

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Facultad de Ciencia e Ingeniería



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO DE UN SISTEMA CON PANELES SOLARES PARA CARGAR BATERÍAS Y ENERGIZAR MOTORES DE PICADORAS EN UNA COMUNIDAD AGRÍCOLA

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

Néstor José Lazo Flores

ASESOR: Miguel Ángel Cataño

Lima, junio de 2009

RESUMEN

En muchas zonas del Perú, debido a su difícil acceso y ubicación, es complicado que la energía eléctrica se extienda hacia ciertas comunidades lejanas, lo que significa una merma en el avance tecnológico y conlleva a un retraso si se compara con otras comunidades con mayor población y mucho más con las ciudades, que sí cuentan con energía eléctrica.

Entonces, existe la necesidad en ciertos pueblos y zonas rurales de nuestro país, de contar con energía eléctrica que se pueda obtener a partir de una fuente segura y confiable; dado que esto llevaría consigo un desarrollo tecnológico; además, un fuerte desarrollo económico por las múltiples opciones de mejoras en los procesos de elaboración de productos que ellos comercializan, entre los que se pueden citar: una mejor producción de ganado vacuno y sus productos derivados, así como alimento para el ganado.

Por ello, se tiene como objetivo, diseñar un sistema con paneles solares para poder cargar baterías y así, energizar motores para picadoras que se proyecta utilizar en la comunidad Micaela Bastidas en el distrito de Barranca, Lima.

Se harán visitas a la comunidad Micaela Bastidas en la quebrada Venado Muerto con el fin de observar sus principales actividades y cómo, mediante el uso de la energía solar, se pueden mejorar las mismas. Se verá, con los pobladores y campesinos, sus necesidades reales para que el sistema diseñado vaya acorde con estas. Se evaluará, en el marco económico, el ahorro que les generaría un sistema así, los beneficios que presenta comparado con el sistema de carga de baterías que tienen actualmente. Finalmente, nuestro sistema se dimensionará de acuerdo a todo estos datos, para así satisfacer las necesidades energéticas de la población.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	4
1. CAPÍTULO 1: DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE VENADO MUERTO Y SUS PROBLEMÁTICAS	6
1.1 Condiciones actuales.....	7
1.2 Actividades principales	9
1.3 Obtención actual de energía.....	11
1.4 Obtención de energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos.....	12
1.4.1 Variables a favor de un sistema fotovoltaico.....	14
1.5 Incidencia Solar en la Quebrada Venado Muerto.....	15
1.6 Declaración del marco problemático.....	16
2 CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA APLICADAS A MOTORES..	18
2.1 Presentación del asunto de estudio.....	18
2.2 Estado de la investigación.....	19
2.2.1 Fábrica de chocolate en Granada.....	19
2.2.2 Fábrica de “drywall” en California.....	22
2.2.3 Programas de 70000 techos en Japón y 100000 techos en Alemania.....	22
2.2.4 Soluciones en el Perú: Interamerican.....	23
2.3 Conceptualizaciones generales.....	23
2.4 Definiciones Operativas.....	26
2.4.1 Indicadores cuantitativos.....	26
2.4.2 Indicadores cualitativos.....	26
2.5 Hipótesis de la investigación.....	27
2.5.1 Hipótesis secundarias.....	27
2.6 Planteamiento de Objetivos.....	27
2.6.1 Objetivos secundarios.....	27
3 CAPÍTULO 3: DISEÑO DE SISTEMA PARA EL PICADO DE CHALA	29
3.1 Dimensionamiento.....	29
3.2 Diagrama de bloques de solución.....	33
3.3 Motor de picadora.....	34
3.3.1 Picadora de forraje Nogueira PN-PLUS 2000.....	35
3.3.2 Picadora de forraje Cifema P-40.....	37
3.3.3 Picadora Molino Universal Heinz-Fischer PIMO-1000... ..	38
3.3.4 Elección de picadora.....	39
3.4 Arreglo de baterías	40
3.4.1 Concorde Sun Xtender PVX-2120L	41
3.4.2 Rolls Surrette 12CS 11PS	41
3.4.3 UB-8D AGM	42

3.4.4	Elección de baterías.....	43
3.5	Controlador de carga	43
3.5.1	Outback MPPT Charge Controller MX80.....	44
3.5.2	Xantrex XW MPPT 60-150	45
3.5.3	Elección del controlador de carga.....	47
3.6	Arreglo de paneles solares.....	48
3.6.1	Cálculo de la cantidad de paneles solares.....	48
3.6.2	Panel solar Sharp ND-123U1.....	49
3.6.3	Panel solar Q-cell HBM210-16489p.....	51
3.6.4	Elección de paneles solares.....	52
3.7	Elección de cables y circuitos de protección.....	52
4	CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	55
4.1	Componentes elegidos.....	55
4.2	Disposición de componentes.....	56
4.3	Medidas de seguridad.....	58
4.4	Informe económico	60
4.5	Conclusiones del capítulo.....	62
	Conclusiones	63
	Recomendaciones	64
	Bibliografía.....	65
	ANEXOS	
	Anexo #1	3
	Anexo #2	5
	Anexo #3	7
	Anexo #4	8
	Anexo #5	10
	Anexo #6	12
	Anexo #7	14
	Anexo #8	15

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico y desarrollo energético van de la mano. Existen muchos poblados y comunidades a los cuales no llega la energía eléctrica, lo que conlleva a un serio retraso en comparación a las ciudades. No pueden producir de manera óptima sus productos y limita todo lo que el mercado (que demanda sus productos) les puede ofrecer. Es muy importante, por ello, garantizar una expansión eléctrica sustentable: suministros confiables, limpios, al menor costo posible y profundamente respetuosos de las comunidades para que no se vean afectadas por esta expansión.

Sin embargo, el difícil acceso a estos poblados y comunidades es la principal razón por la que la energía eléctrica no llega, y por la que el olvido de las autoridades es un común denominador. Por esta razón se hace imperativa la búsqueda de generación de energía eléctrica mediante medios alternativos como, en el caso del presente diseño, la energía solar.

Este recurso renovable es el que se usará con el fin de generar energía eléctrica para el poblado de la Quebrada Venado Muerto, una comunidad llamada Micaela Bastidas ubicada en Barranca, departamento de Lima.

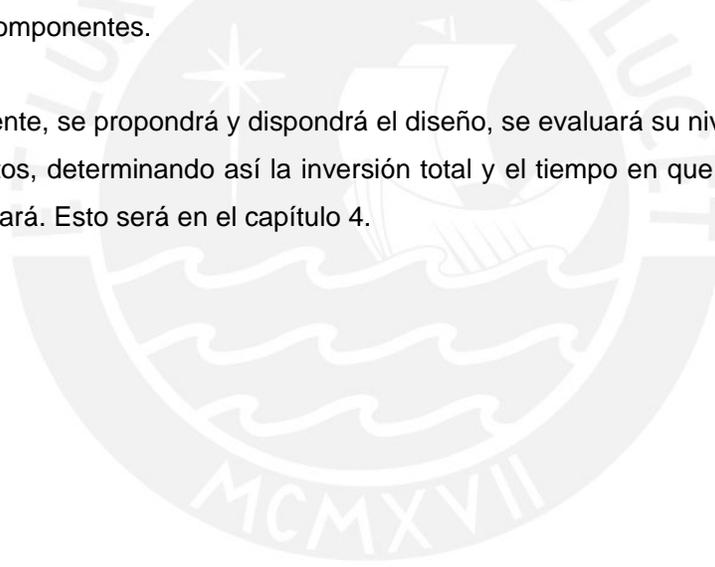
De esta manera, los pobladores, no sólo podrán tener electricidad para sus casas; sino también, podrán usar motores para realizar eficientemente su actividad principal, la producción de leche. Así, alimentarían mucho mejor a su ganado con la ingesta de chala, un producto que se deriva de picar forrajes que mejora, sustancialmente, la productividad y peso de las vacas; generándoles una mayor competitividad en el mercado y superiores regalías por sus actividades; por lo tanto, conlleva a una mejor forma de vida para sus pobladores.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se tratará inicialmente acerca de las actividades agropecuarias que se realizan en la Quebrada Venado Muerto, sus antecedentes y tendencias actuales; planteando, inclusive, un marco problemático; siendo esto el capítulo 1.

Luego, a lo largo del capítulo 2, se irá enunciando las principales formas en como se han ido aplicando sistemas fotovoltaicos en distintas partes del mundo, logrando resultados destacables. También, después de conceptualizar los parámetros a utilizar, se definirán las hipótesis y objetivos.

En el capítulo 3, se realizará el diseño del sistema. Haciendo cálculos sobre las verdaderas necesidades de la comunidad, se irá dimensionando los equipos necesarios para poder satisfacer los requerimientos de los pobladores sin recurrir a gastos innecesarios. Además, se irá explicando el porqué de las elecciones de estos componentes.

Finalmente, se propondrá y dispondrá el diseño, se evaluará su nivel de seguridad y los costos, determinando así la inversión total y el tiempo en que esta inversión se recuperará. Esto será en el capítulo 4.



CAPÍTULO 1

DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE VENADO MUERTO Y SUS PROBLEMÁTICAS

La comunidad Micaela Bastidas, ubicada en la Quebrada Venado Muerto en el distrito de Supe, provincia de Barranca, es un lugar de difícil acceso debido a lo alejado que se encuentra del distrito principal, como bien se puede apreciar en la figura 1.1

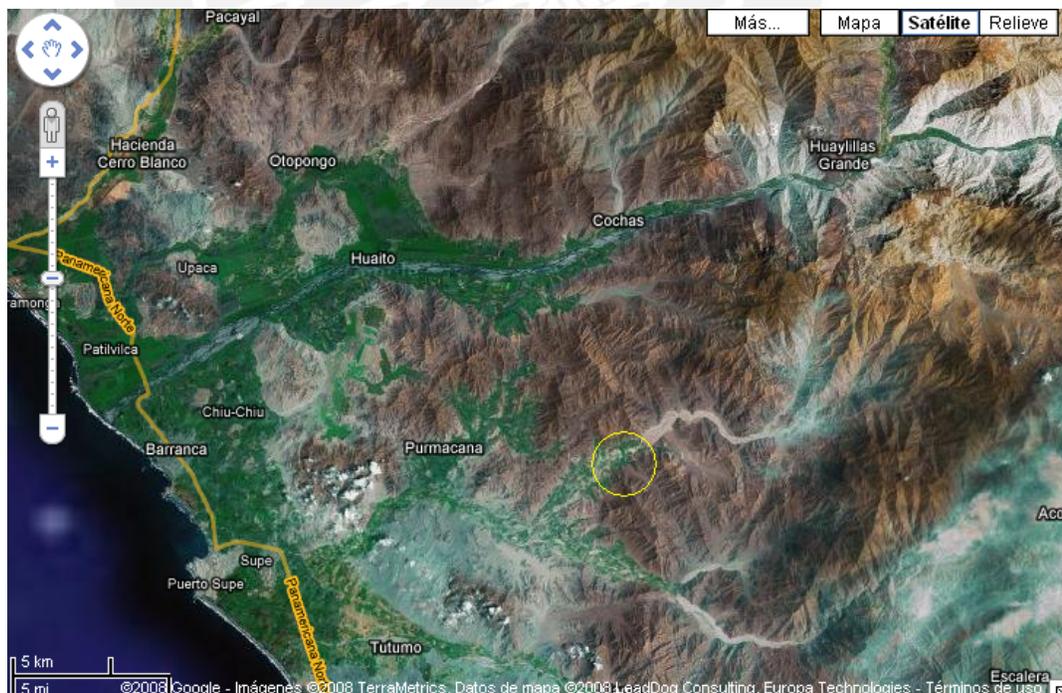


FIGURA 1.1: Ubicación de Micaela Bastidas (encerrado en un círculo)
Fuente: Google maps

Allí, debido a la desidia de las autoridades, la luz eléctrica no es suministrada por ninguna empresa proveedora, sino es costeada por los propios pobladores a través de baterías. Esto nos obliga, para las actividades que ellos realizan, a la búsqueda de electrificación alternativa a la convencionalmente usada en las ciudades como se plantea en la introducción; convirtiendo a esta comunidad agrícola en un lugar propicio como referencia para el desarrollo de esta tesis.

1.1 Condiciones actuales

En la Quebrada Venado Muerto, existen actividades fundamentales para el desarrollo de la economía del poblado y sus habitantes. A pesar de presentar un terreno agreste, lleno de piedras, y estar siempre bajo un sol inclemente, que conlleva a la falta de agua; los pobladores han sabido, gracias a su esfuerzo constante, saber vencer las adversidades que la naturaleza les plantea. De esta manera, han construido canales de regadío desviando el agua del río Pativilca hacia su localidad para poder obtener productos que se adaptan a las malas condiciones de su terreno, como manzanas, blanquillos y uvas. En la figura 1.2, se puede observar como en medio de un terreno árido -los cerros que se tienen como fondo lo demuestran- se pueden cultivar las manzanas y demás frutas y hortalizas.



FIGURA 1.2: Cultivos de manzana en Micaela Bastidas
Fuente: Propia

Esta producción de excelente blanquillos, por ejemplo, ha sido ya observada por los hermano Añaños, quienes a través de su marca Pulp, están instruyendo a los pobladores para mejorar aún más su producción y poder ser utilizado en los jugos de pulpa de fruta que ellos producen.

Estas actividades se pueden clasificar como del tipo agrícola, que por definición comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural [1], con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras; además de ello, el uso de estos recursos generados para la elaboración de productos intermedios y finales que benefician al monto final de sus dividendos; que sin representar cantidades importantes, pero podrían llegar a serlo de contar con energía eléctrica.

Durante los casi 30 años de estadía de la gente en esta zona, se han producido algunos acontecimientos importantes, que han influido sobremanera en su estilo de vida y forma de obtención del sustento para sus familias. La inmigración de arequipeños, en especial camanejos a estos lares, es uno de estos aspectos importantes; ya que, ocasionó una fusión cultural no solo a nivel sociológico, sino también en las labores que los primeros pobladores realizaban.



FIGURA 1.3: Conjunto de vacas pastando en la comunidad Micaela Bastidas
Fuente: Propia

En consecuencia, los pobladores de la comunidad Micaela Bastidas que antes solo se dedicaban a la agricultura, aprendieron a criar ganado vacuno de la variedad Holstein y poco a poco, fueron adquiriendo el conocimiento de los ya experimentados arequipeños en las formas de obtención de leche; pasando a ser una de sus principales actividades y vendiendo su producto a empresas importantes como la compañía Gloria y Laive.

1.2 Actividades principales

La comunidad Micaela Bastidas se dedica a las actividades agrícolas y ganaderas, como se ha ido exponiendo en el punto anterior. Dentro de ellas, las principales son:

- Producción de chala: Representa una actividad de suma importancia para la comunidad. La chala es el resultado de picar pasto, pancas de choclo y demás forrajes, que cuando no se efectúa usando maquinaria; se realiza manualmente empleando simplemente cuchillos para picar los forrajes. Este producto es usado para la alimentación del ganado, lo que resulta mucho más ventajoso que usar pasto preoreado o hacer pastar al ganado como se muestra a continuación en la tabla 1.1

	Pastoreo directo PD	Pastoreo corte-preoreo PC	Pasto picado PP
Prod.de leche (l/v/d)	19,5	18,8	20,4
Pastura Total (kgMS/v/d)	16,8	17,0	18,9
Variación de peso (kg/vaca/día)	0,180	0,145	0,195

TABLA 1.1: Productividad de la chala
Fuente: http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia

El hecho que se pueda alimentar al ganado de manera más eficiente, usando la chala, nos da pie a intentar mejorar los procesos de producción y aprovechar los resultados que se tienen, como la variación de peso (por ejemplo) en las vacas, lo que genera un aumento de las cantidades de leche que se estas pueden producir.

Habiendo visitado la localidad, y en conversación con los pobladores de la zona; se pudo saber que la chala se vende a S/. 120,00 (ciento veinte nuevos soles) por tonelada del producto. Teniendo a un ganado con una buena alimentación, gracias a las bondades de la chala, se deriva la

siguiente actividad ganadera que es el ordeñado de las vacas y la producción y venta de leche.



FIGURA 1.4: Poblador de Micaela Bastidas recogiendo el forraje para ser procesado
Fuente: Propia

- Obtención de leche: Como se pudo ver en el punto anterior mediante la alimentación del ganado con chala, se puede incrementar la cantidad de leche obtenida; y de esta manera; convertir la comercialización de la misma, en una de las fuentes más importantes de ingresos económicos para los pobladores de la quebrada. Empresas como Gloria y Laive recorren estos lugares 2 veces al día como mínimo para recoger las lecheras de latón de 20 a 30 litros donde guardan la leche que extraen, la cual venden a cambio de entre S/. 0,90 a S/. 1,10 como en la figura 1.5, donde se aprecia a un poblador junto a su lechera, que como todos los días se encuentra a la espera del camión recolector de Gloria.

Analizando más a fondo aún, se puede divisar un problema con estas modalidades de recolección y venta. La falta de un lugar (como un frigorífico) en donde se pueda guardar la leche ordeñada de las vacas durante un período medianamente largo después de su extracción. Si se tuviese acceso permanente a la energía eléctrica, se podría utilizar refrigeradores para poder conservar esta leche y, que la misma, pueda ser vendida no sólo a cualquier cliente de una manera rápida para que no se eche a perder, sino también se pueda elevar los precios y se pueda vender

a clientes en mayores cantidades. Incluso se podría aplicar técnicas automáticas como ordeñadoras y llegar a la obtención de productos derivados de la leche como mantequilla o queso gracias a la conservación de la misma.



FIGURA 1.5: Poblador de Micaela Bastidas con 30L de leche
Fuente: Propia

- Agricultura: Cuyas actividades y productos más importantes ya han sido mencionados anteriormente, ésta, es de vital importancia en la comunidad. A pesar de que la principal fuente de agua es escasa y lejana, los pobladores han sabido trasladarla de un lado a otro con el fin de poder usarla para regadío, mediante el uso de canales de regadío y pequeñas bombas eléctricas; suministrando agua para sus campos de cultivo.

1.3 Obtención actual de energía

Como se ha mencionado, para obtener energía, sobre todo eléctrica, los habitantes de la comunidad Micaela Bastidas se valen de ciertas formas que se irán enunciando.

Una de las formas principales para la obtención de energía eléctrica para aplicaciones de mucha potencia, es el uso de motores a diesel, adaptados a partir de tractores que, por ejemplo, alquilan a S/.100,00 la hora; o de pequeños motores diesel propios. Esta manera, provoca profundos daños en el ecosistema de la quebrada de Venado Muerto y al arduo trabajo que hicieron los primeros pobladores por transformar esta tierra agreste; como en la figura 1.6 se observa, la contaminación proveniente de la combustión de estos motores es perjudicial para sus campos de cultivo.



FIGURA 1.6: Motor diesel empleado en actividades agrícolas
Fuente: www.minag.gob.pe

Otra manera, un tanto menos contaminante, es mediante la alimentación de sus motores y artefactos electrodomésticos con baterías, las cuáles se recargan cada semana. Estas recargas se llevan a cabo los días domingos a un costo de S/. 13 (trece nuevos soles) por batería recargada, resultando esta forma ineficiente debido a que no se puede estimar un tiempo exacto de duración, ya que el uso de ellas es variable; además, solo existe una persona encargada de recargar esas baterías en la comunidad, monopolizando este servicio e incurriendo en el riesgo de poder manejar los precios a su antojo.

Consecuentemente, esto nos va llevando a la idea de la obtención de energías de manera alternativa a las anteriormente expuestas.

1.4 Obtención de energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos

El uso de un sistema fotovoltaico se convierte, por lo tanto, en una de las alternativas para poder generar energía limpia, contribuyendo con el medio ambiente y que, bien estructurada, posee tiempos cortos de recuperación de la inversión. Estos, suscitan un ingreso mayor para los pobladores y finalmente, el acceso a una fuente de energía eléctrica propia.

Las aplicaciones de un sistema fotovoltaico son variadas, desde el sector agrícola hasta aplicaciones comerciales como se muestra en la tabla 1.2. que pueden ser beneficiosas para cualquier comunidad agrícola y rural, que se decida por tener un sistema fotovoltaico, acarreado el ansiado desarrollo de estos pueblos.

Aplicación Agrícola	Aplicaciones Sector Comercial de Servicios.	Aplicación Servicios Básicos
Iluminación y ventilación para granjas avícolas, para ampliar la iluminación y aumentar la producción (50-150W).	Alquiler de linternas solares para ocasiones especiales (bodas, fiestas, reuniones).	Bombeo de Agua Potable (1-4KW).
Irrigación, Bombas de DC o AC (900W).	Iluminación, radio/TV y pequeños aparatos como licuadoras para Restaurantes, talleres y bares.	Purificación de agua (0.2-0.3 W h/litro).
Cercas eléctricas para gestión del Pastoreo (50W).	Equipo de computación en oficinas Rurales (300W).	Desalinización de agua (1- 2 kWp).
Agua para el ganado (900W)	Centros de carga de baterías.	Servicio de Internet para Telemedicina (>1KW).
Bombas de aire para cría de peces y Camarones (800W).	Sala de cine local (100-150W)	Escuelas y centros de capacitación (>1KW).
Incubadora de huevos (75W).	Pensiones alpinas y de ecoturismo	Iluminación de la vía pública (30-70W).
Aspersor de Cultivos (5W).		Iluminación de viviendas rurales.
Aspersión de cultivos		Iluminación de Postas Médicas Rurales.

TABLA 1.2: Aplicaciones de la energía solar en zonas rurales
Fuente: www.eolica.biz/paneles.htm

Para la aplicación a utilizar, que es energizar motores de picadoras para conseguir chala, el uso de un sistema fotovoltaico no debería ser la excepción. Este sistema nos permitiría cargar un arreglo de baterías para almacenar la energía solar que se captura y transformarse en energía eléctrica.

De hecho, se pueden apreciar ventajas en ciertos campos de aplicación como:

- **Clima:** al generarse la energía eléctrica a partir de la luz del sol, no se produce ningún tipo de polución ni emisión de gases contaminantes que favorezcan el efecto invernadero.
- **Geología:** Las celdas fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas.
- **Suelo:** No se producen contaminantes, ni vertidos por lo que el suelo no sufre daños por erosión.
- **Aguas superficiales y subterráneas:** Al igual que en el punto anterior al no producirse alteración de los acuíferos por contaminantes no existe ningún daño en las aguas superficiales y subterráneas.
- **Flora y fauna,** la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los extensos tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.
- **Paisaje:** Los paneles solares son fáciles de ambientar en distintas estructuras lo que logra una armonía en cuanto a la estética y a la vista.

1.4.1 Variables a favor de un sistema fotovoltaico

Las variables internas identificadas durante las visitas a la comunidad Micaela Bastidas; se pueden enunciar, a continuación, en la tabla 1.3:

Hechos	Problemas y Causas
Generación de energía	El uso de baterías que son recargadas por S/.13 un solo día por semana es ineficiente, por el tiempo de espera para la recarga y por la presencia de un monopolio del servicio. Por otra parte, el uso de motores diesel contribuye a la polución y resulta caro para aplicaciones de alta potencia.
Presupuesto insuficiente	Es el mayor limitante, evita que se pueda desarrollar un sistema que pueda captar mucha energía dado que el precio por kilovatio hora captado es alto. Se podría recurrir al apoyo de la empresa privada.
Falta de información	Los pobladores no cuentan con el acceso a información acerca de tecnologías que presenten

	sustentabilidad y que satisfaga sus requerimientos.
Conflictos internos en la comunidad	La comunidad Micaela Bastidas se encuentra en una disputa por parte de las autoridades por definir si pertenece al distrito de Cochas, Ancash o Barranca, Lima; dividiendo de esta manera a la población.

TABLA 1.3: Variables del sistema
Fuente: Elaboración propia

1.5 Incidencia Solar en la Quebrada Venado Muerto

El índice de incidencia solar es un parámetro muy importante debido a que, a partir de éste, se determinarán el máximo y mínimo de energía que se puede obtener por día y si es suficiente, para hacer funcionar al motor que se elegirá posteriormente.

El estudio más profundo acerca de este tema hecho hasta ahora, es el realizado por la NASA *National Aeronautics and Space Administration* por sus siglas en inglés o Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio. Con simplemente inscribirse en la base de datos de la NASA, se puede acceder a sus estudios y observaciones realizados durante un período de 22 años (julio 1983- junio 2005) [2] en la latitud -11 y longitud -78 que se eligieron por ser las coordenadas de ubicación a las que pertenece la Quebrada y, en general, de Barranca. A continuación en la tabla 1.4 se hace un recuento de las variables más importantes recogidas en los últimos años.

Lat -11 Lon -78	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio 22 años	4.41	4.38	4.20	4.23	3.83	3.84	4.13	4.66	4.84	4.98	4.69	4.55

Lat -11 Lon -78	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio 22 años	0.54	0.55	0.53	0.53	0.48	0.47	0.53	0.57	0.59	0.61	0.55	0.54

**Incidencia Solar en una Superficie Horizontal por Mes en Cielo Despejado
(KW-h/m²/día)**

Lat -11 Lon -78	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio 22 años	7.75	7.61	7.18	6.44	5.67	5.33	5.55	6.16	6.80	7.42	7.80	7.75

Promedio de Días Soleados por Mes (Días)

Lat -11 Lon -78	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio 22 años	0	0	0	0	1	1	2	2	1	1	0	0

TABLA 1.4: Incidencia Solar según meses

Fuente: NASA, a pedido propio según coordenadas de ubicación

Considerando estos datos, se puede concluir que:

- Se tiene un promedio de 4,36KW-h por cada metro cuadrado durante un día de incidencia solar, que resulta de hallar la media de la Incidencia Solar en una Superficie Horizontal por Mes registrada en la tabla 1.4.
- El mínimo de incidencia se produce entre los meses de mayo y junio presentando un índice de 3,83KW-h al día y teniendo su máxima en octubre con 4,98KW-h, hallados a partir de los datos de la primera subdivisión de la tabla 1.4.

De esta manera, se puede considerar perfectamente factible diseñar el sistema para la comunidad siempre y cuando el nivel de energía requerido este por debajo del promedio de 4,36KW-h por metro cuadrado.

1.6 Declaración del marco problemático

Por todo lo expuesto a lo largo de este capítulo, en donde se ha visto de manera general las condiciones en las que se encuentran actualmente las actividades agropecuarias de la comunidad Micaela Bastidas en la Quebrada Venado Muerto; resulta evidente que el uso de la energía eléctrica mejoraría de una manera notable la productividad de las actividades realizadas por los pobladores; por lo que el uso

de una forma alternativa de generación de energía eléctrica salta a la vista: Energía solar.

La actual forma en como los motores de picadoras son activados si bien es eficaz, no resulta del todo eficiente. Recurrir a nuevas tecnologías y a la protección ambiental que todo ecosistema demanda es vital.

Mediante la transformación de la energía solar en energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico se puede lograr que las actividades que involucran el uso de motores eléctricos y, en especial, la producción de chala mejoren.



CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍAS USADAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA APLICADAS A MOTORES

2.1 Presentación del asunto de estudio

Todos los días en el mundo brilla el Sol y el Perú no es la excepción; que debido a su ubicación en el globo, presenta un gran índice de incidencia solar en comparación a otros países. Al presentar esta privilegiada posición en el orbe, el Perú, podría y debería aprovechar este recurso renovable para poder generar energía a fin de autoabastecerse. Sin embargo, la realidad es otra, el Perú no usa estas fuentes renovables, como en otros países que, a pesar de no verse favorecidos por su ubicación, ocupan posiciones privilegiadas en cuanto al consumo y producción de Energía Alternativa tales como Alemania en el primer lugar; Japón en el segundo y Estados Unidos en el tercero [3]. Por el contrario, existe un alto porcentaje de zonas rurales y comunidades peruanas a donde la energía eléctrica no llega, lo que genera un retraso en la población con respecto a otros, debido a que no tienen acceso a la información ni a la tecnología que les permitiría un mayor desarrollo.

En la comunidad Micaela Bastidas de la Quebrada Venado Muerto, lo anteriormente expuesto es un limitante para la expansión de su mercado, puesto que impide la mejora en cuanto a las técnicas de sus actividades. Con la transformación de la energía solar a energía eléctrica por medio de paneles solares se lograría automatizar y mejorar los procesos involucrados en las actividades diarias de los pobladores de esta comunidad tales como el desgranado o la producción de chala.

Existen precedentes importantes tales como una fábrica de chocolates energizada con el Sol en Granada; una fábrica de “drywall” en California, o el uso de termas solares en distintas partes del mundo.

Se estableció, en el marco problemático, la necesidad de poder energizar de una manera alternativa los motores de las picadoras de chala. También, se determinó que una forma eficaz y eficiente sería el uso de un sistema fotovoltaico; por lo tanto, se verá a continuación los logros obtenidos y como se alcanzó que, a partir de la energía solar, se pueda hacer funcionar motores de alta potencia. También, el desarrollo actual de esta tecnología considerando, además, las investigaciones en otros parámetros importantes para sistemas similares y aplicaciones a grandes escalas de potencia de la energía solar en países que, bajo una mentalidad ambientalista, están usando formas de producción de energía alternativas. Finalmente se plantearán las hipótesis y objetivos para la presente tesis.

2.2 Estado de la investigación

El estado de la investigación que se registra, en cuanto al uso de energía solar y soluciones energéticas aplicadas en otros países, se encuentra mucho más extendido que en el Perú. En esos lugares, este tipo de soluciones ha logrado posicionar a comunidades, gracias al desarrollo que les ha generado el acceso a energía eléctrica, en situaciones privilegiadas de exportación y ventas de sus productos comparadas con sus competidores: no solo mercados nacionales, sino también internacionales. Veremos algunos ejemplos reales del desarrollo de sistemas fotovoltaicos.

2.2.1 Fábrica de chocolate en Granada

Una aplicación a nivel industrial que usó energía solar fue una fábrica de chocolate en Granada. Se trata de un proyecto tecnológico voluntario realizado en esta isla por Edmond Brown, Moth Green y Doug Browne [4]. Ellos aprovecharon la gran calidad de los granos de cacao de esta zona para, mediante el uso de la energía solar, hacer funcionar motores que sean capaces de automatizar el proceso de fabricación de chocolate, que al estar hecho con estos granos superiores de cocoa se obtiene un producto de alta calidad.



FIGURA 2.1: Paneles solares en Granada

Fuente: www.grenadachocolate.com/homepower_article.pdf

Entusiasmados por la aventura, y con la ayuda de la misma comunidad pudieron llevar a cabo un proyecto para procesar estos granos de cocoa en una industria completamente armonizada con el medio ambiente característico de esta isla. Así, empleando 16 módulos fotovoltaicos AstroPower de 120 vatios como se muestra en la figura 2.1, fueron capaces de hacer funcionar cargas tales como:

- Molino de granito de 960W
- Inversores de 456 W
- Calderas temperadas de 1,032 KW
- Luces de 252 W
- Ventiladores de 30 W
- Despajadores de granos de cocoa de 799 W
- Prensas de manteca de cocoa de 96 W
- Refrigerantes de moldes de 48W
- Tostadores de granos de cocoa de 60 W

De esta manera, utilizando de manera conjunta estos motores, se logró crear una fábrica capaz de producir chocolates de muy alto grado de calidad usando en gran parte energía solar. Esta nueva industria produjo enormes beneficios no solo ambientales, al crear una industria que no contamina ni daña el entorno; sino

también, porque ahora se produce chocolate propio de Granada, generando trabajo para los pobladores y recibiendo mayores beneficios, ya no por vender granos de cocoa como lo hacían antes, sino por vender un producto final como el chocolate.

Como se mostrará en la figura 2.2, se diseñó esta fábrica de chocolate en Granada considerando un sistema fotovoltaico y teniendo un sistema de respaldo a base de motores a diesel.

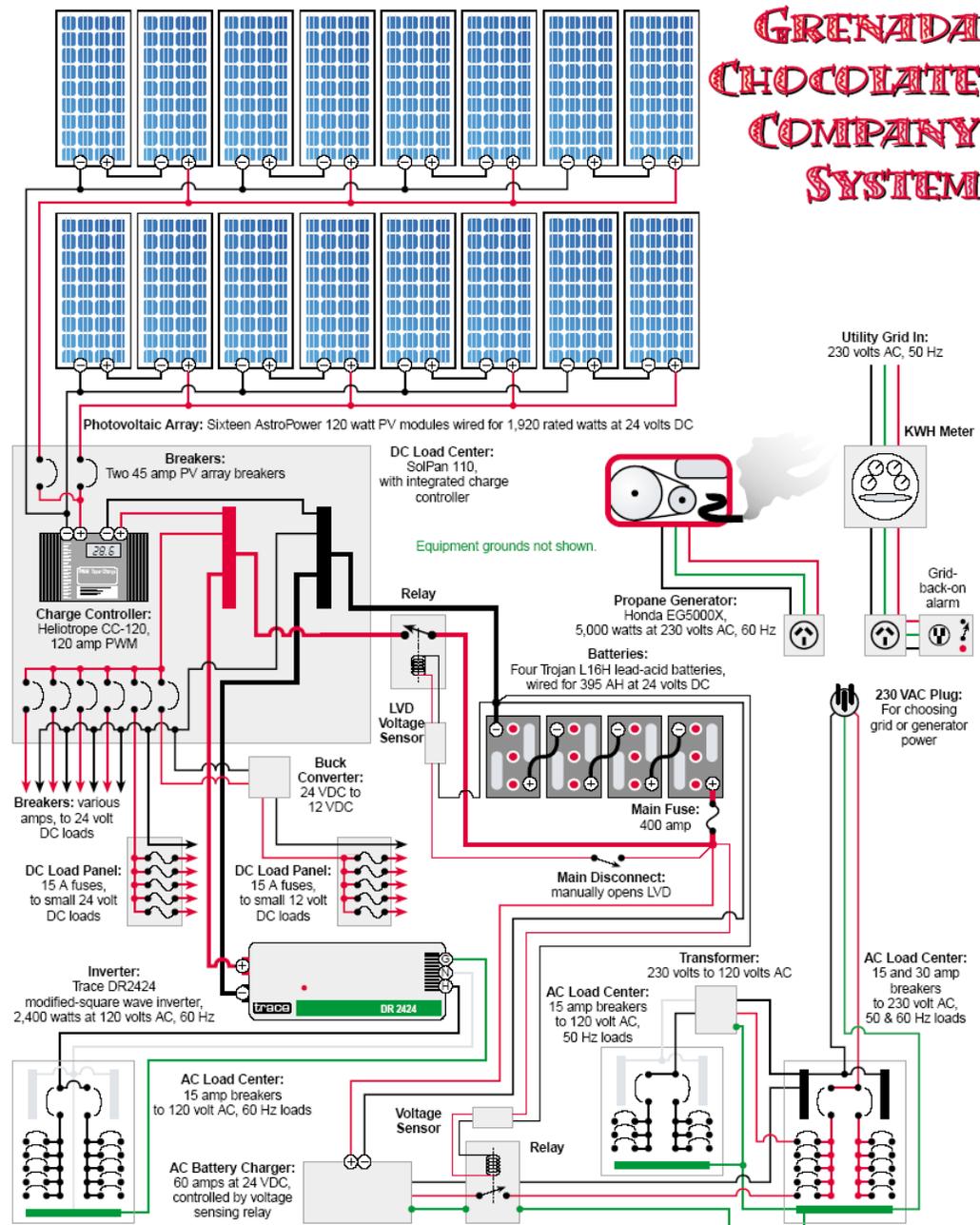


FIGURA 2.2: Sistema eléctrico aplicado en la planta
Fuente: www.grenadachocolate.com/homepower_article.pdf

2.2.2 Fábrica de “drywall” en California

Un caso similar es el de la empresa Serious Materials [5], que fabrica *drywalls*, un material hecho a partir de una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, por lo que sus componentes son generalmente yeso y celulosa. Una empresa multimillonaria, que decidió optar por el uso de energía solar para la alimentación de sus motores que son los responsables de la fabricación de estos *drywalls*. Así, esta fábrica contribuye a no contaminar el medio ambiente, en donde la fabricación de materiales de construcción representa el 12% del monóxido de carbono en el mundo [6] y es capaz, gracias al uso de energía solar, facturar ganancias del orden de 10, 50 y hasta 100% de su anterior suministro energético. Además, la posiciona actualmente como una compañía de fabricación sostenible con productos tales como EcoRock, Ventanas Termales, QuietRock y QuietHomes [7], nombres que manifiestan su tendencia de elaboración usando recursos solares y equilibrio con la naturaleza.

2.2.3 Programas de 70000 techos en Japón y 100000 techos en Alemania



FIGURA 2.3: Paneles solares en techos de Japón
Fuente: Solarserver

Estos 2 programas [8] similares, impulsados por Japón y Alemania (que son las principales potencias en uso de energías alternativas) es un programa fomentado por sus gobiernos cuyo principal objetivo es estimular la demanda de energía fotovoltaica. De acuerdo a las estadísticas de Nedo para la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) [9] este programa ha promovido 51899 sistemas de energía solar en Japón hasta finales del año fiscal 2000 (hasta el 31 de marzo de 2001). La capacidad de estos sistemas llega a los 210 Megavatios y en Alemania a los 110 Megavatios.

Los gobiernos de estos países se han propuesto como meta alcanzar para el 2010 la meta de generar 5 Gigavatios de potencia a partir de la energía solar. Bajo estas políticas, se ha logrado una reducción sustancial de la emisión de contaminantes y se mantienen a la vanguardia en cuanto a la generación de energía, siguiendo su ejemplo países tales como España y Reino Unido [10]

2.2.4 Soluciones en el Perú: Interamerican



FIGURA 2.4: Instalaciones en poblados lejanos
Fuente: Interamerican

Existen precedentes aquí en el Perú también, que no son tan impresionantes como los anteriormente expuestos realizados afuera, pero que también son vitales para comunidades de escasos recursos.

Interamerican, es una empresa que se fundó en febrero de 2003 en la ciudad de Arequipa [11]. Se orienta a ser una empresa innovadora, ya que trajo una solución energética alternativa. Representa no solo soluciones de energía a partir del Sol, sino también usando el viento.

Representa a firmas tales como SouthWest WindPower y Bergey WindPower, firmas prestigiosas y reconocidas internacionalmente. Además, fabrica generadores eólicos Cyclone y Paneles Solares IntiPower cumpliendo estándares ISO 9000.

Con fuertes sumas de dinero invertidas, esta empresa ha ido contribuyendo a poder llevar y distribuir energía a las ciudades más alejadas del país para el desarrollo de estas comunidades.

2.3 Conceptualizaciones generales

Célula Solar	Definición	Las células o celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química [12].
	Tipos	Silicio Monocristalino Este tipo de célula solar se obtiene a partir de Silicio muy puro, que se refunde en un crisol junto con una pequeña proporción de Boro [13]
		Silicio Policristalino En este tipo de célula solar, la pasta de Silicio se deja solidificar en un molde obteniendo muchos pequeños cristales de Silicio [14]
Efecto Fotovoltaico	Definición	El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad [15].
	Método de generación	Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a través de ella. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico [15].
Incidencia Solar	Definición	Las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que

		llega a la Tierra es la incidencia solar, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m^2 (vatio por metro cuadrado)[15].
Electricidad	Definición	La electricidad es un fenómeno físico que se manifiesta naturalmente en los rayos, las descargas eléctricas producidas por el rozamiento (electricidad estática) y en el funcionamiento de los sistemas nerviosos de los animales, incluidos los seres humanos [15].
	AC	Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de <i>Alternating Current</i>) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más utilizada comúnmente es la de una onda sinusoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada [15].
	DC	La corriente continua (CC en español, en inglés DC, de <i>Direct Current</i>) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por

		una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad [15].
--	--	--

2.4 Definiciones Operativas

Se analizarán los parámetros que se deben tener más en cuenta para el diseño del sistema fotovoltaico, dividiéndose estos, a su vez, en indicadores cuantitativos que se refieren a los que son mesurables, e indicadores cualitativos, los cuáles van ligados a los niveles de satisfacción y aceptación.

2.4.1 Indicadores cuantitativos

- Potencia eléctrica.- Variable importante que definirá que tanto consumirá la carga en el sistema fotovoltaico
- Voltaje DC.- Tipo de voltaje a utilizar para el motor, mientras más alto sea su valor, menor cantidad de corriente eléctrica se utilizará
- Energía.- Representa a la cantidad de energía disponible por día para poder ser utilizada en el sistema a diseñar.

2.4.2 Indicadores cualitativos

- Satisfacción del usuario.- Medible a través del cumplimiento de los requerimientos en la comunidad
- Inversión realizada.- El monto de dinero que costaría el diseño, siempre tiene que verse reducido al mínimo pero con la mayor calidad posible.
- Seguridad.- Para el usuario del sistema, apoyado en la solidez que representan las normas internacionales

2.5 Hipótesis de la investigación

Dado que la comunidad Micaela Bastidas evidencia una carencia de energía eléctrica lo que limita realizar sus actividades de pastoreo y elaboración de productos; entonces diseñar un sistema con paneles solares para cargar baterías representa la mejor opción para poder energizar un motor de picadora como los que se usan en la comunidad Micaela Bastidas.

2.5.1 Hipótesis Secundarias

Además de lo mencionado en la sección anterior, es importante mencionar algunas hipótesis complementarias a la hipótesis principal anterior.

- 1) La elaboración de productos agropecuarios en la comunidad Micaela Bastidas es ineficiente lo que les genera un alto costo, por ende, un alto precio final que es poco competente para el mercado.
- 2) Un sistema que a partir de la radiación solar genere energía eléctrica resolvería en gran medida los problemas antes mencionados, evitando la necesidad de usar esporádicamente motores a gasolina o diesel.
- 3) El uso de motores a gasolina o diesel produce altos porcentajes de emisión de monóxido de carbono, lo que altera el medio ambiente y sus ecosistemas.
- 4) Para el sistema de captación de energía solar, se necesita aprovechar el máximo de incidencia solar y prever que los costos sean accesibles y rentables.
- 5) Para el módulo de almacenamiento de energía eléctrica, es prudente que presente un porcentaje adicional a su máxima capacidad, con el fin de darle un margen de error y/o poder ampliar el sistema a futuro.

2.6 Planteamiento de Objetivos

El objetivo de la presente tesis es, diseñar un sistema con paneles solares que sea capaz de cargar baterías para así energizar un motor de picadora, bajo las condiciones que nos ofrece una comunidad agrícola como la de Micaela Bastidas.

2.6.1 Objetivos secundarios

- 1) Se mejorará la eficiencia de las actividades realizadas por la comunidad, decrementando los costos a través del sistema que se diseñará.
- 2) Evitar el uso de los motores energizados por gasolina o diesel, usar un motor eléctrico.
- 3) Las emisiones de monóxido de carbono gracias al uso de un motor eléctrico presente en el diseño, se verán mermadas.
- 4) El sistema será capaz de captar la suficiente energía para poder alimentar un motor de picadora de aproximadamente 5HP
- 5) El sistema ofrecerá una adecuada seguridad para su manejo y se convertirá en una alternativa ideal para los pobladores de la comunidad.



CAPÍTULO 3

DISEÑO DE SISTEMA PARA EL PICADO DE CHALA

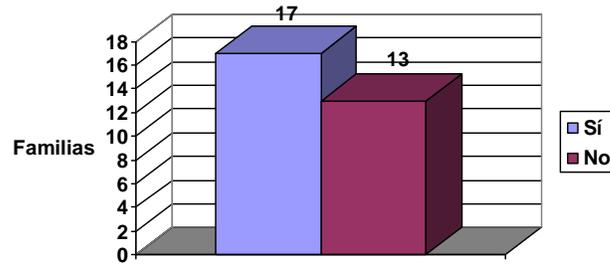
A través de este capítulo, se propondrá el diseño de la solución propuesta, se evaluarán las proformas de diversas empresas que tengan las máquinas y equipos necesarios, basándose en los requerimientos encontrados durante el estudio realizado en la misma comunidad; desarrollando así, una solución representada por un diagrama de bloques y recorriendo paso a paso los bloques de dicha solución.

3.1 Dimensionamiento

Para dimensionar el diseño del sistema; se necesita medir de una manera real las necesidades de la población. Por ello, se evaluó mediante una encuesta a 30 de las aproximadamente 70 familias de la comunidad Micaela Bastidas que se detalla en gráficas presentadas como barras, en donde se recopila información acerca de la cantidad de cabezas de ganado vacuno que posee cada familia, la naturaleza de esta ganado; es decir, si son lecheras o no, y la forma en cómo alimentan a las mismas; con chala o pastando naturalmente.

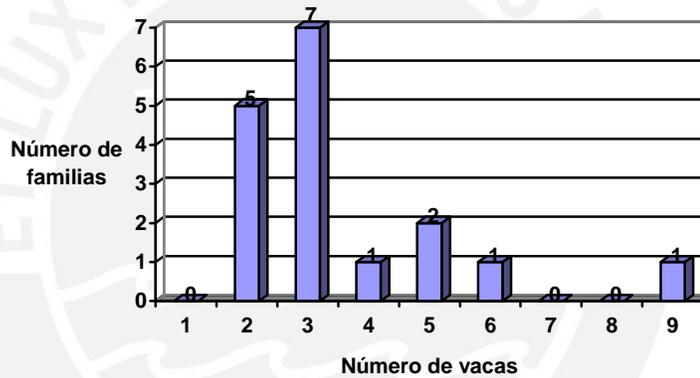
En la siguiente página, se detallan los resultados obtenidos en la encuesta:

1. ¿Posee usted ganado vacuno?



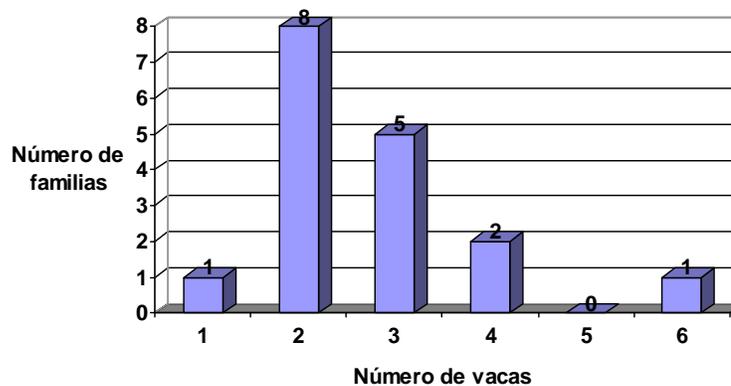
Se puede observar que 17 familias de la muestra de 30 poseen ganado vacuno, que representa más de la mitad de la muestra.

2. Si su respuesta es afirmativa, ¿cuántas cabezas de ganado posee?



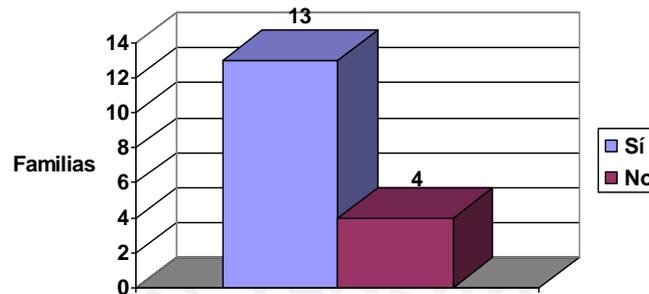
De estas familias, la mayoría tiene entre 2 a 3 vacas

3. ¿Cuántas vacas lecheras tiene?



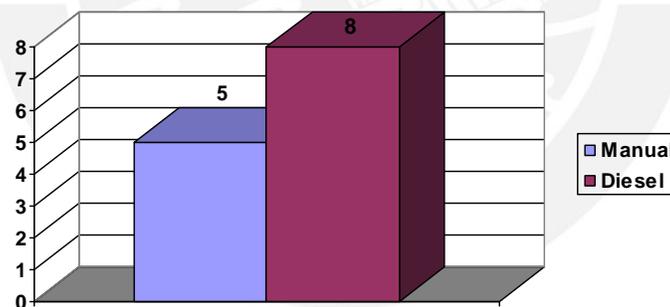
La mayoría de las vacas que las familias, encuestadas en la comunidad Micaela Bastidas, posee son lecheras; por lo que, la alimentación de éstas requiere una atención especial.

4. Cuenta con una picadora de forraje (Sólo si cuenta con ganado vacuno)



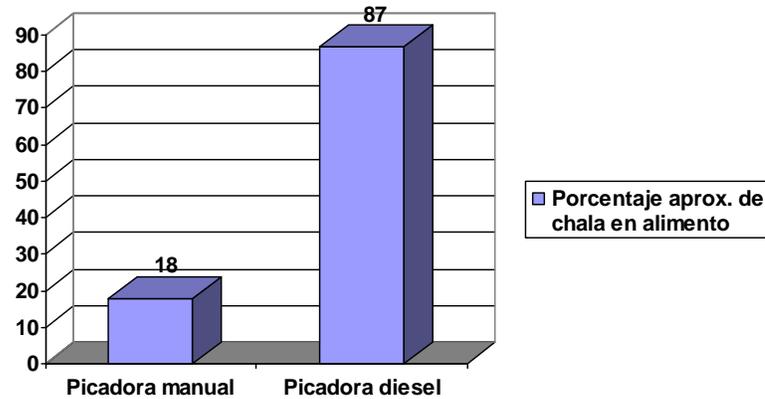
Las familias encuestadas en su gran mayoría son conscientes de la vital importancia del tipo de alimentación que debe recibir el ganado vacuno

5. Si su respuesta es afirmativa; ¿La picadora es manual o a diesel?



Se aprecia que algunas familias, debido a sus recursos escasos, sólo tienen picadoras manuales. Sin embargo, los que tienen picadoras que funcionan con motor diesel, las tienen en pésimo estado de conservación.

6. ¿Qué porcentaje del alimento que consume el ganado es chala?



Ya que, el forraje es más fácil de picar mediante picadoras alimentadas por motor diesel, la chala representa un gran porcentaje del alimento consumido por el ganado vacuno.

Considerando estos resultados, se pueden aproximar las cantidades que se necesitan de producción de chala para satisfacer la cantidad de ganado vacuno de toda la población.

Así, el 56,6% de familias posee entre 3 a 4 (3,47 en promedio) cabezas de ganado, de las cuales 2 a 3 (2,59) son vacas lecheras; es decir, comen un poco más. Por otra parte, 76,5% de las familias con ganado vacuno cuentan con picadoras, lo que denota la gran necesidad de alimentar a sus vacas con forraje picado. Algunos por falta de recursos, solo tienen una picadora manual, pero otros poseen picadoras que funcionan con motores diesel de tractores alquilados que se encuentran en muy mal estado como se muestra en la siguiente página en la figura 3.1. Por esta razón, un modo alternativo resulta imperativo.

Luego, si 56,6% de las familias posee ganado; esto daría un total, en el universo de 70 familias, de 40 familias. Estas familias poseen 103 vacas lecheras, que consumen aproximadamente 17 kilos diarios de chala y 34 vacas, toros y terneras que llegan a comer entre 15kg diarios.



FIGURA 3.1: Picadora de mayor potencia en la comunidad

Para el diseño, vamos a considerar que las 137 cabezas de ganado son lecheras, para darle un margen al cálculo sin resultar excesivo, porque tampoco se debe sobrealimentar al ganado. Bajo esta premisa, el total ascendería a 2 329 kg. diarios de chala para el ganado de toda la comunidad Micaela Bastidas, convirtiéndose en un sistema de producción de chala centralizado.

Por lo tanto, la producción de la picadora debe ser: superior a ese total y ser capaz de funcionar diariamente para producir aquél total.

3.2 Diagrama de bloques de solución

En este diagrama se plantea la solución para poder energizar los motores de picadoras mediante energía solar. Como se aprecia, se recibe la radiación solar sobre el arreglo de paneles solares que brindan un voltaje DC al controlador de carga, que es el que se encargará de cargar un arreglo de baterías. Luego de almacenar esta energía, mediante un interruptor se conecta este arreglo de baterías al motor de picadora para poder ser usado y tener el producto final: la chala, en la

cantidad que se necesite. Además, contará con circuitos de protección mediante diodos a la salida de los paneles solares y del controlador de carga para que el flujo de corriente se realice en un solo sentido.

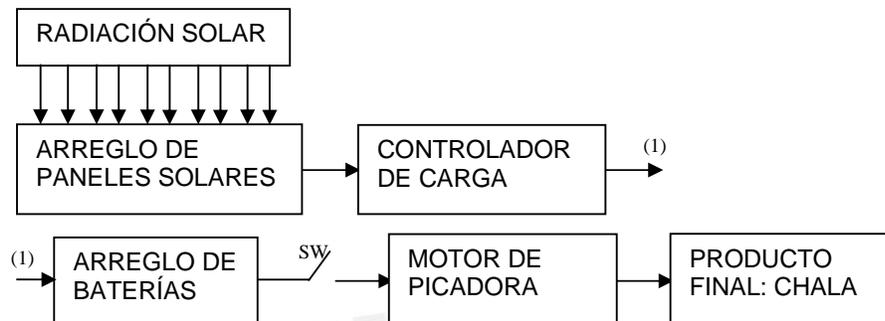


FIGURA 3.2: Diagrama de bloques de solución

Como se puede apreciar en el diagrama de bloques de solución (figura 3.2), lo que se desea como producto final es la chala, pero en la cantidad que la comunidad requiere que es de 2 329 kilogramos diarios para la alimentación total del ganado vacuno. Por lo que lo más adecuado sería el uso de un motor que proporcione entre 2 y 3 toneladas de forraje picado para poder ser usado en cada hora de funcionamiento; de esta manera, se tendría el total necesario para cubrir la necesidad del ganado y el tiempo suficiente como para poder recargar las baterías en ese lapso de tiempo que no se usa el motor.

3.3 Motor de picadora

Como el título de la presente tesis lo recalca, el objetivo principal es captar energía solar para cargar baterías y alimentar motores de picadoras que producirán la chala que sirve para alimentar al ganado en la comunidad objetivo. La chala, que es el resultado de picar la panca, la alfalfa y algunos granos para obtener un alimento balanceado para el ganado, es obtenida a partir de un proceso manual o con picadoras en muy mal estado (figura 3.3)



FIGURA 3.3: Picadora con tolva acoplada de Jesús Catacora, poblador de la comunidad

La figura 3.3 resalta a una picadora alimentada mediante un motor diesel, perteneciente al señor Jesús Cotacora, propietario del Establo Señor de Cañac. Esta imponente máquina pica 9 toneladas de chala por hora; mediante el uso de un tractor que alquila a S/.100,00 la hora.

Por esta razón, se debe cambiar la forma de obtener esta chala a través de picadoras nuevas, más eficientes y de menor tamaño, además, de ir en equilibrio con el medio ambiente en donde se utilizarán.

Para ello, se requirió los servicios de ciertas empresas especializadas en la comercialización de estos productos, que cuentan con la suficiente garantía para otorgarnos la confianza y seguridad de que sus equipos son los adecuados para cumplir a cabalidad el objetivo trazado. Sus ofertas se detallan a continuación.

3.3.1 Picadora de forraje Nogueira PN-PLUS 2000

Gracias a la propuesta económica que la empresa peruana Grupo Agrinmar remitió (referirse al anexo # 1) se pudo obtener el precio y detalles técnicos de la picadora modelo PN-Plus 2000 del fabricante brasileño Nogueira, una marca muy reconocida en la agricultura y de la cual son distribuidores oficiales.



FIGURA 3.4: Picadora marca Nogueira, modelo PN-Plus 2000
Fuente: Grupo Agrinmar

Las principales características de esta picadora se muestran en la tabla 3.1, descrita a continuación:

Característica Técnicas		
Producción	2 500 Kg. /hora	
Rotación del rotor	2 200 rpm	
Número de cuchillas	03	
Potencia (HP)		
Motor Eléctrico (24VDC)	Motor a gasolina	Motor a diesel
5 HP	8.0 HP	9.0 HP

TABLA 3.1: Picadora PN-PLUS, características técnicas
Fuente: Grupo Agrinmar

Como se observa, esta máquina es muy versátil ya que es mucho más portátil que la picadora con la que cuenta en la actualidad la comunidad y, evidentemente, es mucho mejor que realizar el picado manualmente. Además, cumple con los requerimientos de cantidad de producción que nos hemos trazado que es superior a 2,329 toneladas diarias.

Finalmente, se incluye el precio final de la máquina cuyo monto asciende a S/. 3 403,00 (tres mil cuatrocientos tres nuevos soles) y una garantía de dos años.

3.3.2 Picadora de forraje Cifema P-40

Las picadoras marca Cifema modelo P-40 (figura 3.5) son desarrolladas por la Universidad Mayor de San Simón en Bolivia y fabricadas por la compañía boliviana Cifema. En la propuesta económica adjunta (referirse al anexo # 2) se subraya el uso de estas máquinas en las comunidades campesinas y lecheras de Cochabamba, que sí cuentan con energía eléctrica pero que para no excederse en los límites de consumo de energía (no pagar tanto en sus cuentas) se realiza el picado de forrajes con máquinas de baja potencia que, sin embargo, presentan alta capacidad de producción.

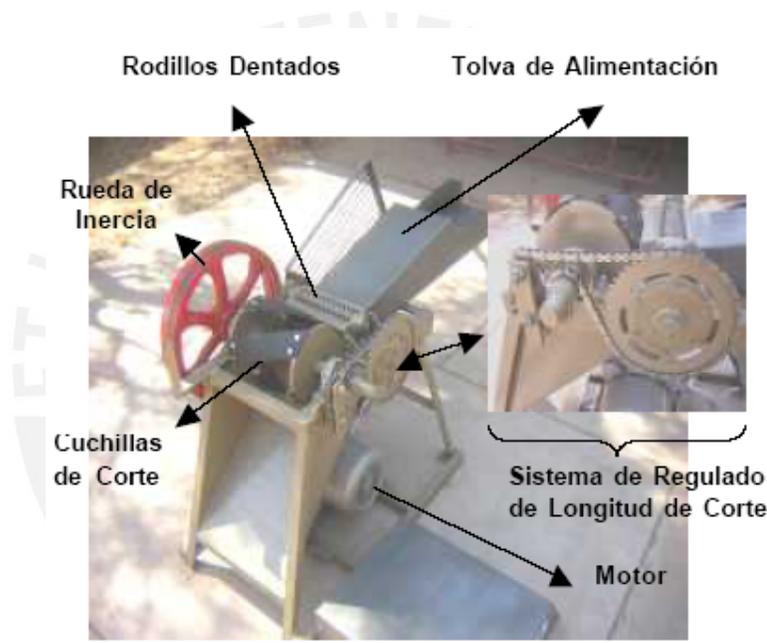


FIGURA 3.5: Picadora marca Cifema, modelo P-40
Fuente: Cifema

Así como en el modelo de picadora anterior, en esta se pueden resaltar sus bondades principales (tabla 3.2) basados en los datos proporcionados por el fabricante:

Característica Técnicas	
Producción	1000 a 1300 Kg. /hora
Rotación del rotor	500 rpm (mínimo)
Número de cuchillas	04
Masa de picadora con motor eléctrico	200 Kg
Dimensiones	1,10m (altura) ;

	1,80 (largo c/tolva) ; 0,80m (ancho)
Motor Eléctrico (HP) @ 220VAC ó 24VDC	Motor a gasolina (HP)
5	6.5

TABLA 3.2: Picadora Cifema P-40, características técnicas
Fuente: Basado en la información recibida por Cifema

Esta picadora tiene un costo de US\$ 1 150 (mil ciento cincuenta dólares americanos); es decir, aproximadamente, S/. 3 461,50 (tres mil cuatrocientos sesenta y un nuevos soles con cincuenta céntimos) que no incluyen los gastos de envíos y desaduanaje por traer el equipo al Perú, también, actualmente no poseen un representante en el Perú, así que la garantía se podría hacer efectiva devolviendo el equipo a Bolivia para su inspección.

3.3.3 Picadora Molino Universal Heinz-Fischer PIMO-1000

Los representantes en el Perú de la marca alemana Fischer [16] tienen este modelo de picadora de forraje, el cual como se muestra en la figura 3.6 nos entrega una buena cantidad de chala o forraje picado; es decir, 1 tonelada producida en sólo una hora. Además, posee 3 cuchillas que trabajan con un motor eléctrico de 5 caballos de fuerza, bajo la garantía que nos ofrece una marca alemana reconocida mundialmente y al tener su distribuidor aquí, se puede hacer efectiva la garantía de reparación por desperfectos.

Se tuvo contacto con la compañía Fischer-Perú a través de sus números telefónicos y se ofertó esta máquina a un precio de US\$ 1 135 (mil ciento treinta y cinco dólares americanos) que tendrían un equivalente en soles de aproximadamente, S/. 3 416,35 (tres mil cuatrocientos dieciséis nuevos soles y treinta y cinco céntimos).

PICADOR MOLINO UNIVERSAL MOVIL



MODELO	PIMO- 1000	MARTILLOS	1/8" * 4" * 40 U
CAPACIDAD	1 TM /hora	CUCHILLOS	3 - 1/4" * 10 "
MOTOR - E	5 HP	MEDIDAS	0,9x1,5x1,7 M

FISCHER AGRO - www.fischer-peru.com - FUNDACION HEINZ FISCHER - www.fundacionfischer.org

FIGURA 3.6: Picadora marca Fischer, modelo PIMO-1000
Fuente: Fischer-Peru

Por último, de estas tres propuestas de picadoras, se tomará en cuenta para el análisis su alimentación en voltaje continuo que es de 48V; su potencia que asciende a 5HP en promedio y su capacidad de producción, para, finalmente, elegir el más adecuado en el siguiente capítulo según su performance y su precio.

3.3.4 Elección de picadora

Basándose en las 3 propuestas anteriores, se descartará la tercera opción por la poca capacidad de forraje picado que puede ofrecer por hora. Luego, entre las picadoras Nogueira y Cifema presentadas se tendrá en cuenta la primera; ya que, cuenta con la capacidad necesaria para satisfacer los requerimientos diarios de alimento para ganado de la comunidad Micaela Bastidas; el precio es menor comparado con la otra opción; y ofrece servicio al cliente y mantenimiento dentro del país, no como la opción descartada que ofrece un servicio de excelente calidad, pero en Bolivia.

Por lo tanto, la opción para la picadora de forraje será la de la marca Nogueira, modelo PN PLUS 2000

3.4 Arreglo de baterías

Una batería se puede definir como un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica gracias a la acción de sus celdas internas. Las baterías más comunes son las de níquel-cadmio y las de plomo ácido que presentan diversas concentraciones de acuerdo a la aplicación que se necesita. Para el caso específico de carga a través de energía obtenida a partir de paneles solares se utilizan baterías de plomo ácido de ciclos profundos.

Estas se caracterizan por tener placas sólidas de plomo, a diferencia de por ejemplo, las baterías para arranque en donde sus placas son porosas. Esto permite que la superficie sea menor por lo que ofrece una menor potencia instantánea.

Las baterías de plomo ácido que se planean usar, cumplen con la siguiente reacción química (figura 3.7):

REACCIÓN ELECTROQUÍMICA SIMPLIFICADA DEL PLOMO ÁCIDO

DESCARGA >

< CARGA

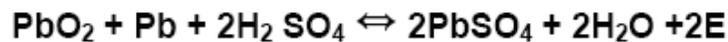


FIGURA 3.7: Ecuación química de las baterías de plomo ácido

En la descarga, se puede apreciar como el dióxido de plomo y el plomo son convertidos en sulfato de plomo liberando 2 electrones. Por el contrario, en la carga, el sulfato de plomo es convertido en dióxido de plomo y en plomo, liberando oxígeno e hidrógeno respectivamente.

Como en la sección 3.2 se pudo apreciar, la picadora elegida usa un motor de 24VDC que necesita 5HP, que equivalen a 3 730W, para funcionar; por ende, nuestro arreglo de baterías debe proporcionarnos estas cantidades.

Además, para el calcular la cantidad de corriente consumida por el motor de la picadora es necesaria una simple división de los 3 730W entre los 24V de alimentación, resultando una corriente nominal de 155,42A y estimándole un máximo de corriente en su pico de arranque de 234A, si se considera aproximadamente un 50% más que la corriente nominal.

3.4.1 Concorde Sun Xtender PVX-2120L

Realizada por uno de los fabricantes líderes en baterías para aeronáutica y aplicaciones solares, la batería es Concorde Sun Xtender PVX-2120L para aplicaciones de ciclo profundo provee 12 V y 136A-h.

Su precio es de US\$499,00 [17] (cuatrocientos noventa y nueve dólares americanos) que equivalen aproximadamente a S/. 1 501,99 (mil quinientos un nuevos soles con noventa y nueve céntimos) por cada batería.



FIGURA 3.8: Batería PVX-2120L

Fuente: www.isaveenergy.com, consultado el 04/2009

Entre las principales características que la batería PVX-2120L (anexo # 7) ofrece se tiene: un ratio de descarga propia de 1% aproximadamente por mes a una temperatura de 25°C; que está realizado con la mayoría de piezas bajo el estándar DOT HMR49 que indica que un material no es peligroso y; por último, sus electrolitos están recubiertos por AGM (*Absorbed Glass Mat*) que son separadores de vidrio micro poroso.

3.4.2 Rolls Surette 12CS 11PS

Esta marca de baterías es reconocida por servir para energizar en su mayoría yates y embarcaciones. Cuenta también, con una línea de baterías solares de ciclo profundo donde la que más se acomoda a nuestro planteamiento es el modelo 12CS 11PS que ofrece una capacidad de 121 A-h y otorga 12V. Como en capacidad satisface nuestros requisitos, entonces, solo se debe formar el arreglo de baterías en serie para que ofrezcan los 24V que estamos buscando.




FIGURA 3.9: Batería Surrette 12CS 11PS
Fuente: www.wholesolar.com

El precio por esta batería es de US\$ 1 020 [18] (mil veinte dólares americanos) que en nuestra moneda local serían S/. 3 070,20 (tres mil setenta nuevos soles con veinte céntimos). Además, ofrecen 10 años de garantía y se aseguran más de 2000 ciclos para un 80% de descarga profunda (anexo # 8).

3.4.3 UB-8D AGM

Este modelo de batería ofrece una capacidad de 110A-h y otorga 12V. Tiene una masa de 167 libras y al igual que la opción Concorde ofrece material hecho en AGM (Absorbed Glass Mat) además de cumplir con los estándares especificados en el ATA 60 de las Fuerzas Armadas Americanas [19], que es un estándar de aviación que se refiere a las prácticas comunes para hélices y rotores.

Así como en las otras opciones, al ofrecer 12V se tendrá que realizar un arreglo de baterías dispuestas en serie y paralelo para alcanzar los 24V y 234A que se necesitan para el sistema.



FIGURA 3.10: Batería UB-8D AGM
Fuente: www.apexbattery.com

El precio estipulado para esta batería es de US\$ 475,00 (cuatrocientos setenta y cinco dólares americanos con noventa y cinco centavos) que serían unos S/. 1 429,75 (mil cuatrocientos veintinueve nuevos soles con setenta y cinco céntimos).

3.4.4 Elección de baterías

Por la alta cantidad de corriente que puede ofrecer y, sobre todo, por la gran especialización que una excelente marca como Concorde ha tenido para con las baterías para aplicaciones solares; la elección apuntará a un arreglo de baterías de la marca Concorde y modelo Sun Xtender PVX-2120L. Como se indicó en el punto 3.3, el motor requiere una corriente nominal de 155,42A y de 234A en su pico de corriente en el arranque, por lo que se deberá disponer un arreglo de la siguiente forma:

- 2 en serie para alcanzar los 24VDC que necesita como alimentación el motor.
- 2 en paralelo al arreglo anterior para alcanzar y superar los 234A que alcanza la corriente de arranque del motor; supliéndolo con 272A-h (136A-h x 2).
- El arreglo de baterías será capaz de ofrecer unos 6 528W de potencia por hora estando cargadas al 100% por lo que el sistema estaría sobredimensionado en casi un 50%, ofreciendo la posibilidad de ampliar la cantidad de cargas a utilizar.

Las otras opciones de baterías disponibles fueron descartadas, en el caso de las baterías Rolls Surrette, por su alto precio; por otra parte, en el caso de las baterías UB-8D por necesitar de un arreglo de 3 baterías en paralelo para poder satisfacer las exigencias de corriente del motor de la picadora.

3.5 Controlador de Carga

Los paneles solares nos brindan energía eléctrica a partir de la energía que captan del Sol; sin embargo, la posición del Sol, el ángulo desde donde se capta la energía, la intensidad de su brillo e incidencia conllevan a una variación del voltaje a la salida del arreglo de paneles. Cuando la incidencia es poca, como por ejemplo

cuando pasa una nube, el voltaje llega a niveles de entre 7 a 8V; y cuando se encuentra, por ejemplo, a mediodía, llega a niveles de 20V más o menos por panel (el cuál es un nivel de voltaje muy alto para nuestro requerimiento).

Debido a esto, es imperativo que se tenga una unidad que se encargue de regular este voltaje y mantenga cargada la batería; cualquiera que sea la incidencia o las circunstancias sobre los paneles, la salida hacia las baterías sea los 24V que hemos diseñado en el punto anterior. Además, el controlador de carga debe ser capaz de cargar el arreglo de baterías en un tiempo adecuado y así, poder energizar la picadora diariamente a su máxima potencia.

3.5.1 Outback MPPT Charge Controller MX80

Bajo estos requerimientos, se buscó en el mercado un controlador de carga que cumpla con altos estándares lo que nos garantizará que funcione adecuadamente, como el Outback MPPT Charge Controller MX80 (referirse al anexo # 5).

Este controlador de carga presenta voltajes variables entre 12, 24, 48 y 60V; además de soportar hasta 80A de corriente de corto circuito. Entre todas sus características las más importantes son: su regulación DC/DC bajo el sistema MPPT (*Maximum power point tracker*) que es el aprovechamiento total de la energía captada por los paneles solares variando la resistencia para maximizar la potencia en el punto máximo de corriente y voltaje; el control de activación del sistema cuando se encuentra dentro del horario en donde el Sol ilumina, es decir desde las 5am hasta las 7pm; y compensación por temperatura opcional por RTS *Remote Temperature Sensor*. Además presenta un consumo muy bajo, llegando a 1W-h por lo que en un día, el consumo de energía presentado por este dispositivo sería de 24W lo que debería ser cubierto por la energía captada en el arreglo de paneles solares, y que son manejables para el arreglo de baterías.



FIGURA 3.11: Outback MPPT 80A
Fuente: www.siliconsolar.com

Por último, el precio de este controlador de carga solar es de US\$599,00 [20] (quinientos noventa y nueve dólares americanos) que equivalen a S/. 1 802,99 (mil ochocientos dos nuevos soles con noventa y nueve céntimos) en la empresa *Solar Panel Store* con dirección www.solarpanelstore.com

3.5.2 Xantrex XW MPPT60-150

El controlador de carga Xantrex XW MPPT60-150 (ver anexo # 6) al igual que la opción expuesta anteriormente ofrece la tecnología de carga MPPT que como se dijo maximiza la potencia ofrecida por las celdas fotovoltaicas.

Es otro de los pocos controladores que nos ofrece hasta 60V de regulación variando por pasos de 12V, 24V y 48V; sin embargo, la capacidad de corriente que soporta es de 60A lo que ocasionará que la carga sea un poco más lenta comparando con la opción previa, pero que no es algo crítico al considerar la cantidad de uso que se le dará al motor de picadora.



FIGURA 3.12: Xantrex XW MPPT60-150
Fuente: www.wholesalesolar.com

Las características principales de este controlador de carga son que ofrece cinco años de garantía y provee carga por compensación de temperatura. En la tabla 3.3 se pueden apreciar ciertas características tanto eléctricas como mecánicas del controlador de carga ofrecido.

Especificaciones eléctricas	
Voltaje nominal de batería	12, 24, 36, 48, 60 Vdc
Máximo voltaje en arreglo PV	140 Vdc
Máximo voltaje en circuito abierto	150 Vdc
Corriente de corto circuito	60A dc máximo
Tamaño de cable máximo y mínimo	#2 AWG a # 14 AWG
Potencia total consumida	2,5W
Métodos de regulación de carga	Tres (concentrado, absorción, flote)
	Dos (concentrado, absorción)
Especificaciones Mecánicas	
Dimensiones (Alto x Ancho x Largo)	368 x 146 x 138 mm
Masa	4.8Kg
Masa (con empaque)	8Kg
Dimensiones de embarque	483 x 229 x 350mm
Montado	Montado vertical
Garantía estándar	5 años

TABLA 3.3: Características eléctricas típicas del controlador Xantrex XW MPPT60-150
Fuente: www.xantrex.com

Por último, se oferta cada controlador de carga solar a US\$499 [21] (cuatrocientos noventa y nueve dólares americanos) que equivale a S/. 1 501,99 (mil quinientos un nuevos soles y noventa y nueve céntimos).

3.5.3 Elección del controlador de carga

A pesar que las dos opciones presentadas son muy buenas, ya que son regulables en cuanto al voltaje y alcanzan los 24VDC que se necesitan y poseen toda una tecnología normada como respaldo, se elegirá el controlador de carga Outback MPPT Charge Controller MX80 porque soporta 20A más de corriente que la otra opción por una variación de precio de US\$ 100, que no resulta excesiva. Además, cumple con estándares importantes como para darnos la suficiente seguridad, y tanto su tamaño como su potencia consumida (24W por día) son pequeños.

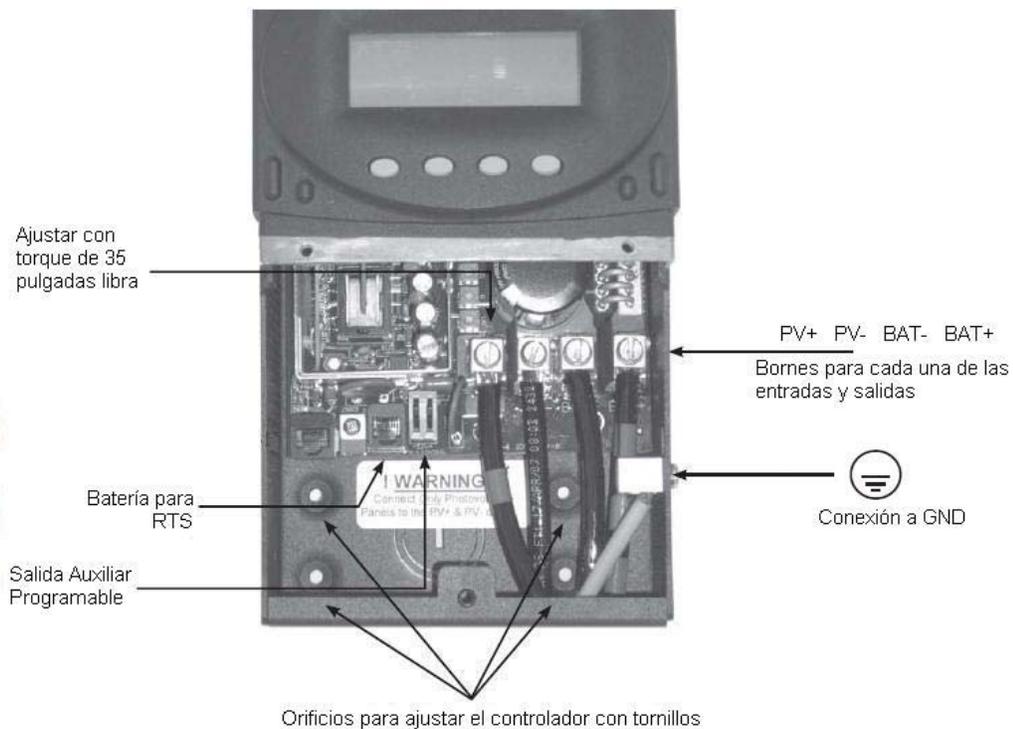


FIGURA 3.13: Diagrama de conexión
Fuente: Propia, basada en el manual de usuario

El controlador de carga elegido no requiere un *software* adicional, presenta uno ya preinstalado de fácil operación y programación detalladas en la guía del usuario. En la figura 3.13 se observa el diagrama de conexiones del controlador donde

destacan los bornes de entrada para el arreglo de paneles fotovoltaicos (PV+, PV-; entradas positiva y negativa respectivamente) y los bornes para las salidas hacia el arreglo de baterías (BAT+, BAT-; correspondientes a las salidas positiva y negativa). Estos deben ser ajustados con 35 libras pulgada y soportan cables de hasta AWG # 2. Internamente, tanto la entrada PV- como la salida BAT- están cortocircuitadas, por lo que sólo un cable es necesario para ponerlos al nivel del potencial más bajo; además existe un borne adicional al cuál se le conectará esta referencia (el marcado con: conexión a GND) para poner al mismo potencial el chasis del controlador.

Se aprecia también los agujeros para poder ajustar el controlador mediante tornillos; además, la salida auxiliar programable, que para esta aplicación no se usará; y la batería para el Sensor Remoto de Temperatura, RTS, por sus siglas en inglés.

3.6 Arreglo de paneles solares

Entre los paneles solares disponibles en el mercado existen dos clases para elegir:

- Monocristalinas.- Formadas por un único cristal de silicio
- Policristalinas.- Formadas a partir de diminutas partículas cristalizadas

En todas sus presentaciones estas cuentan con 12V de salida y varían de acuerdo a la potencia máxima que son capaces de proporcionar.

Sabiendo que se necesitarán 24V, se diseñará el arreglo de paneles solares necesarios para poder captar la suficiente energía para encender la picadora diariamente.

3.6.1 Cálculo de la cantidad de paneles solares

Con los datos detallados de incidencia solar en las coordenadas en las que se ubica la comunidad Micaela Bastidas presentados en el capítulo 1, donde el promedio ascendía a 4,36 KW-h en cada metro cuadrado; se puede calcular la cantidad de paneles solares necesarios con un área de superficie idónea como para captar toda la energía demandada por la picadora. Como se muestra en la figura

3.14 el horario de incidencia solar sobre un arreglo típico de paneles solares es desde las 08:00 hasta aproximadamente las 17:00 horas; sin embargo, se considerará la cantidad de horas trabajadas por los pobladores (normalmente de 7 horas) y, además, se le restará 1 hora adicional para ajustar la gráfica a la mínima cantidad de horas de irradiación solar posible, como sucede en invierno. Por lo que se considerarán 6 horas en donde el Sol alumbraba de manera continua.

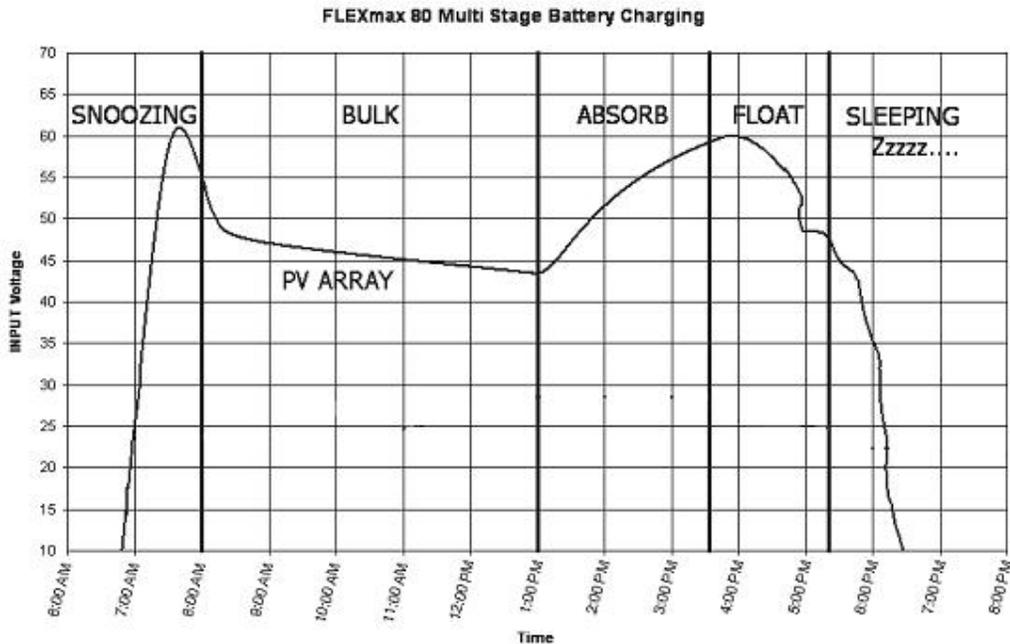


FIGURA 3.14: Curva de voltaje generado por el arreglo de paneles solares
Fuente: Manual de usuario del controlador de carga

Bajo esa premisa, para alcanzar los 3,754 KW (3 730 W o 5 HP de la picadora más los 24 W del controlador de carga) diarios:

- o Cantidad de potencia que debe ser recolectada en una hora = $3\,754\text{ W} / 6\text{ horas} = 625,7\text{ W} / \text{h}$

El arreglo de paneles solares deber captar 625,7 W por hora como mínimo para, al final del día, poder emplear la picadora de forraje.

3.6.2 Panel solar Sharp ND-123U1

Los paneles a utilizar tienen cada uno una potencia de 123W, es del tipo policristalino y es posible pedirlo bajo el código ND-123U1 en la dirección

www.isaveenergy.com (referirse al anexo # 3). Estos modelos de paneles desarrollados en investigaciones a través de 45 años por Sharp presentan las características detalladas en la tabla 3.4 que fue realizada basado en la información recogida [22] desde la página distribuidora de estos paneles que ofertan estos paneles a S/. 2 043,79 (Dos mil cuarenta y tres nuevos soles y setenta y nueve céntimos).

Potencia máxima (Pmax)	123W
Voltaje en máxima potencia (Vmp)	17.2V
Corriente en potencia máxima (Imp)	7.16A
Corriente en corto circuito	8.1A
Voltaje en circuito abierto	21.3V
Dimensiones	59.02" x 26.068" x 1.81"
Masa	30.86 lbs

TABLA 3.4: Características eléctricas típicas del panel solar ND-123U1
Fuente: Basado en www.isaveenergy.com

Para obtener los 24V que necesitamos; se deben implementar 2 paneles conectados en serie, los que nos brindará mayor voltaje. Además, colocando una cantidad de paneles en paralelo al arreglo que tenemos ya en serie; se podrá aumentar la capacidad de corriente otorgada por el arreglo de paneles; de esta manera, se obtendrá una mayor potencia.

Como se mencionó, los paneles captan 123W como máximo y si se colocan 3 en paralelo al mismo se obtendrán 738 W por cada hora, lo que nos permitirá alcanzar los 3 754W que se desean en un tiempo aproximado de 5,09h.

Finalmente, se tendría listo el arreglo de 6 paneles, dispuestos de 3 ramas en paralelo de 2 paneles en serie por cada rama, con diodos ultrarrápidos de protección (se usará el RURG8060 de 80A, anexo # 4) a la salida de sus bornes, esto para evitar que existan corrientes que entren en sentido contrario al normal flujo. Estos tienen un costo de S/. 17,40 en Fairchild Semiconductor [23]

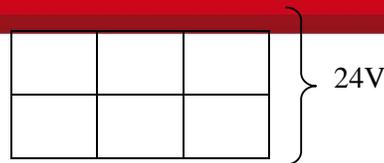


FIGURA 3.15: Arreglo final de paneles solares ND-123U1
Fuente: Propia

3.6.3 Panel solar Q-cell HBM210-16498p

Estos son uno de los mejores paneles presentes en la página www.todoenstock.com desarrollado por Q-cell captan una potencia de 210W por cada panel, además de una garantía por 5 años y se afirma que a los 10 años la producción bajará a 90% y en 25 años a 80%. Una de las particularidades esenciales en este modelo es que cuenta con certificaciones TÜV CLASII e IEC 61215 que denota la calidad de diseño y aprobación de tipo para módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para aplicaciones terrestres [24]. Este modelo finalmente se encuentra valorizado en S/. 2 197,61 (dos mil ciento noventa y siete nuevos soles con sesenta y un céntimos) y cuenta con las siguientes especificaciones detalladas en la tabla 3.5

MODELO	HBM(210) 16498p
Potencia	210 W
Vmax	18.8 V
I _{max}	7.29 A
Voc	35.6 V
I _{sc}	8.06 A
Vmax sistema	1000 V
Peso	19 kg
Nº células	60 (6x10)
Fabricante células	Q-cells
Tipo de silicio	Policristalino
Dimensiones	1643x987x50 mm

TABLA 3.5: Características eléctricas típicas del panel solar HBM210-16498p
Fuente: www.todoenstock.com/prod_placas.html

Finalmente, realizando el cálculo de la cantidad necesaria de paneles, como se dijo en los puntos previos, se necesitan 2 paneles en serie para obtener los 24V y con los 210W que son capaces de captar, entonces tan solo colocando 2 en paralelo a los anteriores se obtendrá 840W ($210W \times 4$); con lo que los 3 754W requeridos se obtendrán en 4,47h como mínimo.

Al igual que en la opción anterior se usarían diodos de protección RURG8060 de 80A .

3.6.4 Elección de paneles solares

La elección en este punto entre las dos opciones presentadas, se hace más clara luego del cálculo hecho. La segunda opción; es decir, el panel solar Q-cell HBM210-16498p significa el balance ideal entre cantidad de potencia recolectada y tiempo empleado, ya que, con las 4,47 horas en las que captan la potencia requerida para el funcionamiento del sistema, dan tiempo a los pobladores de poder picar el forraje dentro de su jornada laboral ordinaria; convirtiéndose en la mejor alternativa. También, no se empleará mucho espacio para el arreglo de paneles solares, a diferencia de la primera opción en donde se usan 6 paneles, se usarán sólo 4, captando incluso más energía que la primera opción. Por último presenta certificaciones internacionales que respaldan esta opción.

Como se mencionó, se conectarán diodos ultrarrápidos de protección RURG8060 a la salida de los bornes del arreglo de paneles, esto para evitar que existan corrientes que entren en sentido contrario al normal flujo. No se utilizará rompe circuitos (*Circuit Breakers*) debido a que la intensidad de corriente máxima del panel escogido es de 7,29A que en conjunto no superará los 80A que soporta el controlador de carga

3.7 Elección de cables y circuitos de protección

Es importante calcular la distancia y ancho que tendrán los cables que interconectarán los equipos, por ello con la ayuda de la tabla 3.6 donde se detalla el ancho del cable con respecto a la capacidad de amperaje que soporta, se podrá seleccionar los cables que se usarán para las conexiones de los equipos elegidos:

AWG	Diámetro de conductor (in)	Diámetro de conductor (mm)	Máxima corriente para conductor	Máxima corriente para transmisión de potencia	Frecuencia Máxima
0000	0.46	11.684	380	302	125 Hz
000	0.4096	10.40384	328	239	160 Hz
00	0.3648	9.26592	283	190	200 Hz
0	0.3249	8.25246	245	150	250 Hz
1	0.2893	7.34822	211	119	325 Hz
2	0.2576	6.54304	181	94	410 Hz
3	0.2294	5.82676	158	75	500 Hz
4	0.2043	5.18922	135	60	650 HZ

TABLA 3.6: Máximas cargas eléctricas en cables AWG
 Fuente: www.powerstream.com/Wire_Size.htm

De esta manera, para los tramos desde el controlador de carga a las baterías y desde las baterías hacia el motor de la picadora se usarán los siguientes cables:

- Tramo controlador de carga-batería :Cable AWG #2, que soportará los 80A máximos del controlador
- Tramo batería-motor :Cable AWG #0000, que soportará el pico de corriente de 234A

Adquiribles en Solar Store en colores rojo y negro a US\$1,97, el primero y US\$6,33, el último.

Asimismo, es necesario calcular la cantidad de cable adecuado para que la caída de voltaje entre punto y punto sea mínima y la distancia entre equipos sea suficiente maximizando así el uso del espacio físico del sistema.

Mediante la tabla 3.7. se puede obtener las distancias mínimas según el tipo de cable y la corriente que soportará para arreglos de 24 V, información presente en el Manual de Usuario del controlador de carga elegido.

24 V ARRAY

WIRE GAUGE	#8	#6	#4	#3	#2	#1	#1/0	#2/0	#3/0	#4/0
30	10	16	26	33	41	52	66	83	104	132
40	8	12	19	24	31	39	49	62	78	99
50	6	10	16	20	25	31	39	50	63	79
60	5	8	13	16	21	26	33	41	52	66
80	4	6	10	12	14	19	25	31	39	49
...										
240	-	-	-	-	-	-	-	-	45	51

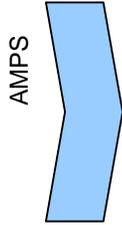


TABLA 3.7: Distancias mínimas para cables AWG según corriente
Fuente: Manual de usuario del FLEXmax80

En consecuencia, para el tramo del controlador de carga a la batería se usarán 15m. del cable AWG #2 que se eligió previamente; también, para el tramo desde el arreglo de baterías al motor de picadora se usarán 51 metros de cable AWG #4/0; de esta manera se determina un espacio manejable para las toneladas de chala que el sistema proporcionará.

Por otra parte, para la conexión y desconexión del motor a la batería, se utilizará un interruptor que soporte el pico de corriente de 234A y la corriente nominal de 155,42A. La opción elegida es un interruptor hecho en latón y plástico anticorrosivo que soporta hasta 250A de intensidad nominal como se muestra en la figura 3.14 del catálogo en línea de la tienda Pronautic



DESCONECTADOR DE BATERIA

Interruptor de circuito general, fabricado en latón y plástico anticorrosivo. Contactos de cobre. Maneta extraíble sujeta con cadena y tapa protectora. Apto hasta 24v. Distancia entre agujeros: 100 mm. Intensidad nominal: 250 A. Intensidad máxima: 2500 A. en 5" Ref. 056993

FIGURA 3.16: Características del interruptor
Fuente: www.pronautic.net/catalogo/pdfs/cat05_desconectador_bateria.pdf

Los motivos de la elección de este desconectador de batería obedecen al lugar en donde se aplicará el sistema, que al ser un lugar alejado debe presentar elementos simples y confiables; y a la gente que operará este sistema, que son campesinos con muy bajo grado de instrucción, por lo que un sistema manual como este interruptor representa la mejor opción.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo final, habiéndose elegido ya los componentes más convenientes para el diseño en base a comparar precios, estándares que cumplen y adaptabilidad del producto a las necesidades de la comunidad; se desarrollará un informe económico en donde se podrá apreciar a cuánto ascendería la inversión y su tiempo de recuperación, si es que el sistema fuese llevado a la realidad en la quebrada de Venado Muerto.

4.1 Componentes elegidos

Haciendo un pequeño recuento de los componentes elegidos en el capítulo previo se tiene:

- *Picadora de forraje:* Se eligió la opción, marca Nogueira modelo PN-PLUS 2000 que presenta un costo de S/. 3 403,00
- *Arreglo de baterías:* Se utilizará un arreglo de 2 baterías en serie y 2 en paralelo en la marca Concorde, modelo Sun Xtender PVX-2120L. Cada batería presenta un precio de unos S/. 1 501,99
- *Controlador de carga:* El más conveniente resultó ser el modelo Outback MPPT Charge Controller MX80 que se adquiere a un precio de S/. 1 802,99
- *Paneles solares:* Se optó por las celdas fotovoltaicas Q-Cell HBM210-16498p dispuestas en un arreglo de 2 en serie y 2 en paralelo, con un costo de S/. 2 197,61 por cada panel.

4.2 Disposición de componentes

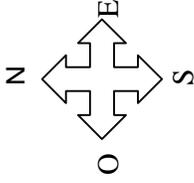
Todo este diseño implica contar con un área física para que estos componentes puedan ser distribuidos y exista; además, espacio para la seguridad de quién maneje la picadora e incluso para posibles imprevistos.

Se plantea, ya que la materia prima es el forraje que crece en los campos de la quebrada, se pueda contar con un área dentro de alguna parcela de alfalfa o maíz por ciertas ventajas que esta ubicación ofrece:

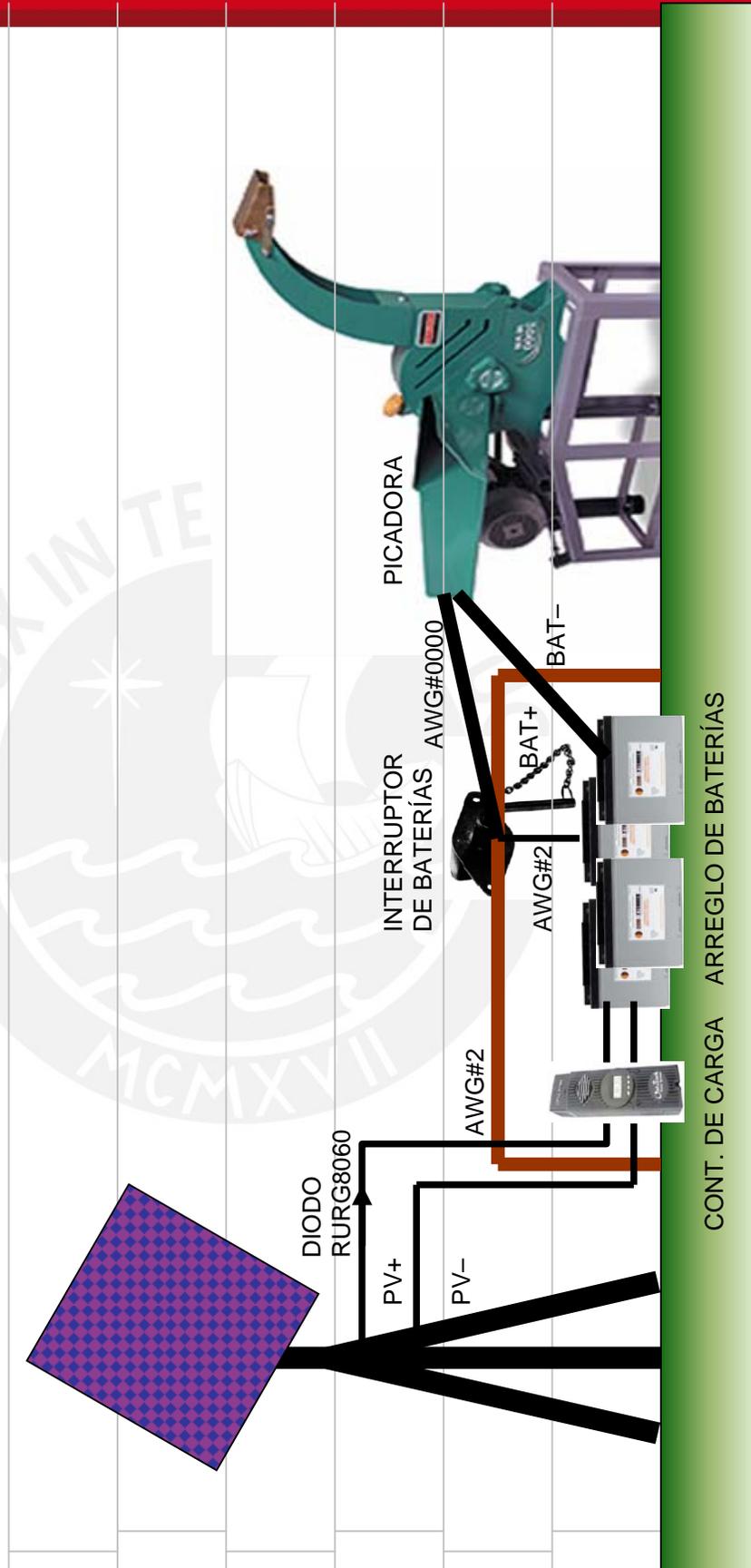
- Menor riesgo de presencia de sombras (excepto las causadas por las nubes) que puedan obstaculizar el normal desempeño del sistema.
- Proximidad a la materia prima y al ganado que normalmente concurre allí.
- Al ser un espacio abierto ofrece mayor seguridad en caso de un accidente.

Mediante la figura 4.1, se podrá observar la disposición de la solución donde, cada línea, representa medio metro en tamaño real. Allí, se tiene el arreglo de paneles solares cada uno sobre un rack de una altura de 2,5m a un costo aproximado de S/. 300,00 a un ángulo de 34 grados hacia el Norte, ángulo en el que captan la máxima cantidad de energía solar en el Hemisferio Sur debido a la posición de la Tierra [25]. Además, la forma en como irán los componentes, que va acorde con el diagrama de bloques de solución propuesto durante el capítulo 3, se refleja en la figura 4.1. Se puede apreciar aparte de los 4 paneles solares en los racks, los diodos RURG8060 que irían a lo largo del cable de tamaño AWG # 2 que se conectará al Controlador de Carga.

Junto al Controlador de Carga se ubicará, en una caja de madera de un precio estimado en S/. 500,00 con seguro (candado), el arreglo de baterías; esto, debido a que el acceso a estos componentes estará restringido solo a ciertas personas que estarán encargadas del mantenimiento de los mismos. En la parte superior, se puede apreciar el interruptor que accionará el conjunto de baterías y por consiguiente, el funcionamiento del motor eléctrico de la picadora; que están enlazados por medio de un cable AWG # 0000.



ARREGLO DE 4 PANELES
SOLARES EMPOTRADOS EN
RACKS DE 2.5M DE ALTURA



4.3 Medidas de seguridad

Teniendo ya, la disposición de los componentes, funcionando a rangos óptimos debido a su posición y dimensionamiento; es importante, la seguridad de quien opere este diseño para la prevención de accidentes. Por ello se recurrirá a la ergonometría, que el diccionario define como la ciencia que estudia la capacidad y la psicología del hombre en relación con su trabajo y la maquinaria o equipo que maneja, y trata de mejorar las condiciones que se establecen entre ellos. [26]

De esta manera, mediante la ergonometría y de acuerdo al tratado de la organización Mundial de la Salud con respecto a la Contaminación por Ruidos [27] se podrá tener una correcta disposición del lugar del trabajo, no solo para prevenir accidentes; sino también, para la protección y conservación de la salud del operario.

Considerando el sistema propuesto, un factor importante a considerar sería el ruido causado por el motor eléctrico de la picadora. El nivel de ruido de un motor de las características de la picadora es de entre 65dB a 80 dB; y según las diferentes intensidades de contaminación acústica se pueden tener distintas influencias como se muestra en la figura 4.2:

DESDE	HASTA	UNIDAD	CONSECUENCIAS
65	90	decibeles	Influencia física y psíquica
90	120	decibeles	Peligro de daños auditivos
Mayores a	120	decibeles	Imminencia de daños auditivos

FIGURA 4.2: Niveles de contaminación acústica

Fuente: <http://cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/integra/3/pdf/cap2.pdf>

Los ruidos superiores a 65 decibeles causan en un ser humano efectos negativos tales como: [28]

- Problemas cardíacos y cardiovasculares
- Problemas del sistema digestivo
- Estrés
- Problemas de insomnio
- Dificultades en la concentración
- Efectos negativos en el sistema nervioso vegetativo que comandan funciones orgánicas que no pueden ser influenciadas por el hombre

Esto es reducible, no sugiriendo pero demandando el uso de protectores auditivos cada vez que se utilice la máquina o se esté cerca de ella. Se pueden utilizar los tapones de espuma de poliuretano de 3M que, reducen el ruido en 36dB, cumplen con las normas ANSI S3.19 y ANSI S12.6 que se refieren a la reducción de ruido y cuestan aproximadamente S/. 1,00. [29]

También, el grado de visibilidad es importante; razón por la que, la caja que contiene el controlador de carga y el arreglo de baterías no es de metal, ya que reflejaría la luminosidad de los rayos solares.

Recordar con letreros visibles en el sistema el uso de guantes protectores para las manos; gafas protectoras para posibles esquirlas que salten producto del picado de la chala y los ya mencionados protectores auditivos es una prioridad. Una muestra de este aviso informativo se puede apreciar en la figura 4.3



FIGURA 4.3: Panel informativo

Fuente: Propia, basado en imágenes de PROSAC, distribuidor autorizado de 3M

Sería muy prudente, también, implementar letreros de seguridad para el manejo de las baterías por parte de los pobladores como:

- Prohibir el fumar cerca de las baterías debido a las descargas de hidrógeno que se producen, lo cuál podría llevar a una explosión.
- No tocar las baterías con anillos o joyas que son conductivas y que podría llevar a descargas y severas quemaduras.
- No desconectar las baterías sin antes haber apagado el controlador de carga.

4.4 Informe económico

El sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras, como cualquier otro sistema, presenta un costo, si el mismo se llegase a implementar. Todos estos gastos provienen de los componentes a utilizar en este sistema y no se incluye el costo por instalación ni tampoco el costo por las horas de desarrollo invertidas.

Así, se tendría en la tabla 4.1 el total que los pobladores de la comunidad Micaela Bastidas deberían pagar para que este proyecto se lleve a la realidad, considerando como tipo de cambio de Dólares Americanos a Nuevos Soles de US\$ 1 = S/. 3,01

Componentes	Cantidad	Precio (\$)	Precio (S/.)	Subtotal
Picadora Nogueira PN-PLUS 2000	1	1130,56	3403,00	3403,00
Paneles solares 210W	4	730,10	2197,61	8790,44
Controlador de carga Outback MPPT 80 ^a	1	599,00	1802,99	1802,99
Batería Concorde SunXtender PVX-2120L	4	499,00	1501,99	6007,96
Diodos RURG 8060	1	5,78	17,40	17,40
Cable AWG # 2 (por metro)	15	1,97	5,93	88,95
Cable AWG # 0000 (por metro)	51	6,33	19,05	971,55
Desconectador de batería	1	79,00	237,79	237,79
Elementos de seguridad (15 taponés + gafas + guantes)	1		30,00	30,00
3 Racks + Caja de madera			1400,00	1400,00
			TOTAL (S/.)	22750,08

Tabla 4.1: Tabla de costos del sistema

El costo del diseño, como se detalla en la tabla anterior, se eleva a S/. 22 750,08 (Veintidós mil setecientos cincuenta nuevos soles con ocho céntimos). Gracias a la encuesta realizada en la comunidad Micaela Bastidas y con la ayuda de las proyecciones y estimaciones hechas en el capítulo 3, se podrá tener una idea del gasto que realiza la comunidad en el mantenimiento de su ganado vacuno y producción de chala; así como el tiempo en que podrán recuperar su inversión.

Se mencionó en el anterior capítulo que el 56,6% de familias en la comunidad posee ganado. Se consideró 137 cabezas de ganado vacuno como lecheras y que consumían 2 329 kg. diarios de chala.

El alquiler de un tractor como se mencionó está alrededor de S/. 100,00 la hora. Para el cálculo, utilizaremos la picadora más potente que existe en la comunidad,

dejando de lado las picadoras manuales o pequeñas a motores diesel. Esta picadora del Sr. Cotacora es capaz de picar 9 toneladas en tan solo 1 hora.

Considerando que, el total de ganado vacuno consume 2 329 kg. diarios como se mencionó, entonces:

$$2\,329\text{ kg.} \times 30\text{ días} \rightarrow 69\,870\text{ kg. mensuales}$$

Por otra parte, la picadora del Sr. Cotacora sería capaz de producir esta cantidad en:

$$69\,870\text{ kg.} / 9\,000\text{ kg.} \times \text{hora} \rightarrow 7,763\text{ horas}$$

Esto, nos indica que sería necesario el alquiler del tractor por 8 horas, para tener la chala para el ganado de todo un mes. Así, por 8 horas, nos cobrarían S/. 800,00 mensuales.

Sin embargo, debido a que nuestro sistema es energizado por una fuente renovable, el gasto mensual para alimentar a todo el ganado sería eliminado; y en cierto tiempo, se recuperaría la inversión, e incluso, se obtendrían ganancias a partir del sistema.

Costo de alquiler de tractor	100
Horas mensuales de alquiler	8
Gasto mensual	800
Inversión	22750,08

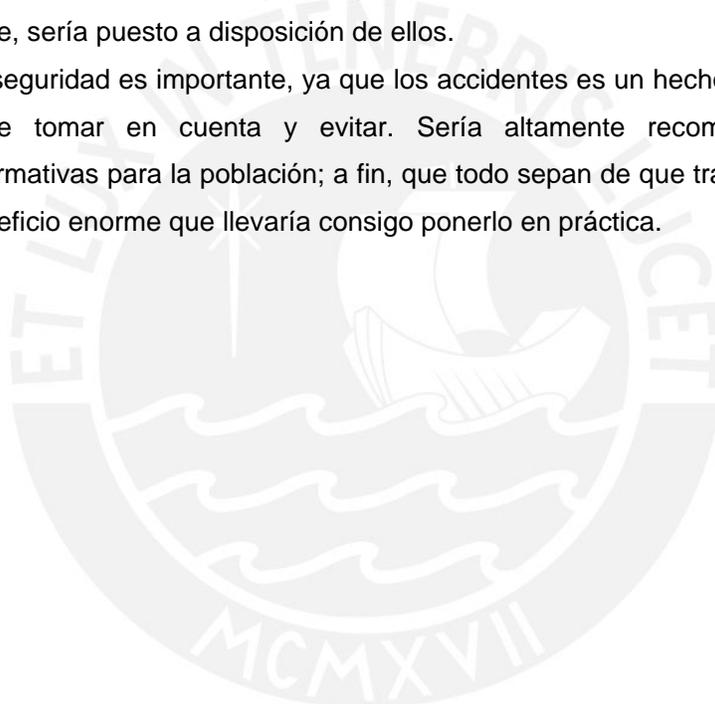
Tiempo de recuperación (meses)	28,44
Tiempo de recuperación (años)	2,37

Tabla 4.2: Tabla de recuperación de inversión
Fuente: Propia

En la tabla 4.2, se resumen los gastos mensuales en la comunidad para alimentar a todo el ganado vacuno. Como se puede apreciar, la división entre la inversión y el gasto mensual, nos da como resultado el tiempo en que se recuperará el dinero. Estos 2 años y 4 meses, son un tiempo relativamente bajo de recuperación para un sistema que es autónomo y que podría resultar más beneficioso con la venta de este alimento para ganado a pueblos aledaños.

4.5 Conclusiones del capítulo

- Se ha podido apreciar que el tiempo de recuperación de la inversión en el sistema con paneles solares es de aproximadamente 2,44 años. A sabiendas que el tiempo de vida útil de un panel solar es de 10 a 15 años, las ganancias durante el resto de tiempo serán sustanciosas para la comunidad Micaela Bastidas ya que no dependerán de terceros para poder obtener energía eléctrica e incluso, con una adecuada política de mercadeo, poder vender a otros pueblos la chala como producto final.
- A pesar de ser una cifra grande de inversión, ésta es factible de pagar, ya que el sistema está diseñado para soportar a la demanda de toda la comunidad; por ende, sería puesto a disposición de ellos.
- La seguridad es importante, ya que los accidentes es un hecho palpable que se debe tomar en cuenta y evitar. Sería altamente recomendable charlas informativas para la población; a fin, que todo sepan de que trata el sistema y el beneficio enorme que llevaría consigo ponerlo en práctica.



CONCLUSIONES

- El sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras para ser utilizado en la comunidad agrícola Micaela Bastidas es capaz de cumplir a cabalidad con los requerimientos de 2 329 kg de forraje picado que la comunidad necesita por día para poder alimentar a la todo el ganado vacuno.
- El índice de incidencia solar debido a la ubicación en el mapa de Micaela Bastidas, favorece a la obtención de suficiente energía para alimentar al motor de picadora de 5HP y el controlador de carga. El sistema, en general, es capaz de suministrar hasta 6 528W de potencia; capacidad lo bastante grande como para poder ampliar el sistema a futuro.
- Mediante el sistema, se mejora la eficiencia y eficacia de las actividades realizadas en la comunidad; evitando el uso de motores diesel y eliminando los costos mensuales por el uso de estos; favoreciendo el ahorro de los pobladores y la recuperación de su inversión en 2 años y 4 meses; y por ende, promoviendo su desarrollo.
- El sistema es pensado en el bienestar y protección no sólo del ecosistema, sino también de las personas que operarían este sistema y los que están alrededor. Además, el sistema está orientado a facilitarles el trabajo sin requerir una preparación previa para poder hacerlo funcionar; está desarrollado y orientado para su uso práctico.
- La ubicación de ciertas localidades en el orbe, y sobre todo la posición del Perú en el mapa, deben contribuir al desarrollo de sistemas como este; que permitan obtener energía a partir de fuentes renovables, y por lo tanto, un desarrollo sustentable.
- Sistemas como el presentado, traen muchos beneficios y ventajas, tanto para los centros poblados donde se puedan implementar, como también para el ecosistema de estos lugares. Es una alternativa muy eficiente para el desarrollo de pueblos alejados, que con el apoyo de empresas privadas y el Estado podría convertirse en realidad.

RECOMENDACIONES

- Es altamente recomendable implementar el sistema para el picado de chala, por los grandes beneficios que le acarrearía a la comunidad Micaela Bastidas.
- Se sugiere que para completar la idea de mejorar la productividad del ganado vacuno, se desarrolle una tesis similar pero aplicada a ordeñadoras automáticas.
- Esta tesis, no solo serviría a la comunidad Micaela Bastidas, sino también a diversas comunidades campesinas del Perú. Por lo que es muy recomendable intentar reproducir modelos en distintos puntos del país.



BIBLIOGRAFÍA

[1] WIKIPEDIA

2008 Agricultura [en línea]

<http://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>

[2] ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER

2006 Surface meteorology and solar energy [en línea]

<http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse>

[3] MAPS OF WORLD

2006 Alternative Power Consuming Countries [en línea]

<http://mapsofworld.com/world-top-ten/alternative-power-consuming-countries.html>

[4] GREEN, Moth

2002 Home Power

Artículo tomado de la edición número 87, páginas 10 a 20

[5] CNET News Blog

2007 Tech News Blog: A solar-powered factory for green drywall maker [en línea]

http://news.cnet.com/8301-10784_3-9774968-7.html

[6] SCHMALENSEE, Richard

1998 The review of economics and statistics

Emissiones mundiales de monóxido de carbono 1950-2050

Volumen 80, Número 1, Páginas 15-27

[7] SERIOUS MATERIALS INC.

2008 Serious Materials : The Sustainable Building Products Company [en línea]

<http://www.seriousmaterials.com/html/index.html>

[8] SOLARSERVER

2001 The photovoltaic market in Japan [en línea]

www.solarserver.de/solarmagazin/artikelseptember2001-e.html

[9] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY DATA SERVICES

2008 Nedo Statistics [en línea]

<http://data.iea.org/IEASTORE/DEFAULT.ASP>

[10] RENEW ON LINE UK 32

2004 Renew On Line UK [en línea]

<http://eeru.open.ac.uk/natta/renewonline/rol32/3.html>

[11] INTERAMERICAN

2008 Interamerican-Eolica [en línea]

<http://www.energiainnovadora.com/index.html>

[12] TEXTOS CIENTÍFICOS

2008 Celdas solares [en línea]

<http://www.textoscientificos.com/energia/celulas>

[13] SOLARTRONIC

2008 Solartronic: Energía renovable [en línea]

www.solartronic.com

[14] VIBADIS

2008 Vibadis: Energy [en línea]

www.vibadis.es

[15] DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA DE LA LENGUAJE ESPAÑOLA

2009 RAE [en línea]

www.rae.es

[16] FISCHER-PERU

2008 Representante de Fischer en el Perú [en línea]

<http://www.fischer-peru.com>

[17] I SAVE ENERGY

2008 Distribuidor de baterías Concorde Sun Xtender [en línea]

<http://isaveenergy.com/batteries.aspx>

[18] SURRETTE

2008 Distribuidor de baterías Rolls Surrette [en línea]

http://surrette.com/pdf/pdf_rolls/12cs11ps.pdf

[19] APEX BATTERIES

2008 Distribuidor de baterías NB-8D AGM [en línea]

<http://www.apexbattery.com/adventure-power-ub121100-group-30h-marine-battery-marine-batteries.html>

[20] SOLAR PANEL STORE

2008 Distribuidor de Outback MX80 [en línea]

<http://www.solarpanelstore.com/solar-power.large-charge-controllers.outback-mx.fm80.info.1.html>

[21] WHOLE SALE SOLAR

2008 Distribuidor de Xantrex XW [en línea]

<http://www.wholesalesolar.com/products.folder/controller-folder/xantrexXWSCC.html>

[22] I SAVE ENERGY

2008 Distribuidor de paneles solares Sharp [en línea]

<http://isaveenergy.com/solarpanels.aspx>

[23] Fairchild Semiconductor

<http://es.farnell.com/9843930/semiconductores-discretos/product.us0?sku=fairchild-semiconductor-rurg8060>

[24] CENER

2008 ¿Qué es el Standard IEC61215? [en línea]

http://www.cener.com/es/areas/solar_fotovoltaica/area_lemf.asp

[25] YOUR HOME AUSTRALIA

<http://www.yourhome.gov.au/technical/images/67b.jpg>

[26] Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

[27] Noise Pollution en inglés

<http://www.euro.who.int/Noise>

[28] Ergonometría, conceptos básicos

Capítulo 2

<http://cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/integra/3/pdf/cap2.pdf>
df Pág 23 – 25

[29] PROSAC, distribuidor autorizado de 3M

<http://www.prosac.com.pe/?gclid=CPWK7YrGj5sCFR4hnAodUHkbqA>

EL EFECTO FOTOVOLTAICO

2008 El efecto fotovoltaico y sus aplicaciones [en línea]

<http://solarfotovoltaica.galeon.com/ARCHIVOS/efecto.htm>



INDICE

	Pág.
ANEXOS	
Anexo #1	3
Anexo #2	5
Anexo #3	7
Anexo #4	8
Anexo #5	10
Anexo #6	12
Anexo #7	14
Anexo #8	15



ANEXO # 1



Lima, 21 de Noviembre del
2008

Señor : NESTOR LAZO

Ciudad : LIMA

Teléfono :

Nos es grato presentar nuestra cotización por:

PICADORA DE FORRAJE: PN PLUS 2000 - NOGUEIRA



Esta Picadora es de origen Brasileño, fabricado en acero. De concepción moderna e innovadora, esta picadora proporciona el máximo desempeño en el picado de forrajeras utilizadas en la ración diaria de animales tales como: caña de azúcar, gramíneas (cereales, semillas, arroces, avenas, cebada, trigo), sorgo,

alfalfa, chala, maíz, y demás variedades.

Característica Técnicas		
Producción	2500 Kg. /hora	
Rotación del rotor	2200 rpm	
Número de cuchillas	03	
Potencia (HP)		
Motor Eléctrico	Motor a gasolina	Motor a diesel
5	8.0	9.0

PRECIO TOTAL PICADORA (C/IGV).....: S/ 3403.00



Condiciones Comerciales

Precio: Incluye IGV, y puesto en la oficina de Lima o agencia donde indique el cliente.

Garantía: 2 años

Modalidad de Pago: Contado

Sin otro particular nos despedimos quedando a su servicio.

Atentamente,

Eco. Lyda Fernández A.
AREA DE VENTAS

GRUPO Agrinmar
GRUPO AGRINMAR SAC
RUC:20481101001

GRUPO AGRINMAR S.A.C.

- DIRECCION: JAVIER PRADO OESTE 2095 SAN ISIDRO LIMA - PERU.
- E - mail: agrinmar@yahoo.es
- Nº CUENTA CTE - BCO DE CREDITO DEL PERU
en Dólares: 570 – 1539102 – 1 – 69
- Nº CUENTA CTE - BCO DE CREDITO DEL PERU
en Soles: 570 – 1598535 – 0 – 91

Teléfono: (01) 264 - 2792

FAX: (01) 264 - 0084

ANEXO # 2



PICADORA "P- 30" EN OPERACIÓN



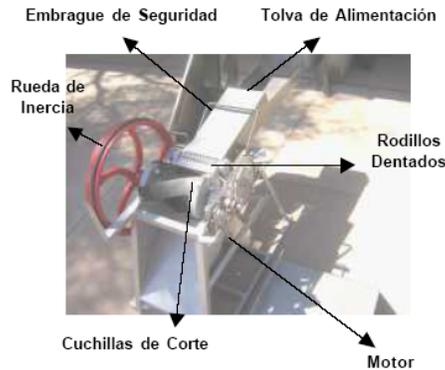
Productores lecheros trabajando con su Picadora adquirida Viloma-Cochabamba-Bolivia

Por su tamaño, rendimientos, fácil operación, mantenimiento, entre otras bondades los pequeños y medianos productores de leche se encuentran incentivados por la adquisición de esta nueva oferta tecnológica desarrollada por la Universidad Mayor de San Simón mediante CIFEMA S.A.M. y gracias a la COSUDE.

Actualmente se trabaja con las asociaciones de productores de leche para masificar su difusión y sobre todo los resultados que se obtienen al usar esta tecnología de poscosecha referida a la conservación de los forrajes.

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PICADORAS MOD: P-30 y P-40

MODELO: P-30



Unidad de fuerza: Motor estacionario a gasolina de 6.5 HP / Motor eléctrico monofásico de 5 HP.

Tipo de alimentador: Mecánico, a través de dos rodillos dentados contrapuestos.

Embrague de seguridad: Mecánico de accionamiento directo.

Rendimiento min.: 800 a 1000 Kg/hora

Rotación mínima del rotor de corte: 350 U.min

Número de cuchillas de corte: 3

Peso:

Picadora 160 Kg

Picadora con motor a gasolina 175 Kg

Picadora con motor eléctrico 220 Kg

Dimensiones picadora instalada:

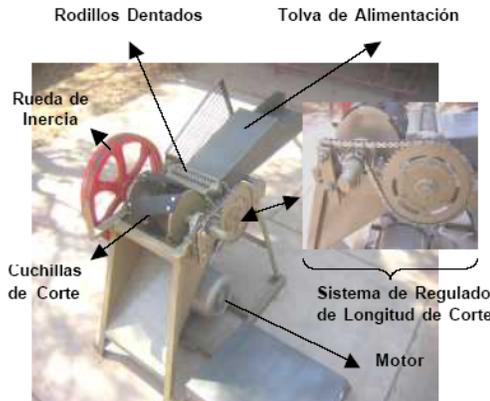
Altura 1.20 m

Largo incluida tolva 1.80 m

Ancho 0.80 m



MODELO: P-40



Unidad de fuerza: Motor estacionario a gasolina de 6.5 HP / Motor eléctrico monofásico de 5 HP.

Tipo de alimentador: Mecánico, longitud de corte regulable a través de dos rodillos dentados contrapuestos.

Rendimiento: 1000 a 1300 Kg/hora
Rotación mínima del rotor de corte: 500 U.min

Número de cuchillas de cort..... 4

Peso:

Picadora 140 Kg

Picadora con motor a gasolina... 155 Kg

Picadora con motor eléctrico.... 200 Kg

Dimensiones picadora instalada:

Altura..... 1.10 m

Largo incluida tolva..... 1.80 m

Ancho..... 0.80 m

2. PRECIO

MODELO: P-30

Picadora \$us. 850.-

Picadora con motor a gasolina..... \$us. 1.000.-

Picadora con motor eléctrico..... \$us. 1.100.-

MODELO: P-40

Picadora \$us. 900.-

Picadora con motor a gasolina..... \$us. 1.050.-

Picadora con motor eléctrico..... \$us. 1.150.-

Por la compra de una picadora **P-30 ó P-40** reclame el manual de operación y mantenimiento.

¿Por qué comprar una Picadora P- 30 ó P- 40?

- Son las más económicas del mercado.
- Su utilización no depende del tractor.
- Por la garantía real de mantenimiento y repuestos, ya que la fábrica se encuentra en Cochabamba-Bolivia.
- Por su óptimo rendimiento y tamaño apropiado para pequeñas y medianas explotaciones lecheras.
- Pueden funcionar con motor a gasolina o eléctrico.
- Por la tecnología suiza de su fabricación y el respaldo de más de 25 años de experiencia de CIFEMA en la oferta de innovaciones tecnológicas mecánicas.
- Por su fácil operación y mantenimiento.

Información y Ventas: CIFEMA S.A.M.
 Dirección: Av. Petrolera Km 4 – Zona La Tamborada
 Teléfono: 591-4-4761505 - Telefax: 591-4-4765461
 e-mail: cifemasam@supernet.com.bo
 Cochabamba-Bolivia



ANEXO # 3

ND-123U1 - 123 Watt Polycrystalline, 12V with J-Box

List Price: \$789.00
 Your Price: \$679.00
 You Save: \$110.00 (14%)

Item Number: ND-L3E1U 123

Manufacturer: Sharp
 Manufacturer Part No: ND-L3E1U 123

Quantity [Add to Cart](#)

[Add to a new shopping list](#)

[Email this page to a friend](#)



[View Larger Image](#)

Sharp's NE-123U1 photovoltaic modules offer industry-leading performance, durability, and reliability for a variety of electrical power requirements. Using breakthrough technology perfected by Sharp's nearly 45 years of research and development, these modules use a textured cell surface to reduce reflection of sunlight, and BSF (Black Surface Field) structure to improve conversion efficiency. An anti-reflective coating provides a uniform blue color and increases the absorption of light in all weather conditions.

Common applications RVs, cabins, solar power stations, pumps, beacons, and lighting equipment. Designed to withstand rigorous weather conditions, a junction box is also provided for easy electrical connections in the field.

Typical Electrical Characteristics

Maximum Power (P_{max})

123W

Voltage at P_{max} (V_{mp})

17.2V

Current at P_{max} (I_{mp})

7.16A

Warranted minimum P_{max}

110.7W

Short-circuit current (I_{sc})

8.1A

Open-circuit voltage (V_{oc})

21.3V

Mechanical Characteristics

Dimensions

59.02" x 28.068" x 1.81"

Weight

30.86 lbs

ANEXO # 4



RURG8060

Data Sheet

January 2002

80A, 600V Ultrafast Diode

The RURG8060 is an ultrafast diode with soft recovery characteristics ($t_r < 75\text{ns}$). It has low forward voltage drop and is of silicon nitride passivated ion-implanted epitaxial planar construction.

This device is intended for use as a freewheeling/clamping diode and rectifier in a variety of switching power supplies and other power switching applications. Its low stored charge and ultrafast recovery with soft recovery characteristic minimize ringing and electrical noise in many power switching circuits, thus reducing power loss in the switching transistors.

Formerly developmental type TA09886.

Ordering Information

PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
RURG8060	TO-247	RURG8060

NOTE: When ordering, use the entire part number.

Symbol



Features

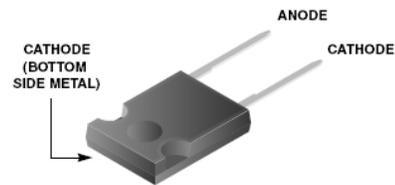
- Ultrafast with Soft Recovery..... <75ns
- Operating Temperature 175°C
- Reverse Voltage 600V
- Avalanche Energy Rated
- Planar Construction

Applications

- Switching Power Supplies
- Power Switching Circuits
- General Purpose

Packaging

JEDEC STYLE 2 LEAD TO-247



Absolute Maximum Ratings $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

	RURG8060	UNITS
Peak Repetitive Reverse Voltage..... V_{RRM}	600	V
Working Peak Reverse Voltage..... V_{RWM}	600	V
DC Blocking Voltage..... V_R	600	V
Average Rectified Forward Current..... $I_{F(AV)}$ ($T_C = 72^\circ\text{C}$)	80	A
Repetitive Peak Surge Current..... I_{FRM} (Square Wave, 20kHz)	160	A
Nonrepetitive Peak Surge Current..... I_{FSM} (Halfwave, 1 Phase, 60Hz)	800	A
Maximum Power Dissipation..... P_D	180	W
Avalanche Energy (See Figures 7 and 8)..... E_{AVL}	50	mJ
Operating and Storage Temperature..... T_{STG}, T_J	-65 to 175	°C

RURG8060

Electrical Specifications $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_F	$I_F = 80\text{A}$	-	-	1.6	V
	$I_F = 80\text{A}, T_C = 150^\circ\text{C}$	-	-	1.4	V
I_R	$V_R = 600\text{V}$	-	-	250	μA
	$V_R = 600\text{V}, T_C = 150^\circ\text{C}$	-	-	2.0	mA
t_{rr}	$I_F = 1\text{A}, dI_F/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	-	75	ns
	$I_F = 80\text{A}, dI_F/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	-	85	ns
t_a	$I_F = 80\text{A}, dI_F/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	40	-	ns
t_b	$I_F = 80\text{A}, dI_F/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	-	25	-	ns
$R_{\theta\text{JC}}$		-	-	0.83	$^\circ\text{C}/\text{W}$

DEFINITIONS

V_F = Instantaneous forward voltage ($p_w = 300\mu\text{s}, D = 2\%$).

I_R = Instantaneous reverse current.

t_{rr} = Reverse recovery time (See Figure 6), summation of $t_a + t_b$.

t_a = Time to reach peak reverse current (See Figure 6).

t_b = Time from peak I_{RM} to projected zero crossing of I_{RM} based on a straight line from peak I_{RM} through 25% of I_{RM} (See Figure 6).

$R_{\theta\text{JC}}$ = Thermal resistance junction to case.

p_w = pulse width.

D = duty cycle.

Typical Performance Curves

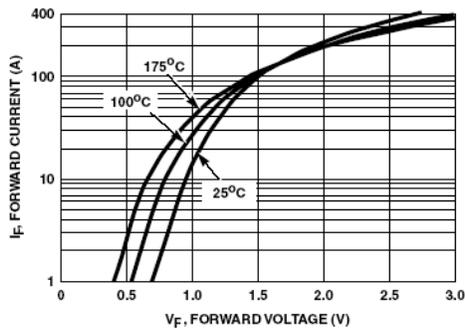


FIGURE 1. FORWARD CURRENT vs FORWARD VOLTAGE

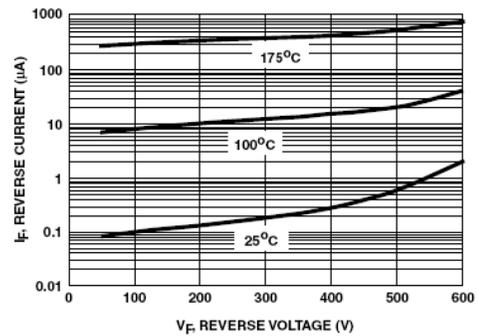


FIGURE 2. REVERSE CURRENT vs REVERSE VOLTAGE

ANEXO # 5



FLEXmax 80
Continuous Maximum Power Point Tracking Charge Controller





- Increases PV Array Output by up to 30%
- Advanced Continuous Maximum Power Point Tracking Algorithm
- Full Output Capacity in Ambient Temperatures up to 104° F (40° C)
- Battery Voltages from 12 VDC to 60 VDC
- Automatic Battery Voltage Detection at Start Up
- Fully OutBack Network Integrated and Programmable
- Programmable Auxiliary Control Output
- Negative or Positive Ground System Capable
- Built-in 128 days of Data Logging

The FLEXmax 80 is the latest innovation in Maximum Power Point Tracking (MPPT) charge controllers from OutBack Power Systems. The FLEXmax 80's innovative MPPT algorithm is both continuous and active, increasing your renewable energy yield up to 30%. Thanks to enhanced cooling, the FLEXmax 80 can operate at its full 80 amp maximum current rating in ambient temperatures as high as 104°F (40°C).

Included in the FLEXmax 80 are all of the features first developed by OutBack Power in the revolutionary MX60, such as support for a wide range of nominal battery voltages and the ability to step-down a high voltage solar array to recharge a low voltage battery. A built-in backlit display shows status information at the touch of a button. Enhanced network communications allow the FLEXmax 80 to be remotely programmed via the optional MATE system display and controller.

The new FLEXmax 80 is the only choice when you demand a high performance, efficient and customizable charge controller for your advanced power system.

FLEXmax 80 Specifications

Nominal Battery Voltages	12, 24, 36, 48, or 60 VDC (Single model - selectable via field programming at start-up)
Maximum Output Current	80 amps @ 104° F (40°C) with adjustable current limit
Maximum Solar Array STC Nameplate	12VDC systems 1250 Watts / 24 VDC systems 2500 Watts / 48 VDC systems 5000 Watts / 60 VDC Systems 7500 Watts
NEC Recommended Solar Array STC Nameplate	12VDC systems 1000 Watts / 24 VDC systems 2000 Watts / 48 VDC systems 4000 Watts / 60 VDC Systems 5000 Watts
PV Open Circuit Voltage (VOC)	150 VDC absolute maximum coldest conditions / 145 VDC start-up and operating maximum
Standby Power Consumption	Less than 1 Watt typical
Power Conversion Efficiency	97.5% @ 80 Amps in a 48 VDC System - Typical
Charging Regulation	Five Stages: Bulk, Absorption, Float, Silent and Equalization
Voltage Regulation Set points	10 to 80 VDC user adjustable with password protection
Equalization Charging	Programmable Voltage Setpoint and Duration - Automatic Termination when completed
Battery Temperature Compensation	Automatic with optional RTS installed / 5.0 mV per °C per 2V battery cell
Voltage Step-Down Capability	Can charge a lower voltage battery from a higher voltage PV array - Max 150 VDC input
Programmable Auxiliary Control Output	12VDC output signal which can be programmed for different control applications (Maximum of 0.2 amps DC)
Status Display	3.1" (8 cm) backlit LCD screen - 4 lines with 80 alphanumeric characters total
Remote Display and Controller	Optional Mate or Mate2 with RS232 Serial Communications Port
Network Cabeling	Proprietary network system using RJ 45 Modular Connectors with CAT 5e Cable (8 wires)
Data Logging	Last 128 days of Operation - Amp Hours, Watt Hours, Time in Float, Peak Watts, Amps, Solar Array Voltage, Max Battery Voltage Min Battery Voltage and Absorb for each day along with total Accumulated Amp Hours, and kW Hours of production
Hydro Turbine Applications	Consult factory for approved Turbines
Positive Ground Applications	Requires two Pole Breakers for switching both positive and Negative Conductors on both Solar Array and Battery Connections (HUB-4 and HUB-10 can not be used for use in positive ground applications)
Operating Temperature Range	Minimum -40° to maximum 60° C (Power capacity of the controller is automatically derated when operated above 40° C)
Environmental Rating	Indoor Type 1
Conduit Knockouts	One 1" (35mm) on the back; One 1" (35mm) on the left side; Two 1" (35mm) on the bottom
Warranty	Standard 5 year
Weight	- Unit: 12.20 lbs (5.56 kg) - Shipping: 15.75 lbs (7.10 kg)
Dimensions	- Unit: 16.25" x 5.75" x 4" (41.3 x 14 x 10 cm) - (H x W x D) - Shipping: 21" x 10.5" x 9.75" (53 x 27 x 25 cm)
Options	Remote Temperature Sensor (RTS), HUB 4, HUB 10, MATE, MATE 2
Menu Languages	English & Spanish

* Specifications subject to change without notice.



Corporate Office:
19009 62nd Avenue NE
Arlington, WA 98223 USA
Phone: (360) 435.6030
Fax: (360) 435.6019

European Office:
Barcelona, ESPAÑA
Phone: (+34) 600.843.845

www.outbackpower.com

Available From:



ANEXO # 6



The Xantrex XW Solar Charge Controller (XW SCC) is a photovoltaic (PV) charge controller that tracks the electrical maximum power point of a PV array to deliver the maximum available current for charging batteries. When charging, the XW SCC regulates battery voltage and output current based on the amount of energy available from the PV array and state-of-charge of the battery.

The XW SCC can be used with 12, 24, 36, 48, and 60-volt DC battery systems and is able to charge a lower nominal-voltage battery from a higher nominal-voltage array. For example, the XW SCC can charge a 12-volt battery from a 36-volt array. This provides flexibility for installers to use longer wiring runs without compromising efficiency. The XW Solar Charge Controller can be installed (in single or multi-unit configurations) with Xantrex XW Hybrid Inverter/Charger(s) or can be used in other solar energy systems where a solar charge controller is needed.

The XW SCC incorporates a dynamic Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm designed to maximize energy harvest from the PV array. The MPPT constantly adjusts the operating points of the array to ensure it stays on the maximum power point. It does not stop energy harvest to sweep the array like some other competing products. This feature is beneficial all sunlight conditions, especially in areas with fast moving cloud cover and quickly changing solar conditions.

Standard features of the Solar Charge Controller include:

- ▶ Maximum Power Point Tracking (MPPT) delivers maximum available power from PV array to battery bank
- ▶ Integrated PV ground-fault protection
- ▶ Ultra-reliable, convection cooled design does not require a cooling fan – large, aluminum, die-cast heat-sink allows full output current up to 45°C without thermal derating
- ▶ Selectable two or three-stage charging algorithms with manual equalization to maximize system performance and improve battery life
- ▶ Configurable auxiliary output
- ▶ Two-line, 16-character liquid crystal display (LCD) and four buttons for configuration and system monitoring
- ▶ Input over-voltage and under-voltage protection, output over-current protection, and back-feed (reverse current) protection (warning and fault messages appear on LCD when unit shuts down as a protective measure)
- ▶ Over-temperature protection and power derating when output power and ambient temperature are high
- ▶ Battery Temperature Sensor (BTS) included – automatically provides temperature-compensated battery charging
- ▶ Xanbus™-enabled network communications protocol (developed by Xantrex)
- ▶ Communicates settings and activity to other Xanbus™-enabled devices, such as the XW Hybrid Inverter/Charger, the XW System Control Panel (XW SCP), XW Automatic Generator Start (XW AGS), and other XW Solar Charge Controllers.
- ▶ Five-year warranty

© 2007 Xantrex Technology Inc. All rights reserved. Xantrex is a registered trademark of Xantrex International. Printed in Canada.

Xantrex Technology Inc.
Customer Service/Technical Support
customerservice@xantrex.com
Toll free: 1-800-670-0707

www.xantrex.com

Smart choice for power

xantrex

XW Solar Charge Controller

Electrical Specifications

Nominal battery voltage	12, 24, 36, 48, 60 Vdc
Maximum PV array voltage (operating)	140 Vdc
Maximum PV array open circuit voltage	150 Vdc
Array short-circuit current	60 Adc maximum
Maximum and minimum wire size in conduit	#6 AWG to #14 AWG
Total power consumption while operating	15 mA (typical) At idle: 2.5 W (tare)
Charger regulation method:	Three-stage (bulk, absorption, float) Two-stage (bulk, absorption)

Environmental Specifications

Enclosure type	Indoor, ventilated, sheet metal chassis with 7/8" and 1" (22.22 mm and 27.76 mm) knockouts and aluminum heat-sink
Operating temperature range (full power)	-4 to 113 °F (-20 to +45 °C)
Storage temperature	-40 to 185 °F (-40 to +85 °C)
Altitude limit (operating)	Sea level to 15,000 feet (4572 m) @ 15 °C
Dimensions (H x W x D)	14 1/2 x 5 3/4 x 5 1/2" (368 x 146 x 138 mm)
Shipping dimensions (H x W x D)	19 x 9 x 9 3/4" (483 x 229 x 350 mm)
Mounting	Vertical wall mount
Weight (Controller only)	10.75 lb (4.8 kg)
Weight (shipping)	17.6 lb (8 kg)

Optional Accessories

XW System Control Panel	865-1050
XW Automatic Generator Start	865-1060
Network cables:	
3 feet (0.9 m)	809-0935
5 feet (1.5 m)	809-0936
7 feet (2.0 m)	809-0937
10 feet (3.0 m)	809-0938
14 feet (4.3 m)	809-0939
25 feet (7.6 m)	809-0940
50 feet (15.2 m)	809-0941
75 feet (22.9 m)	809-0942
Network terminators:	Male (two per pack): 809-0901 Female (two per pack): 809-0905

Regulatory Approvals

Certified to UL 1741 1st Edition and to CSA 107.1-01 and carries the c(CSA)us mark

For complete details about the XW-MPPT-50-160 please visit www.xantrex.com/xwmppt



ANEXO # 7

PVX-2120L Solar Battery

Manufactured by Concorde Battery Corporation

Description of Solar Battery:

Recombinant gas Sun Xtender® Series solar batteries are low resistance, valve regulated lead acid (VRLA) batteries.

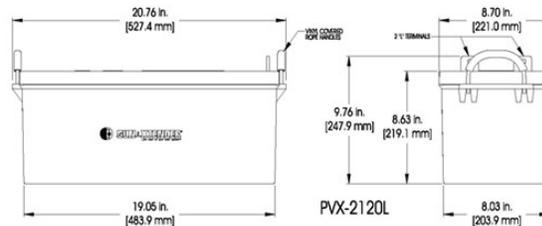
- Designed for photovoltaic applications for superior & reliable solar power
- "L" blade terminals are heavy duty copper with silicon bronze bolts, washers & nuts
- Low impedance design
- Maintenance free
- Constructed with non removable vent valves - no addition of electrolyte or water required
- Non spillable in any attitude
- Shipped fully charged and ready to install
- Manufactured with absorbed glass mat separators (AGM)
- Sun Xtender® Series batteries ship non-HAZMAT

PVX-2120L is used for applications such as Traffic Arrow / Message Boards, Cathodic Protection, Grid Tied & Off Grid Homes, 2-Way Radio Repeaters, SCADA, Medical Refrigeration Clinics & Power for Remote Areas / Developing Nations, Microwave Earth / Satellite Stations, Parking Lot Lighting.

PVX-2120L

Voltage	12v						
Battery Series	12 Volt Sun Xtender Series						
Nominal Capacity Ampere Hours @ 25° C (77° F) to 1.75 Volts per cell - 24 Hour Rate	212 Ah						
Weight	138 lb / 62.7 kg						
Sun Xtender® Solar Battery Part Number	Length	Width	Height				
	in mm	in mm	in mm				
PVX-2120L	20.76 527	8.70 221	9.76 247				
Nominal Capacity Ampere Hours @ 25° C (77° F) to 1.75 volts per cell							
1 Hr Rate	2 Hr Rate	4 Hr Rate	8 Hr Rate	24 Hr Rate	48 Hr Rate	72 Hr Rate	120 Hr Rate
136 Ah	172 Ah	176 Ah	194 Ah	212 Ah	235 Ah	244 Ah	253 Ah

Specifications subject to change without notice.



Enlarge Solar Battery

- [Battery Outline Drawings \(PDF\)](#)
- [Battery Sizing Tips \(PDF\)](#)
- [Click For Printable Page](#)

Renewable Energy Battery Applications

- [Arrow & Message Boards for Highway Traffic Control Employing Solar Modules](#)
- [Cathodic Protection Systems](#)
- [Grid Tied Solar Homes](#)
- [Off Grid Homes](#)
- [Solar Powered 2 Way Radio Repeaters](#)
- [SCADA \(Supervisory Control & Data Acquisition\) Systems](#)
- [Microwave & Earth Satellite Communications Stations](#)
- [Medical Refrigeration, Hospital Clinics](#)



ANEXO # 8



**DEEP CYCLE-SOLAR
SERIES 5000**

BATTERY TYPE	VOLTS	12	12 CS 11PS
DIMENSIONS			
LENGTH	559 MM	22	INCHES
WIDTH	286 MM	11 1/4	INCHES
HEIGHT	464 MM	18 1/4	INCHES
WEIGHT DRY	100 KG	220	LBS.
WEIGHT WET	124 KG	272	LBS.
CONTAINER CONSTRUCTION			
INNER CONTAINER	POLYPROPYLENE		
INNER COVER	POLYPROPYLENE - HEAT SEALED TO INNER CONTAINER		
OUTER CONTAINER	HIGH DENSITY POLYETHYLENE		
OUTER COVER	HIGH DENSITY POLYETHYLENE SNAP FIT TO CONTAINER		
HANDLES	MOLDED		
PLATES PER CELL	11		
ELECTROLYTE RESERVE	ABOVE PLATES	95 MM	3.75 INCHES
DESIGN CRITREA	10 YEAR WARRANTY	3300	CYCLES 15 YEAR LIFE
POSITIVE PLATE DIMENSION			
HEIGHT	273 MM	10.750	INCHES
WIDTH	143 MM	5.625	INCHES
THICKNESS	6.73 MM	0.265	INCHES
NEGATIVE PLATE DIMENSION			
HEIGHT	273 MM	10.750	INCHES
WIDTH	143 MM	5.625	INCHES
THICKNESS	4.70 MM	0.185	INCHES
SEPARATOR	SEPARATOR THICKNESS	0.105 INCH	
INSULATION	POSITIVE PLATE ENVELOPED BY VERTICAL SLYVER GLASS MAT		
TERMINALS	FLAG WITH STAINLESS STEEL NUTS AND BOLTS		
COLD CRANK	CCA	0°F / -17.8°C	845
	MCA	32°F / 0°C	1056
	RESERVE		677
	MINUTES AT 25A		
CAPACITY	20 HR RATE	357	
		CAP / AH	CURRENT / AMPS
CAPACITY AT THE 100 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	503	5.03
CAPACITY AT THE 72 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	475	6.59
CAPACITY AT THE 50 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	439	8.78
CAPACITY AT THE 24 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	371	15.5
CAPACITY AT THE 20 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	357	17.9
CAPACITY AT THE 15 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	332	22.1
CAPACITY AT THE 12 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	311	25.9
CAPACITY AT THE 10 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	296	29.6
CAPACITY AT THE 8 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	278	34.8
CAPACITY AT THE 6 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	253	42.2
CAPACITY AT THE 5 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	239	48
CAPACITY AT THE 4 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	221	55
CAPACITY AT THE 3 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	200	67
CAPACITY AT THE 2 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	171	86
CAPACITY AT THE 1 HOUR RATE	1.265 SP. GR.	121	121

Rev. 0

Jan - 03

RDSPECS 47

