe estar alejado del tablero de control (a una distancia no mayor de 12 m.), ya que la caída de tensión aumenta con la distancia y disminuye la eficiencia.

8.6. Procedimiento de instalación de cada componente

8.6.1. Tablero de control y batería

La instalación del sistema debe empezar definiendo la ubicación exacta de dos componentes dentro de la vivienda: tablero y batería, para ello tener en cuenta la ubicación de los equipos de generación que deben estar ubicados a la menor distancia posible del tablero con el fin de evitar exceso de caída de tensión. El espacio seleccionado debe ser ventilado intentando evitar que pueda ser alcanzado por los niños, siendo prioridad que éste sea definido conjuntamente con el usuario. Igualmente se debe tener las precauciones debidas para que entre el tablero y la batería la distancia sea entre 30 cm. y 1 m.

La lista de materiales que se tienen que instalar son:

- Caja de metal o de plástico,
- Controlador de derivación de 35 A,
- Controlador de solar de 20 A,
- Resistencia de 200 W
- Tres llaves termo magnéticas de 20 A,
- Dos Diodos rectificadores tipo puente de 40 A,
- Cinco borneras para cable N° 8 AWG,
- Cuatro borneras para cable N° 10 AWG,
- 30 cm de Riel tipo DIN,
- Tubo flexible corrugado de 1/2",
- Cable eléctrico N° 10 AWG,
- Tornillos,
- Seis prensostopas de 3/4",
- Conectores tipo ojal para la batería.

8.6.2. Conexiones en el tablero

Conexión del aerogenerador al tablero de control

Del aerogenerador salen tres cables, los cuales van conectados a los dos diodos rectificadores; donde se convierte la corriente alterna a continua. Para la conexión seguir las siguientes recomendaciones:

- Cada diodo tiene cuatro terminales, dos terminales AC, un Terminal positivo y un Terminal negativo, conectemos dos cables que salen del generador a los terminales AC de uno los diodos,
- La tercera línea que viene del generador debe ir conectada a un terminal AC del otro diodo.
- De cada terminal positivo de los diodos debe salir un cable (color rojo) y unirse en un punto común y conectarse a la llave termo magnética,
- De cada terminal negativo de los diodos debe salir un cable (color negro) y unirse en un punto común y conectarse al otro punto de la llave termo magnética, (ver Ilustración 10: Conexión de diodos rectificadores)

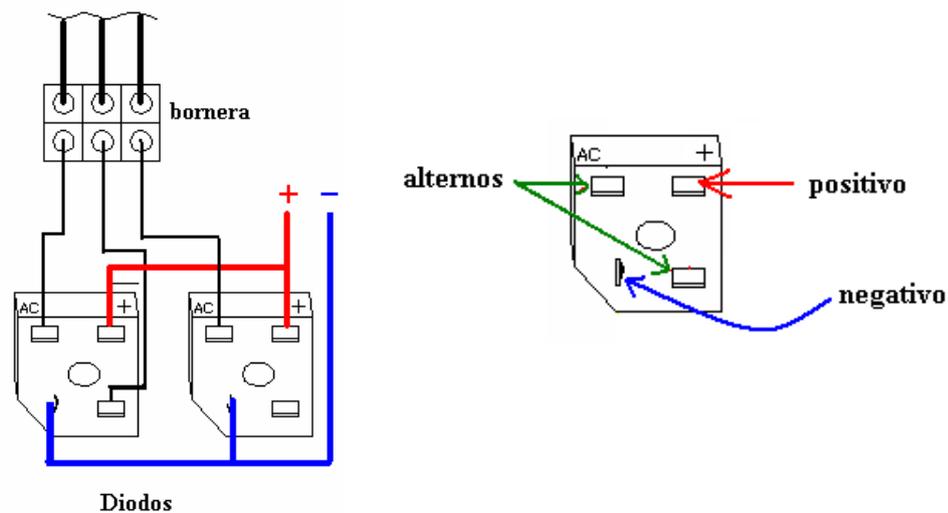


Ilustración 10: Conexión de diodos rectificadores

Conexión de la batería al tablero de control

Antes de conectar la batería se recomiendan las siguientes precauciones:

- La batería debe estar lo mas cerca posible del tablero de control (entre 0,3 m y 1m.) evitando así que haya una gran caída de tensión
- Debe situada en un lugar que no reciba directamente los rayos del sol.
- Debe estar alejada lo máximo posible de alguna fuente de calor (cocina, fuego, etc.).
- Debe estar en un lugar segura, fuera del alcance de los niños (recuerda que la batería lleva acido)
- Debe estar, siempre que sea posible, dentro de una caja de madera. Si no es así, debe situarse sobre unas maderas, evitando en todo momento que la batería repose directamente sobre el suelo

Conexión del controlador de derivación y controlador solar

- **Controlador de derivación:**

Las dos líneas que salen de los diodos: una línea positiva (color rojo) y otra negativa (color negro); se conecta en puntos comunes a la batería y al controlador. La batería esta protegida por una llave termo magnética, así también el controlador esta protegido de imprevistos con una segunda llave termo magnética (ver Ilustración 13: Conexión del controlador eólico y solar), en el centro se conecta la carga secundaria de derivación o resistencia. Si existiera algún problema, este componente tiene un manual mas especifico que puede ayudar a resolverlos.



Ilustración 11: Controlador de derivación

- **Controlador solar**

Primero debe conectarse la batería en los terminales del centro (la sección de los cables a usar en este caso es de 4 mm o 12 AWG), después conectar los cables del panel fotovoltaico y seguidamente los cables que van a la carga. (ver Ilustración 13: Conexión del controlador eólico y solar). Si existiera algún problema, este componente tiene un manual mas especifico que puede ayudar a resolverlos.



Ilustración 12: Controlador solar

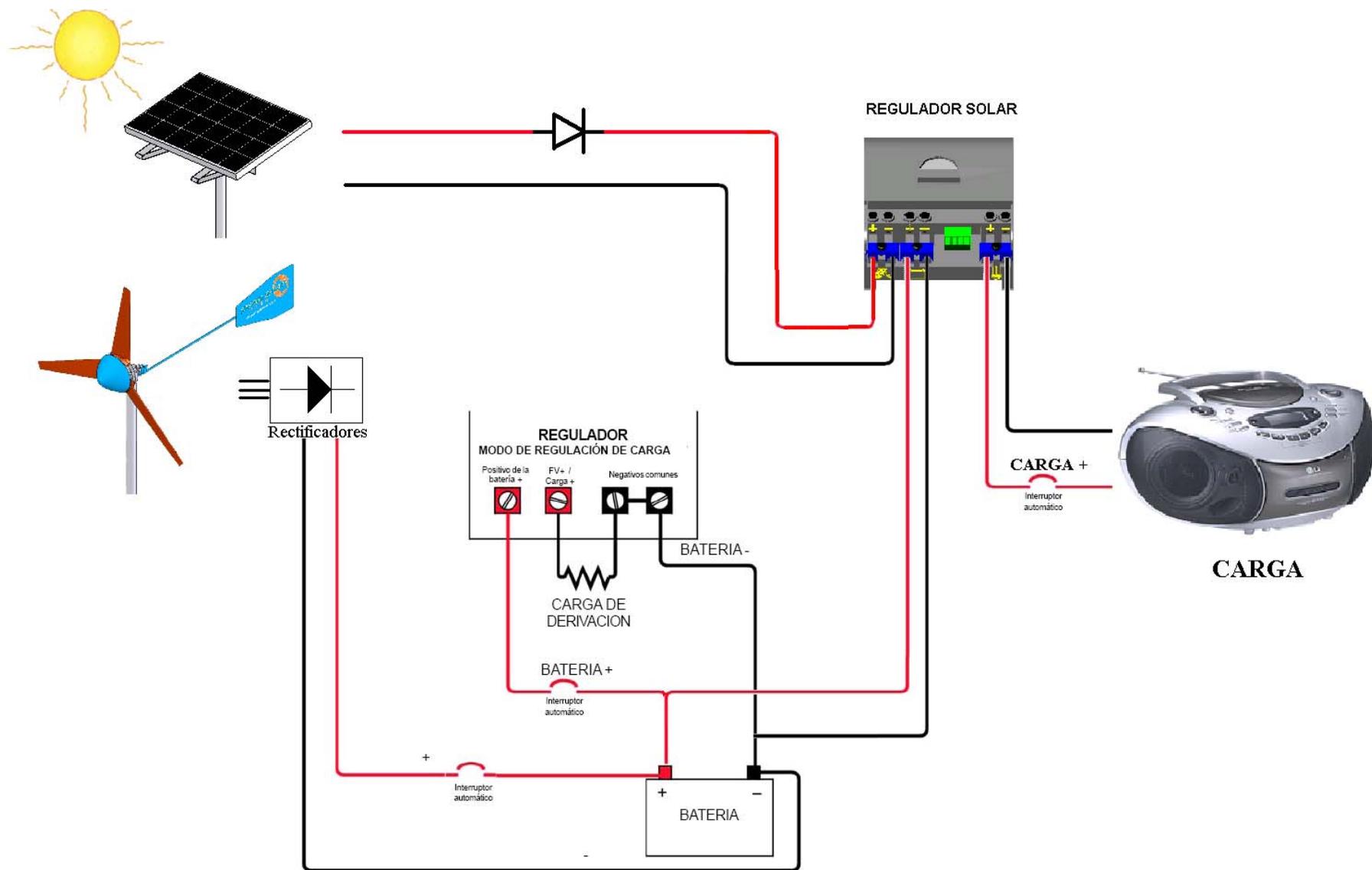


Ilustración 13: Conexión del controlador eólico y solar

8.7. Instalación del sistema de aerogeneración

8.7.1. Componentes del sistema de aerogeneración

Los componentes y accesorios a ensamblar y a tener en cuenta son:

- 1.- cono,
- 2.- generador eléctrico,
- 3.- veleta,
- 4.- bastidor,
- 5.- palas,
- 6.- templadores,
- 7.- pernos para acople de las palas y cono.



Ilustración 14: Componente del aerogenerador modelo ITPE100

8.7.2. Cimentación de la torre y anclajes

En la instalación de cualquier máquina que aprovecha el viento para generar potencia deben considerarse las características topográficas del terreno. El emplazamiento debe realizarse en un área libre de obstáculos, como plantas o casas, que distorsionen las corrientes de aire.

La cimentación de los anclajes debe hacerse cuatro días antes del montaje e izamiento del aerogenerador (dependiendo del clima, en algunos casos, podrían ser más días), tiempo necesario para que el concreto fragüe y alcance su resistencia óptima.

Los materiales requeridos para la cimentación son:

- 1.4 bolsas de cemento de 50 kg,
- 25 latas de hormigón,
- 7 latas de piedras medianas, y
- agua.

En el campo, elegir un punto donde se va a instalar el aerogenerador. Este punto será el lugar donde se coloca el anclaje con la bisagra para fijar el poste y que se toma como centro de referencia de un círculo de 4 m de radio. Sobre el borde del círculo fijar tres puntos equidistantes para colocar los anclajes para los tensores (ver Ilustración 15: Circunferencia con los puntos para los anclajes.).

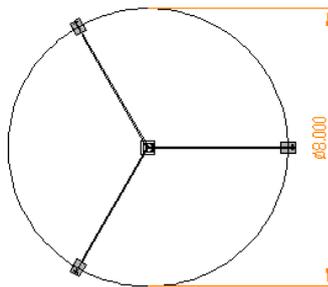


Ilustración 15: Circunferencia con los puntos para los anclajes.

En el centro del círculo hacer un hoyo de dimensiones de 0.60 x 0.60 x 0.60 m para realizar la cimentación del anclaje. Aquí se debe fijar la mitad de la bisagra con una mezcla de concreto y piedra mediana (ver Ilustración 16: Anclaje de la bisagra).

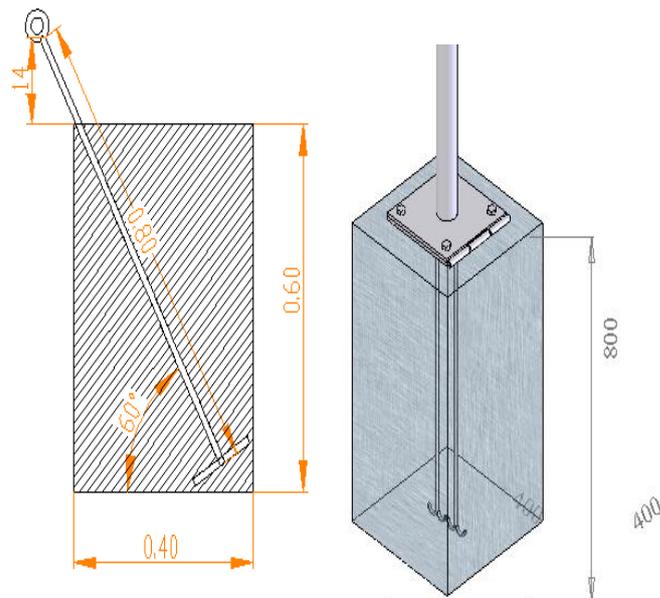


Ilustración 16: Anclaje de la bisagra

Para fijar los anclajes de los tensores, hacer hoyos de 0.40 x 0.40 x 0.60 m, colocar el anclaje con el ojal o argolla de tal manera que forme un ángulo de 60° con respecto al piso en dirección al centro del círculo. Para el llenado, podemos emplear una mezcla similar a la anterior (concreto y piedra mediana).

8.7.3. Armado de la estructura y ensamble de los partes del aerogenerador

Para el ensamble e instalación de cada aerogenerador son necesarios los siguientes componentes y accesorios que son requeridos: (se recomienda verificar que estén todos los componentes antes de empezar la instalación)

- Tres palas de la turbina (enumeradas del uno al tres).
- Generador eléctrico.
- Anillo con agujeros para acople de las palas.
- Veleta.
- Bastidor.
- 9 pernos N° 5/16 x 3".
- 18 arandelas planas 5/16.
- 9 tuercas N° 5/16.
- 9 arandelas de presión N° 5/16.
- 4 pernos de 3/8 x 1".
- 3 cables eléctricos N° 8 AWG (los metros depende de la distancia del punto de instalación hasta el tablero de control)
- Cinta aislante de dos colores distintos (una debe ser roja).
- 3 prisioneros de 3/8.
- Grasa gruesa.
- Stobe bolts (tornillos).
- 10 conectores tipo embara para cable N° 8AWG.
- 6 templadores N° 10.
- Alambre galvanizado N° 8.
- ¼ de kilo de clavos de 1½".

De igual manera, las herramientas requeridas y necesarias para el trabajo de montaje e instalación son:

- Llave mixta de ½".
- Llave francesa (pequeña) de 6".
- Llave hexagonal (Hallen) N° 3/16, para prisioneros de 3/8.
- Desarmadores planos y estrellas.

Armado de la estructura

El poste debe ser unido al anclaje por medio de la bisagra, colocando el pin de unión (varilla o eje sólido). Después de eso se debe colocar el extremo final del poste sobre cualquier apoyo (que podría ser un cilindro, o preparar uno con dos maderos amarrados en forma de X). (ver Ilustración 17: Forma de apoyo para ensamblar el aerogenerador).



Ilustración 17: Forma de apoyo para ensamblar el aerogenerador

Armado de los tensores

En cada uno de los tensores debe hacerse: para la parte superior tiene que cortarse 3 pedazos de alambre de longitud de 7 m; de igual manera, cortar 3 pedazos de alambre de longitud 5.30 m. Para armar los tensores inferiores (ver Ilustración 18: Cables tensores) En los otros extremos de los alambres tensores colocar los templadores, que a la vez van enganchados a la argolla del anclaje. Considerar la longitud de templador y este debe estar totalmente abierto para logra una buena tensión.

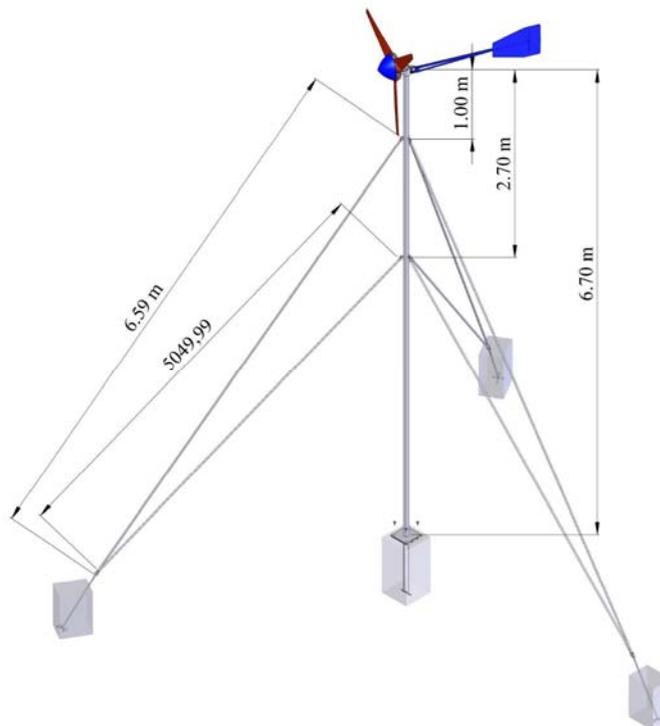


Ilustración 18: Cables tensores

8.7.4. Ensamble de los componentes

Para acoplar las palas al aerogenerador en el caso del IT-PE-100, hay que guiarse por la numeración que ambos tienen: del uno al tres. Para este trabajo, siga el siguiente procedimiento:

- Colocar el bastidor en el poste, habiéndose aplicado antes grasa gruesa tanto en la zona interna del bastidor como a la superficie donde se ubicará (ver Ilustración 19: Forma de ensamble del bastidor y del generador). Este componente lleva un punto de engrase exterior que permite colocar el lubricante con una graseras.

Una vez colocado el bastidor, en el extremo de la torre se coloca un anillo que sirve de tope. Este anillo es sujetado con tres prisioneros que están colocados alrededor de este e impide que el bastidor pueda salirse del poste.

Posteriormente, se debe colocar el eje del generador eléctrico sobre la canaleta o asiento de apoyo que se encuentra en el bastidor sujetado con los dos pernos tipo U (abrazaderas); hay que tener en cuenta que el rotor debe tener una separación mínima del asiento o apoyo del eje, aproximadamente, de 2 cm. Esto es muy importante para que exista un equilibrio entre el rotor y la veleta (ver Ilustración 19: Forma de ensamble del bastidor y del generador).



Ilustración 19: Forma de ensamble del bastidor y del generador

- Terminado de fijar el generador al bastidor, mediante su eje, se debe acoplar cada pala al rotor del generador por medio de tres pernos. Estos deben ser colocados de tal manera que la cabeza del perno quede en la parte frontal y debe llevar una arandela plana al inicio, y en el otro lado una arandela plana más una arandela de presión, el perno que lleva un tuerca solda debe colocarse en medio de los otros dos. Finalmente, hacer el ajuste correspondiente de cada perno.

El ensamble de las palas al generador debe ser con la parte cóncava en posición frontal, y la convexa va en dirección opuesta, en dirección del eje. En palabras más sencillas, la parte más delgada de la pala debe ser colocada hacia abajo (ver Ilustración 20: Forma correcta de ensamble de la pala).

El acople de las palas al generador se hace una a una, de acuerdo con la numeración 1-1,2-2,3-3. Esta numeración, desde luego, representa la posición de las palas cuando ya se ha balanceado.

Los pernos no deben ser ajustados exageradamente. Terminado el acople de las palas, el rotor junto con las palas deben girar con facilidad, con un pequeño movimiento efectuado con la mano; de no ser así, la explicación reside en el hecho de que los pernos fueron demasiado ajustados, por lo que se deben aflojar un poco.



Ilustración 20: Forma correcta de ensamble de la pala

Ensamble de la veleta

La veleta va unida al bastidor por medio de un perno con contratuerca que le permite tener un giro libre, este mecanismo es el que pone al sistema en forma paralela (frontal) al rotor eólico cuando la velocidad supera los 12 metros por segundo.

Conexión eléctrica

Para realizar las conexiones de los cables que salen del generador, debemos seguir los siguientes pasos:

- 1º) Los conductores eléctricos que salen del eje del generador deben ser protegidos por medio de una tubería de plástico o manguera de 15 cm de largo; parte de esta tubería o manguera debe ir insertada al eje. La finalidad de colocar este dispositivo es que debido a los cambios de dirección del viento es muy posible que los conductores rocen con el filo del tubo (torre) y generar alguna avería,
- 2º) Pasar los tres conductores por el interior del tubo o poste que deben salir por el agujero que se encuentra a 1.80 m de la base. Para tal efecto y facilidad, debemos empalmar con cinta aislante los cables a un trozo de alambre que se haya usado para los tensores y que sirva como guía,
- 3º) Hacer las conexiones o empalmes de los tres cables que bajan al tablero, no olvidar de poner cinta aislante, dejar una pequeña reserva después de los empalmes, para ello debe hacerse una argolla, los cables que bajan no requieren ser tensionados demasiado (ver Ilustración 21: Forma de conexiones de los cables que salen del generador con los cables que van al tablero),

- 4º) Conectar cada línea a la bornera que se encuentra dentro de tablero. (Este paso debe realizarlo después de haber izado el poste).



Ilustración 21: Forma de conexiones de los cables que salen del generador con los cables que van al tablero

8.7.5. Izamiento del aerogenerador

Para el izamiento del poste se requiere de personal de apoyo. (Aproximadamente cinco personas). Para este trabajo se deben preparar mecanismos de ayuda, y siempre tener en cuenta la seguridad de las personas.

Preparar dos apoyos tipo T. Esto puede hacerse con dos maderas, una de 2 m y otra de 2.50 m. Este mecanismo se prepara en campo o se puede llevar preparado, pues solo se requiere de dos maderos y clavos. El apoyo tipo T debe ser bastante rugoso en el centro, lo suficiente como para impedir que el poste se deslice. Otra forma de evitar el deslizamiento es preparar los apoyos uniendo a dos maderas con una sogá a unos 20 cm de las puntas en forma de horqueta o de Y.

Si el mecanismo de bisagra es el adecuado, el izamiento del poste de 6.70 mt no requiere de grandes esfuerzos. A continuación describimos una forma de realizar esta acción:

Dos personas deben colocarse en la zona opuesta al poste, cada uno cerca de un anclaje. Su trabajo es sostener los tensores de la parte superior, y evitar que el poste se incline hacia algún lado cuando se está levantando y se pierda el equilibrio.

Tres personas, o más, deben levantar el poste hasta ponerlo en forma vertical, para lo cual deben usar los apoyos preparados en forma de T u

horqueta. Cuando el poste esté en forma vertical las personas que están sosteniendo los cables deberán de enganchar los templadores superiores a sus respectivos anclajes, para lo cual una o dos de ellas deben permanecer en la base del poste para mantener el equilibrio. Una vez colocado en forma vertical el poste, se debe empezar a ajustar los templadores hasta lograr una tensión adecuada. Verificar que el poste debe quedar totalmente en posición vertical, la inclinación hacia algún lado indicaría que hay una mayor tensión en ese punto.



Ilustración 22: Muestra una forma de instalación del aerogenerador

8.7.6. Instalación del panel solar

La instalación del panel es mas simple, lo que hay que tener cuidado es en hacer la cimentación del poste con cuatro días de anticipación (ver 8.2 Cimentación de la torre y anclajes) Para la instalación usar un escalera, el modulo debe ser fijado por medio de pernos en la estructura preparada, para su orientación debe usarse una brújula.



Ilustración 23: Forma de instalación del panel fotovoltaico

9. MANUAL DEL USUARIO

10. MANUAL DE ADMINISTRACIÓN, EL CUAL DEBERÁ INCLUIR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

10.1. Manual de administración

10.1.1. Herramientas de gestión

- **Reglamento**, instrumento de gestión que contempla los roles y funciones de los actores que son parte del modelo de gestión.
 - a) Es aprobado en asamblea de usuarios.
 - b) Los actores se comprometen a respetar y cumplir el reglamento.
 - c) Pueden hacer propuestas de modificación del reglamento los usuarios, pudiendo presentar las propuestas por escrito a la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales o la Propietaria.
 - d) Las modificaciones del reglamento sólo serán aprobadas por la Propietaria del o los sistemas eléctricos, la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales y la Unidad de Fiscalización.

- **Tarifa**, es el pago por el servicio de energía eléctrica, con cuya recaudación se costea los costos de operación, mantenimiento y administración del servicio eléctrico. La tarifa se elabora teniendo en cuenta dos criterios: Evaluación socioeconómica a los usuarios y evaluación económica – financiera para la sostenibilidad del o los sistemas eléctricos aislados.

- **Contratos**, existen dos tipos de contratos que se celebrarán: Propietaria – Unidad de Negocios Eléctricos Rurales y Unidad de Negocios Eléctricos Rurales – Usuarios. Los contratos indican los compromisos que deben de cumplir tanto la propietaria de los sistemas eléctricos rurales aislados, la unidad de negocios eléctricos rurales y los usuarios.

- **Libro de caja**, instrumento que permite consignar los ingresos y egresos en los que incurra la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales relacionados a la gestión del o los sistemas eléctricos rurales aislados.

- **Libro de actas**, permitirá consignar los acuerdos y compromisos celebrados en las reuniones convocadas por la Unidad de Negocios Eléctricos Rurales.

- **Cuaderno de incidencias**, dónde se anotan las diversas incidencias que se presenten durante el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento del o los sistemas eléctricos rurales.

- **Copia de boletas**, comprobante que garantiza que su los usuarios han pago por el servicio, y a los usuarios les permite demostrar el cumplimiento del pago de la tarifa.

- **Comprobantes de pago a la SUNAT y Vauchers de Deposito**, Comprobantes que sustentan la vigencia de la empresa y resguardo del fondo de reposición de componentes.

10.1.2. Funciones del Técnico Administrador

- a). En representación de la propietaria celebra contratos individuales de suministro de energía con los usuarios.
- b). Recauda la tarifa mensual y lo recaudado lo deposita en la cuenta mancomunada.
- c). Atiende a los usuarios.
- d). Elabora informes mensuales para la propietaria.
- e). Realizada cada dos meses reuniones con los usuarios para informar de las actividades que realiza.
- f). Dar mantenimiento preventivo a los sistemas eléctricos.

10.1.3. Unidad de fiscalización.

La unidad de fiscalización desempeña los siguientes roles y funciones:

- d) Fiscalizar la operación, mantenimiento y administración del servicio.
- e) Participar apoyando en acciones de mantenimiento de los equipos.
- f) Tiene representatividad en el fondo de reposición.
- g) Hace cumplir los herramientas del modelo de gestión

10.2. Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

10.2.1. Programa de mantenimiento

EQUIPO	PROGRAMACIÓN POR MES	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	RESPONSABLE	
AEROGENERADOR	Seis (6)	Realizar limpieza al equipo		USUARIO	
	CONTINUO	Revisar los tensores y las argollas de los anclajes		USUARIO	
	Doce (12)	Bajar el aerogenerador y hacer los siguientes procedimientos de verificación:			TÉCNICO LOCAL + USUARIO
		verificar el estado de las palas;	Hacer la limpieza de las mismas (si se cree conveniente, pintarlas)		
		verificar y ajustar las abrazaderas que amordazan al eje del generador;	Cambiarlo en caso que presente desgaste, oxido o corrosión		
		verificar y ajustar los <i>stobe bolts</i> (tornillos) del cono;			
		verificar el perno de unión de la veleta con el bastidor;	Cambiarlo en caso que presente desgaste, oxido o corrosión		
		verificar si hay partes metálicas corroídas u oxidadas;	Deben ser limpiadas y pintadas con pintura anticorrosivo		
		verificar si hay algún sonido extraño en los rodamientos;	Si hay un sonido extraño hacer un cambio de rodamientos		
		verificar las conexiones eléctricas;			
Verificar el estado del lubricante (grasa) en la tornamesa.	Si la grasa tiene demasiada suciedad (color negro), cambiarla				

BATERÍA	1	Verificar si los postes y bornes de la batería están sulfatadas	Limpiar con lija y agua y secarlo o si está bien dañado mejor cambiarlos	TÉCNICO LOCAL + USUARIO
	1	Verificar que los bornes de la batería estén limpios secos y ajustados		TÉCNICO LOCAL + USUARIO
	24	Verificación del estado de la batería	Recambio previa evaluación	TECNICO LOCAL
TABLERO DE CONTROL	1	Verificar las conexiones eléctricas de la casa (cables pelados, focos mal ajustados, cables en mal estado debido al tiempo de uso);	Cambiar los cables en mal estado	TECNICO LOCAL
	1	Verificar los terminales de los diodos del aerogenerador si están sulfatados o malogrado;	Limpiar los diodos sulfatados	TECNICO LOCAL
	1	Verificar los terminales de los cables que entran o salen de los diodos;	Si hay sulfatación u oxidación, cambiar los terminales	TECNICO LOCAL
	1	Verificar los perno, tornillos de los equipos electrónicos (controlador eólico y controlador solar) si están sulfatadas u oxidadas;	Cambiar los pernos sulfatados u oxidados	TECNICO LOCAL
	1	Verificar la resistencia del tablero, medición de continuidad	Si no hay continuidad, cambiarlo	TÉCNICO LOCAL
	1	Mantener limpio los focos		USUARIO
PANEL SOLAR	1	Limpiar el panel solar del polvo		TECNICO LOCAL + USUARIO
	1	Verificar el diodo si está sulfatado	Limpiar el diodo sulfatado	TECNICO LOCAL
	12	Verificar y ajustar pernos	Cambiar si están oxidados	TECNICO LOCAL+ USUARIO

10.2.2. Stock de Repuesto

El Técnico - administrador de los servicios eléctricos rurales debe tener en stock mínimo los siguientes componentes y accesorios, y además debe contar con un maletín de herramientas básicas.

Stock de componentes:

- Un controlador solar,
- Un controlador eólico,
- Diez diodos tipo puente de 20 amperios,
- Diez diodos de un sola dirección de 5 amperios,
- Tres luminarias.

Stock de accesorios:

- Tornillos de reemplazo de diferentes tamaños
- Grasa gruesa
- Terminales para cable N° 8 AWG y 12 AWG
- Cable eléctrico N° 12 AWG
- Bornes de batería
- Lija para fierro # 100
- Pintura anticorrosiva

El maletín de herramientas, debe incluir como mínimo:

- Llaves de boca-corona # 10, 11, 12, 14, 17, 19;
- Alicates,
- Llave francesa,
- Martillo,
- Llave allen 3/16 (mas de tres),
- Destornillador plano y estrella),
- Cinta aislante,
- Brocha pequeña (para sacar el polvo del tablero), brocha grande (para pintar el aerogenerador),
- Guaypes

Seguridad

El técnico administrador en cada visita a los usuarios debe llevar obligatoriamente casco y no debe haber ingerido bebidas alcohólicas.

10.2.3. Consideraciones de mantenimiento

El sistema híbrido no es complejo y su mantenimiento es sencillo, pero hay que tomar algunas precauciones especialmente en el aerogenerador.

Bajar el aerogenerador

El trabajo más difícil en el mantenimiento es bajar el aerogenerador. Este trabajo requiere de ayuda de personal y de mecanismos de apoyo (ver manual de instalación). Se recomienda tener la suficiente ayuda para poder hacer este trabajo, porque se puede perder el control y dejar caer el equipo con la consecuencia de destruir las palas, y ocasionar algún accidente. El equipo debe ser bajado, apoyado en la bisagra, y cualquier desviación del peso hacia alguno de los lados puede hacer que lo afecte, lo que será difícil de reparar en el campo, ya que requerirá de soldadura, lo cual sería difícilmente obtenible.

Protección del aerogenerador frente a vientos fuertes

Si se presentan velocidades fuertes fuera de las normales, es recomendable detener el equipo y evitar así daños no previstos, para lo cual el equipo debe ponerse en dirección opuesta del viento. Si el usuario no está en casa por algunos días es mejor dejar el equipo fuera de operación.

Los tensores

Se requiere de cuidado en la verificación de los tensores, que tienden a aflojarse con el tiempo si se presentan con fuertes vientos de manera frecuente; por ello, es necesario prestar atención continuamente y ajustar los tensores, pues un descuido puede ocasionar que estos salgan de las argollas de los anclajes, produciendo la caída del poste y el rompimiento de las palas. Por ello, es necesario asegurar y hacer una verificación continua.

La batería

La batería debe cumplir como mínimo con su ciclo de vida útil, para ello los controladores deben funcionar adecuadamente el mantenimiento es. La batería debe estar colocada en una caja de madera sobre el piso, en un lugar libre de objetos, no expuesta al sol. Debe estar fuera del alcance de los niños.

Tablero de control

El mantenimiento es mínimo, sacar limpia para sacar el polvo, verificar si los tornillos de todos los componentes esta bien ajustados.

11. INFORME DE EVALUACIÓN TÉCNICA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HÍBRIDO

11.1. Funcionamiento de los Componentes Principales

Generador eólico.- Maquina de origen nacional. El aerogenerador no ha presentado fallas mecánicas en más de dos años y medio de funcionamiento, sin embargo del análisis de velocidad de viento los registros muestran que no se han presentado rachas de vientos mayores a 14 m/s, lo que no ha permitido conocer si el sistemas de protección para fuertes vientos funciona y protege a la maquina, para las condiciones ambientales de la zona viene funcionando sin problemas técnicos, y por ser una maquina nacional se cuenta con una respuesta rápida a cualquier fallo. La generación eólica con esta maquina registrada en el usuario que más energía consume ha llegado como máximo a 9.41 Kwh/mes, mes de abril, el mes de menos generación a sido mayo 2.91 kwh/mes, ambos datos tienen relación a con los datos de velocidad de viento registrado para esos meses, se menciona que la maquina en muchas veces esta parada debido que es bloqueada ya que la batería esta cargada.

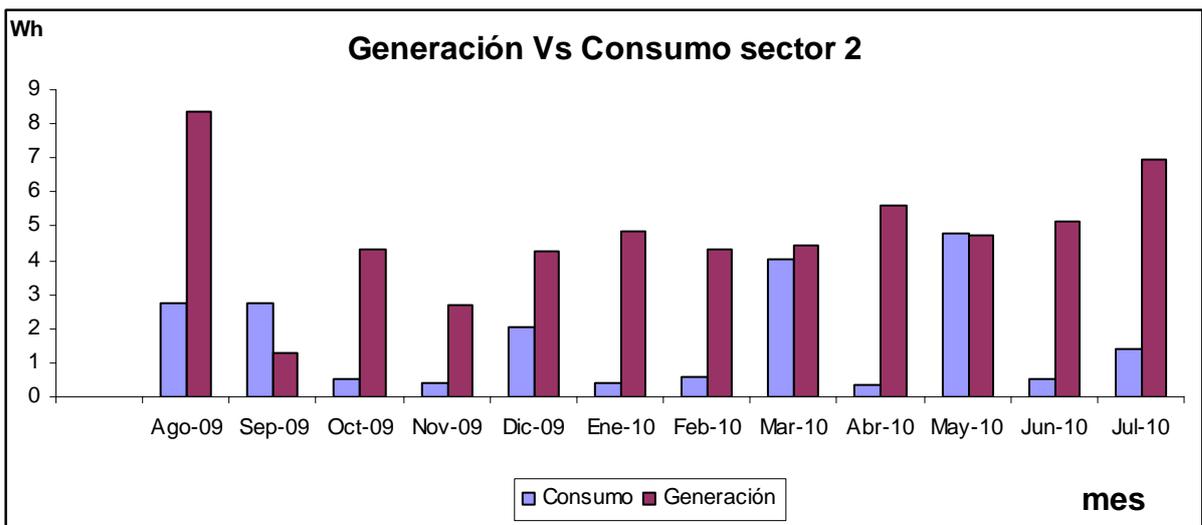
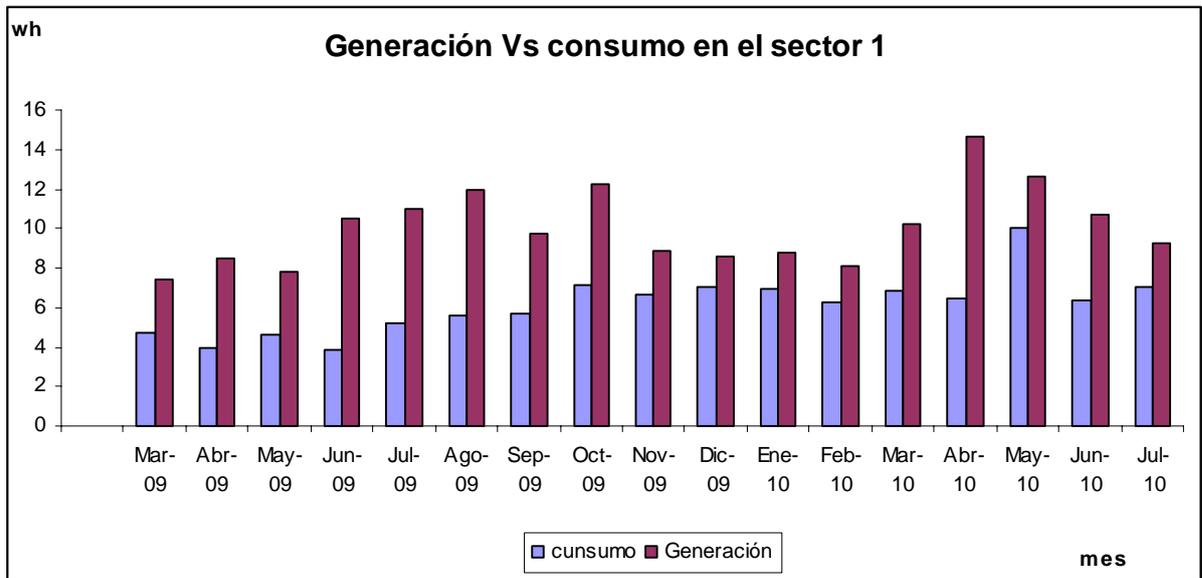
Batería.- En estos sistema generación de energía de pequeña escala, la batería es uno de los componente fundamentales, en este periodo de funcionamiento 2.5 años todavía las baterías (marca Vartra) no han mostrado problemas de descarga, esto se sustenta con la cantidad de energía que se almacena y es consumida por el usuario y por el testimonio de los usuarios que mencionan que no se descargas en un tiempo corto.

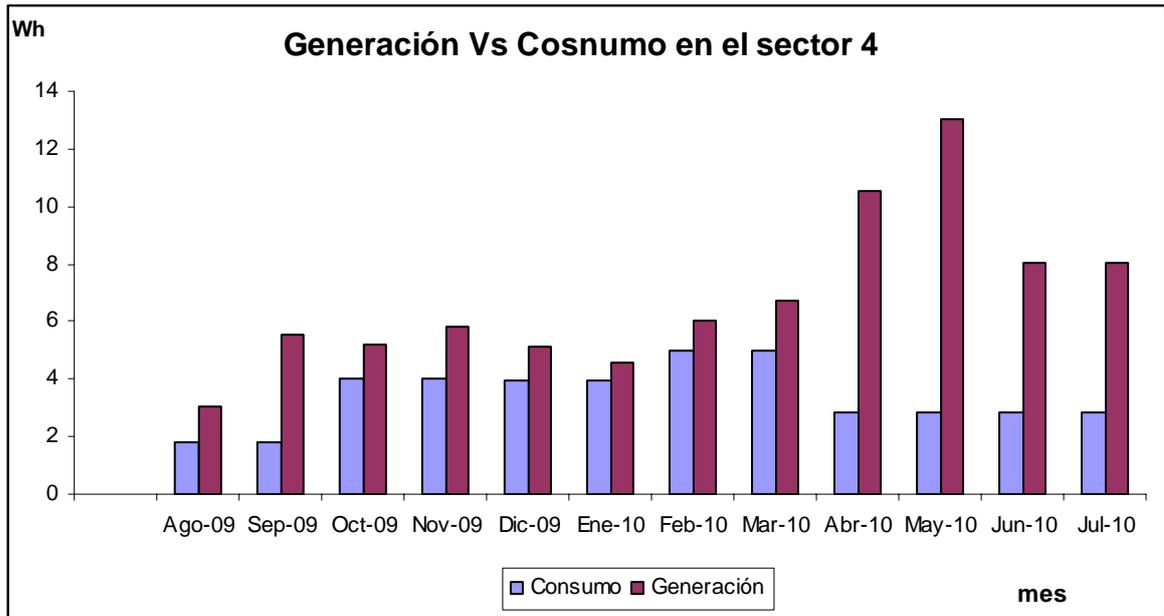
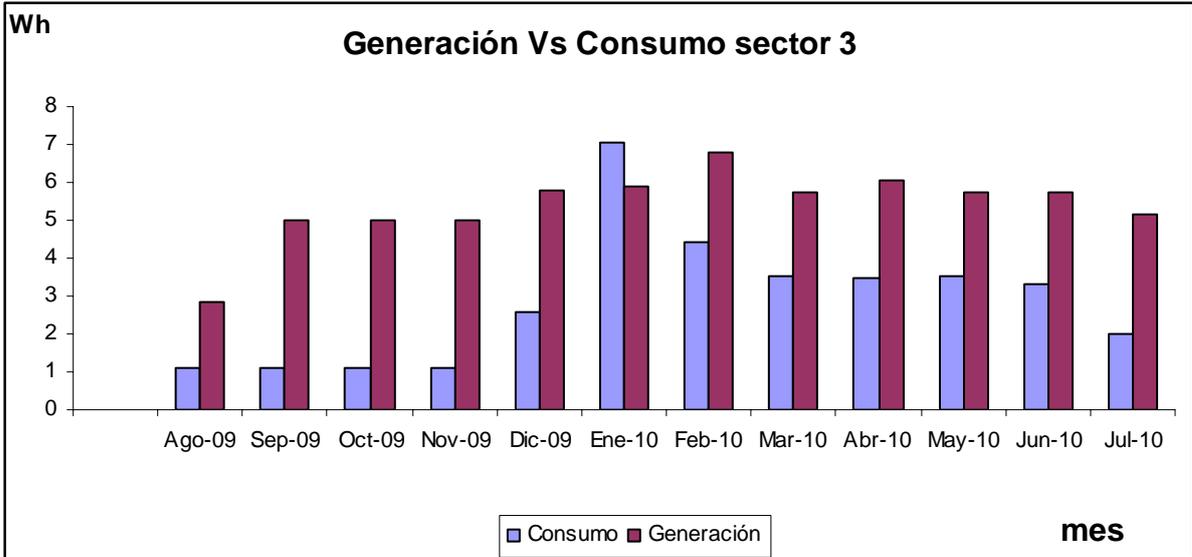
Controladores eólico y solar.- Estos dos componentes tampoco han mostrado problemas de fallos técnicos.

11.2. Generación y consumo de energía

La generación de energía del sistema híbrido (eólico – solar) es mayor al consumo del sector 1 de la población que más usa la electricidad y que solo en el mejor de los caso aprovecha el 60% de la energía generada.

Cuadro que muestra la generación del panel solar y del generador eólico, consumo mensual, como se puede ver en los gráficos la generación del sistema híbrido siempre es mayor al consumo de los usuarios.





12. INFORME DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS ECONÓMICOS, TÉCNICOS Y AMBIENTALES CAUSADOS CON EL PROYECTO.

12.1. Impactos Económicos

Por las características de la comunidad pobre y de zona rural alto andina, los impactos económicos esta dado por en iluminación y radio y televisión en este periodo de 2.5 años que lleva el proyecto, hay también un pequeño ahorro por menor gastos energía en promedio S/. 4 soles/mes.

Los mayores beneficios que se viene dando son en la mejora de la calidad de vida y de esparcimiento o entretenimiento, comunicación externa, todos los usuarios han comprado artefactos básicos, como se puede ver en la siguiente lista.

Según la metodología NRECA los beneficios económicos por iluminación, radio y televisión es de US\$ 223.40/año por familia, que en promedio en soles es S/.636.38/año, logran un beneficio económico en toda la comunidad de S/ 31,817.40 en los 2.5 años que cuenta con electricidad.

Beneficios Económicos de la Electricidad en áreas rurales del Perú (US\$ anuales)

REGIÓN	ILUMINACIÓN	RADIO Y TELEVISIÓN	REFRIGERACIÓN	POR kWh ADICIONAL
SIERRA	154.8	60.48	0.00	0.15109
SELVA	102.5	57.96	138.84	0.15109
COSTA	132.4	89.40	231.12	0.15109
PAÍS	120.6	64.80	110.04	0.15109

Fuente: NRECA Ltd. - SETA; "Estrategia Integral de Electrificación Rural", Lima, Set. 1999

El beneficio por kWh adicional se aplica a los kWh iniciales estimados para cada proyecto, luego de deducir los kWh correspondientes a iluminación, radio, TV y refrigeración.

	BENEFICIARIO	Equipos al inicio del proyecto	Pot. Watts	Equipos comprados durante lo que va del proyecto	Pot. en Watts
1	Abel Marín Ríos	Radio, DVD	30	Radio grabadora, Teclado Musical, celulares , tres focos	105
2	Emilio Huamán Huaripata	tv, dvd y radio	75	TV, DVD y radio, celular, tres focos	123
3	Andrés Vargas Tello	Radio	30	TV, DVD y radio, celular, tres focos	123
4	Alejandro Tello Lucano	Radio	30.0	TV, DVD y radio, celular, tres focos	123
5	Francisco Huamán Huaripata	Radio	30.0	radio, tres focos	75
6	Walter Huaccha Marín			radio, tres focos	75
7	Lorenzo Huatay Mendo			radio, tres focos	75
8	Gregorio Huaccha Jara	Radio	30.0	radio, tres focos	75
9	Santiago Rojas Lucano	Radio	30.0	TV , DVD y tres focos	90
10	Máximo Sangay Santillán	Radio	30.0	TV, DVD , radio y tres focos	120
11	Leoncio Marín Servan				
12	Francisco Pachamango Días	Radio	30.0	TV, DVD ,radio y tres focos	90
13	Manuel Huingo de la Cruz	TV +DVD	30.0	TV, DVD, Radio y tres focos.	90
14	Román Huamán Huaripata	Radio	30.0	radio y tres focos	75
15	Rosario Sangay Santillán			celulares y tres focos	48
16	Hernando Vargas Tello	Equipo de sonido	30.0	Equipo de sonido, celular y tres focos	150
17	Gonzalo Vargas Tello	tv, dvd y radio	75.0	TV , DVD , radio y tres focos	105
18	Juan Marín LLamoja		0.0	radio y tres focos	75
19	Néstor Lucano	tv y radio	60.0	TVD, DVD, radio amplificador ,celular y tres focos	123
20	Edgardo Valencia			radio y tres focos	75

Tabla, Muestra la lista de los artefactos comprados después de la implementación del proyecto

12.2. Impactos Técnicos

- Tres técnicos locales han sido capacitados y conocen el funcionamiento de los sistemas híbrido.
- Un representante del Ministerio de Economía y Finanzas conoce el proyecto como alternativa técnica para la electrificación rural
- Se conoce los parámetros ambientales (velocidad de viento, radiación solar, dirección del viento, temperatura, de la comunidad de Campo Alegre)
- Se conoce el funcionamiento y la generación de energía del sistema híbrido
- Se conoce el consumo de energía de veinte familias rurales

- Se han formado recursos humanos en evaluación de recurso, medición de parámetros ambientales y eléctricos
- Se conoce el funcionamiento de instrumentos de medición de energía
- El proyecto a sido presentado en el 1º seminario internacional de energía eólica

12.3. Impactos Ambientales

13. POTENCIAL EÓLICO DE LA COMUNIDAD

Se ha realizado una evaluación del potencial eólico en toda la comunidad, tomando como datos de entrada las medidas realizadas en la vivienda del señor Abel Marin, para la evaluación del recurso en cada vivienda se ha empleado un software especializado- WASP. Para cada punto o vivienda se ha calculado la velocidad media del viento y la energía wh/día generada con la turbina instala, el calculo se realizado para los meses desde abril 2009 a abril 2010, teniendo para cada mes un mapa de viento como lo mostrado en la gráfica.

Cuadro de velocidades de viento y energía generada en cada vivienda donde esta instalada el sistema híbrido, meses de abril del 2009 al octubre 2010

Usuario	Altura [m]	Abr-09		May-09		Jun-09		Jul-09		Ago-10		Sep-10		Oct-10	
		Vel. media [m/s]	Wh/día	Vel. media [m/s]	Wh/día	Vel. media [m/s]	Wh/día								
Abel Marín Ríos	3861	3.23	359.82	3.14	343.38	3.31	442.01	4.22	748.86	4.24	745.21	4.2	778.08	3.49	485.84
Emilio Huamán Huaripata	3870	3.84	551.60	3.67	502.28	3.85	606.39	4.57	840.18	5.09	1097.72	4.49	834.70	3.76	533.33
Andrés Vargas Tello	3791	2.88	290.41	2.66	222.83	2.7	250.23	3.66	538.81	4.91	929.68	3.32	429.22	2.78	270.32
Alejandro Tello Lucano	3785	2.69	195.43	2.53	147.95	2.6	180.82	3.62	463.93	4.44	845.66	3.36	381.74	2.8	224.66
Francisco Huamán Huaripata	3775	3.3	357.99	3.15	317.81	3.3	401.83	3.85	518.72	4.31	763.47	3.79	531.51	3.17	310.50
Walter Huaccha Marín	3868	3.31	403.65	3.23	387.21	3.41	491.32	4.45	863.93	4.42	832.88	4.43	884.02	3.67	571.69
Lorenzo Huatay Mendo	3929	2.24	93.15	2.13	73.06	2.22	104.11	2.56	109.59	2.99	281.28	2.5	113.24	2.1	51.14
Gregorio Huaccha Jara	3896	2.13	58.45	2.04	45.66	2.13	71.23	2.83	188.13	3.13	305.02	2.73	182.65	2.27	89.50
Santiago Rojas Lucano	3875	3.11	321.46	2.93	268.49	3.03	321.46	3.52	418.26	4.39	807.31	3.38	374.43	2.84	222.83
Máximo Sangay Santillán	3836	3.27	354.34	3.07	288.58	3.15	336.07	4.26	710.50	5.26	1094.06	3.98	604.57	3.32	378.08
Leoncio Marín Servan	3950	2.91	241.10	2.76	199.09	2.87	255.71	3.4	348.86	4	657.53	3.29	337.90	2.76	186.30
Francisco Pachamango Días	3947	3	272.15	2.83	224.66	2.94	275.80	3.54	407.31	4.29	779.91	3.39	370.78	2.84	213.70
Manuel Huingo de la Cruz	3912	2.76	199.09	2.63	169.86	2.76	228.31	3.19	277.63	3.6	474.89	3.14	292.24	2.63	153.42
Román Huamán Huaripata	3869	2.51	138.81	2.38	107.76	2.47	146.12	3.06	246.58	3.61	509.59	2.94	228.31	2.46	118.72
Rosario Sangay Santillán	3849	1.88	111.42	1.71	74.89	1.69	84.02	3.23	403.65	4.18	767.12	2.8	299.54	2.31	184.47
Hernando Vargas Tello	3820	2.05	131.51	1.88	91.32	1.88	100.46	3.1	367.12	4.08	763.47	2.74	257.53	2.27	164.38
Gonzalo Vargas Tello	3805	2.11	164.38	1.94	122.37	1.96	151.60	2.78	286.76	3.77	663.01	2.49	195.43	2.08	127.85
Juan Marín Llamuja	3872	2.45	122.37	2.32	91.32	2.4	126.03	3.13	273.97	3.69	544.29	2.99	244.75	2.49	129.68
Nestor Lucano	3872	2.44	107.76	2.31	76.71	2.4	98.63	3.14	272.15	3.7	547.95	2.99	230.14	2.49	126.03
Edgardo Valencia	3728	2.4	133.33	2.26	100.46	2.34	131.51	2.88	206.39	3.52	500.46	2.74	177.17	2.3	94.98

Cuadro de velocidades de viento y energía generada en cada vivienda donde esta instalada el sistema híbrido, meses de abril del 2009, noviembre a abril 2010

Usuario	Altura [m]	Abr-09		Nov-10		Dic-10		Ene-10		Feb-10		Mar-10		Abr-10	
		Vel. media [m/s]	Wh/día												
Abel Marín Ríos	3861	3.23	359.82	3.21	368.95	3.04	308.68	3.2	374.43	3.93	613.70	3.13	352.51	2.92	292.24
Emilio Huamán Huaripata	3870	3.84	551.60	3.47	429.22	3.25	347.03	3.45	431.05	4.41	792.69	3.61	502.28	3.61	535.16
Andrés Vargas Tello	3791	2.88	290.41	2.49	202.74	2.27	140.64	2.61	235.62	3.69	547.95	3.17	407.31	3.55	542.47
Alejandro Tello Lucano	3785	2.69	195.43	2.51	162.56	2.33	111.42	2.62	199.09	3.54	496.80	2.97	321.46	3.15	427.40
Francisco Huamán Huaripata	3775	3.3	357.99	2.94	253.88	2.74	191.78	2.91	250.23	3.72	513.24	3.05	308.68	3.06	348.86
Walter Huaccha Marín	3868	3.31	403.65	3.37	434.70	3.2	370.78	3.38	445.66	4.13	703.20	3.28	414.61	3.03	336.07
Lorenzo Huatay Mendo	3929	2.24	93.15	1.94	47.49	1.8	27.40	1.92	47.49	2.51	147.95	2.08	85.84	2.14	124.20
Gregorio Huaccha Jara	3896	2.13	58.45	2.07	63.93	1.94	42.01	2.1	71.23	2.7	182.65	2.2	96.80	2.19	115.07
Santiago Rojas Lucano	3875	3.11	321.46	2.62	188.13	2.41	129.68	2.62	199.09	3.52	476.71	2.97	326.94	3.18	438.36
Máximo Sangay Santillán	3836	3.27	354.34	2.99	284.93	2.76	206.39	3.1	325.11	4.19	703.20	3.52	478.54	3.75	595.43
Leoncio Marín Servan	3950	2.91	241.10	2.54	153.42	2.36	104.11	2.54	157.08	3.33	390.87	2.77	239.27	2.87	314.16
Francisco Pachamango Días	3947	3	272.15	2.61	173.52	2.41	118.72	2.63	186.30	3.49	460.27	2.93	295.89	3.09	396.35
Manuel Huingo de la Cruz	3912	2.76	199.09	2.44	127.85	2.28	87.67	2.41	124.20	3.1	294.06	2.55	168.04	2.57	206.39
Román Huamán Huaripata	3869	2.51	138.81	2.25	94.98	2.09	60.27	2.28	104.11	2.99	286.76	2.48	171.69	2.57	233.79
Rosario Sangay Santillán	3849	1.88	111.42	1.97	122.37	1.81	87.67	2.22	168.04	3.14	431.05	2.66	288.58	2.93	389.04
Hernando Vargas Tello	3820	2.05	131.51	1.98	116.89	1.8	84.02	2.16	173.52	3.06	429.22	2.61	301.37	2.9	405.48
Gonzalo Vargas Tello	3805	2.11	164.38	1.85	100.46	1.68	67.58	1.96	140.64	2.8	359.82	2.41	263.01	2.72	359.82
Juan Marín Llamuja	3872	2.45	122.37	2.26	91.32	2.1	62.10	2.31	115.07	3.05	308.68	2.53	184.47	2.62	250.23
Nestor Lucano	3872	2.44	107.76	2.26	94.98	2.1	60.27	2.31	111.42	3.05	306.85	2.53	184.47	2.62	252.05
Edgardo Valencia	3728	2.4	133.33	2.1	76.71	1.94	47.49	2.13	89.50	2.85	266.67	2.39	166.21	2.53	242.92

Mapa de viento de la comunidad de Campo Alegre- mes de abril del 2009

