



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

ESTUDIO DE LA ELECTRIFICACIÓN DE UNA COMUNIDAD DE EL SALVADOR: UN PROYECTO DE COOPERACIÓN

Estudio y análisis de las posibles alternativas de electrificación de una comunidad de familias en la región de Morazán, El Salvador, en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo.

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

CURSO 2016 - 2017

Autor -- Carlos Arroyo Fernández-Paniagua

Tutor -- Moisés Luís San Martín Ojeda – Ingeniería Eléctrica



A mis padres,
por haber estado a mi lado, por su interés y toda su comprensión.

A mi hermano,
por su continuo apoyo y su incondicional ayuda.

A mis amigos,
por la vida que hemos construido aquí, por siempre estar ahí.

A Moisés,
por sus consejos, por su guía, por la libertad que me ha otorgado.

A todos ellos por continuar, gracias.



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	7
COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO	11
¿QUÉ ES DESARROLLO?	12
DEFINICIONES Y CONCEPTOS	13
COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN LA UNIVERSIDAD	17
ÁREA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA UVA	19
COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO EN LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	20
FUNCIONES DE LA OFICINA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO	22
ASOCIACIÓN COMUNAL SEGUNDO MONTES (ACSM)	25
CONTEXTO E IDENTIDAD	26
PRINCIPIOS DE ACCIÓN	28
EL PROYECTO DE COOPERACIÓN	31
CRITERIOS PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE COOPERACIÓN	32
EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	35
FASE I - IDENTIFICACIÓN	41
ANÁLISIS DE PARTICIPACIÓN	42
MARCO HISTÓRICO	46
CONTEXTO GEOGRÁFICO	52
MARCO SOCIOECONÓMICO	55
MARCO MEDIOAMBIENTAL	65
CONTEXTO ENERGÉTICO	70
ANÁLISIS DE PROBLEMAS	75
ANÁLISIS DE OBJETIVOS	79
ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS	83
FASE II - DISEÑO	87
ALTERNATIVAS DE ELECTRIFICACIÓN	88
ENERGÍA SOLAR	94
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	98
EL MÓDULO FOTOVOLTAICO	113

EL REGULADOR DE CARGA _____	123
EL ACUMULADOR _____	127
EL CONVERTIDOR _____	137
CABLEADO Y PROTECCIONES _____	140
MÉTODO DE DIMENSIONADO _____	142
CÁLCULO DE CONSUMOS _____	144
DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN _____	149
ANÁLISIS DE LOS DATOS DE RADIACIÓN _____	154
DIMENSIONADO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO _____	159
DIMENSIONADO DEL REGULADOR _____	165
DIMENSIONADO DEL INVERSOR _____	169
UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS _____	173
DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES _____	175
DIMENSIONADO DE LAS PROTECCIONES _____	182
<u>FASE III – VIABILIDAD Y PROGRAMACIÓN</u>	185
MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO _____	186
PROGRAMACIÓN – DIAGRAMA DE GANTT _____	190
ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD _____	193
<u>FASE IV – FINANCIACIÓN</u>	197
PRESUPUESTO DEL PROYECTO _____	198
ESTUDIO DE FINANCIACIÓN _____	200
<u>CONCLUSIONES</u>	211
<u>REFERENCIAS Y FUENTES</u>	215
<u>ANEXOS</u>	231
CATÁLOGO DE ACUMULADORES _____	232
CATÁLOGO DE MÓDULOS SOLARES _____	241
CATÁLOGO DE REGULADORES _____	257
CATÁLOGO DE CONVERTIDORES _____	271



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Origen del problema

Entre los años 1980 y 1992 se desarrolló en El Salvador una guerra civil tras las convulsiones políticas existentes en la década anterior entre el gobierno de derechas y la oposición de izquierdas. El conflicto adquirió matices internacionales cuando gobiernos como el de Cuba y el de Nicaragua apoyaron a la oposición insurgente mientras otros como el de los Estados Unidos apoyaron al gobierno salvadoreño en la contienda. Durante el largo conflicto la fuerza armada de El Salvador avanzó a través del departamento de Morazán, donde se concentraban las guerrillas, destruyendo viviendas y comercios y matando a animales y personas por igual. Todo aquel que no huía era asesinado.

Esto obligó a la mayor parte de la población del departamento a vagar por los montes sin nada más encima que lo que podían cargar sus manos. Los que consiguieron cruzar la frontera hacia Honduras construyeron un campamento para acoger a los exiliados con la ayuda del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR).

Tras casi diez años fuera del hogar, en 1989, se le permitió a este grupo de personas regresar a su tierra, instalándose en torno al municipio de Meanguera, en Morazán, en lo que hoy se denomina Ciudad Segundo Montes o Comunidad Segundo Montes en honor al jesuita y académico español asesinado durante la guerra por prestar ayuda y apoyo en la repatriación de los exiliados.

A su regreso, sin apenas ninguna infraestructura que poder aprovechar tras la guerra, la comunidad dio prioridad a la atención de alimentos, agua, salud y vivienda, pero de una forma muy precaria y provisional.

Es en respuesta a esto que, tras terminar la guerra en 1992, nace en 1994 la Asociación Comunal Segundo Montes (ACSM) como una organización sin ánimo de lucro con el fin de resolver los problemas de la comunidad. Como primeros objetivos, se plantean la sostenibilidad del proyecto comunal, ejecutando soluciones de vivienda, agua potable, energía eléctrica, saneamiento y promoción de la cultura y la memoria histórica.

Petición de cooperación

Dentro de las funciones de la ACSM está el hacer las veces de contraparte en proyectos de cooperación internacional. Como parte de una extensa relación entre la Comunidad Segundo Montes y la ciudad de Valladolid, se envía a la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la Universidad de Valladolid una petición consistente en construir un proyecto de electrificación de las viviendas que forman parte de uno de los caseríos del municipio de Meanguera, dentro de la comunidad. Este caserío tiene el

nombre de El Pajarito y se compone de once viviendas donde viven alrededor de treinta personas sin recursos. Es así como nace el objeto y el alma de este proyecto universitario.

Objetivos generales y específicos

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el proyecto y los que persigue la ACSM y la Comunidad Segundo Montes en general, son compartidos. Como fin último y por encima de cualquier otro está la mejora de la calidad de vida de las familias de la comunidad. La filosofía con que esto se va a perseguir fluye a través del fortalecimiento de los tejidos sociales y productivos y la promoción de la cultura y el bienestar. Asimismo, todos los medios y fines deben atender al cuidado y la conservación del medio ambiente, manteniendo un enfoque de género equitativo, en la lucha por los derechos humanos y por el desarrollo sostenible.

De forma más concreta y cortoplacista, lo que este proyecto trata de cubrir es una de las necesidades más básicas del mundo en el que vivimos: el acceso a la electricidad.

Los beneficios directos que conlleva el acceso a la electricidad son incontables: desde la iluminación sin necesidad de la quema de combustibles, la refrigeración de alimentos y su preparación hasta representar un medio de ayuda, no solo de las tareas en el hogar, sino también para el desarrollo humano y laboral de las personas beneficiarias.

La lista de los beneficios indirectos es aún más larga, abriendo un mundo de posibilidades en aspectos como la educación, la seguridad, la igualdad, la salud o el progreso económico y social.

Paralelamente y bajo el amparo de los objetivos arriba citados también es importante que los destinatarios de los resultados finales del proyecto adquieran una formación, comprensión y sensibilización acerca del correcto uso, importancia y beneficios de la posesión de los dispositivos y el acceso a la energía eléctrica. Con esto se pretende que el proyecto alcance una sostenibilidad adecuada mediante la involucración de los destinatarios en las etapas del proyecto, especialmente en las que se refieren a la ejecución y seguimiento, adquiriendo conocimientos en las tareas de mantenimiento, cuidado y puesta a punto de los equipos.

Entre estos otros objetivos se encuentra los siguientes:

- Comprensión acerca del funcionamiento de los equipos.
- Colocación, instalación y manipulación de los equipos.
- Mantenimiento y limpieza de los equipos.

Todos ellos convergen en la sostenibilidad del proyecto global, para que sea funcional a corto, medio y largo plazo y para que el beneficio socio-económico subsiguiente se prolongue de la manera más dilatadamente posible en el tiempo.

Principios de trabajo

De forma transversal a todas las actuaciones que se puedan derivar de este proyecto se plantean los siguientes como principios básicos de trabajo:

Colectividad

Proyectando el desarrollo para todos y todas por igual.

Honestidad

Transparencia en el uso y manejo de los recursos materiales, financieros y de la información.

Solidaridad

Promoviendo la cooperación, la fraternidad y el apoyo mutuo entre las comunidades y sus miembros.

Responsabilidad

Garantizando el efectivo cumplimiento de los compromisos asumidos.



COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO

¿Qué es desarrollo?

La primera consideración que hay que hacer es que el término “desarrollo” no es único ni inequívoco. No existe un consenso al respecto y los puntos de vista relativos al término han ido variando en los últimos años. Con esto, no todo el mundo entiende lo mismo por desarrollo ni interpreta de igual forma las causas de la falta del mismo.

De entre las diferentes interpretaciones de la situación actual, la Teoría de la Interdependencia es una de las más extendidas, sobre todo entre las ONGD. Esta teoría postula que tanto el desarrollo como el subdesarrollo son caras del mismo proceso histórico universal. Ambos procesos son históricamente simultáneos y se condicionan mutuamente. El desarrollo y el subdesarrollo pueden entenderse como estructuras interdependientes de un sistema único.

En 1987, con la elaboración del Informe Brundtland, se introduce un concepto clave para la concepción actual de desarrollo: sostenibilidad. El desarrollo ha de ser sostenible en dos aspectos:

- Ha de ser un proceso que no deteriore el medio ambiente irreversiblemente.
- Debe garantizar la regeneración de los recursos consumidos de manera que no ponga en riesgo a las generaciones futuras.

En los noventa, a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, surge otro concepto: desarrollo humano. Según este enfoque, es el ser humano el objetivo central del desarrollo, entendiendo este como un proceso de cambio económico y social centrado en las personas, dedicado a potenciar sus capacidades y a asegurar una vida digna en cualquier geografía y en cualquier cultura, como proceso de ampliación de las oportunidades. El desarrollo humano se configura como un concepto multidisciplinar que va más allá de la satisfacción de las necesidades básicas, sino que, además, marca como objetivos la libertad política, económica y social, la posibilidad de ser creativo y productivo y la garantía de los derechos humanos y la autoestima.

La mayor parte de los actores implicados coinciden en entender el desarrollo desde el punto de vista de los conceptos citados, es decir, se concibe el desarrollo como **humano, sostenible e interdependiente**.

Esta visión conjunta obliga a abandonar el paradigma de la sociedad industrializada como modelo de desarrollo al que aspirar al quedar en evidencia la imposibilidad de que este, con el consumo energético, de materias y recursos que conlleva, se extienda de manera generalizada en todos los países, desarrollado o no.

Definiciones y conceptos

Se entiende por Cooperación Internacional la acción conjunta para apoyar el desarrollo y progreso económico y social de un país, siempre desde la óptica de los derechos humanos y a través de la transferencia de tecnologías, conocimientos, experiencias o recursos por parte de países con igual o mayor nivel de desarrollo, organismos multilaterales, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil. También se le conoce como cooperación para el desarrollo, un concepto global que comprende diferentes modalidades de ayuda que fluyen hacia los países de menor desarrollo relativo.

La arquitectura de la cooperación para el desarrollo se ha vuelto considerablemente compleja en los últimos años, caracterizada por un mayor número de actores estatales y no estatales, así como por la cooperación entre países en diferentes fases de desarrollo, muchos de renta media. Destacando cada vez más la cooperación Sur-Sur y la cooperación triangular, las nuevas formas de asociación entre el sector público y privado y otras modalidades y medios de desarrollo que complementan las modalidades habituales de cooperación Norte-Sur.

El término cooperación al desarrollo no se debe confundir, por otro lado, con la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), aunque en muchos casos se utilicen indistintamente. Según el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la AOD la constituyen los flujos que las agencias oficiales, incluidos gobiernos estatales y locales, o sus agencias ejecutivas, destinan a los países en desarrollo y a las instituciones multilaterales que en cada operación satisfacen las siguientes condiciones:

- Tienen como principal objetivo la promoción del desarrollo económico y el bienestar de los países en desarrollo.
- Son de carácter concesional y contienen un elemento de donación de al menos el 25%.

Actores

El sistema de la cooperación al desarrollo está constituido por agentes de diversa índole y funciones, coexistiendo organizaciones públicas y privadas, generalistas y especializadas, del Norte y del Sur y con distintas formas y estrategias de acción. De manera general cabe distinguir entre instituciones públicas y privadas.

Entre las primeras están las instituciones multilaterales, los gobiernos de los países donantes y receptores, las administraciones públicas regionales y locales, universidades, etc.

Dentro de las entidades privadas se pueden distinguir las que tienen fines lucrativos (empresas y corporaciones), las que no (fundaciones y ONGD) y otros colectivos sociales como sindicatos, organizaciones de base, comités de solidaridad, etc.

Se distinguen tres tipos de funciones principales en cualquier proceso de cooperación al desarrollo que son desempeñadas por los actores participantes:

Acción sobre el terreno

Recoge todas aquellas actividades que son necesarias para la redacción de un proyecto de cooperación. Son llevadas a cabo principalmente por las asociaciones y grupos de base.

Apoyo

Son las organizaciones del entorno local y nacional las que se encargan de fortalecer y promocionar a las asociaciones y grupos de base en el desempeño de sus tareas.

Ayuda financiera

Viene protagonizada por grupos y organizaciones del entorno internacional con el objetivo de proveer de recursos financieros en todas las fases del proceso de cooperación

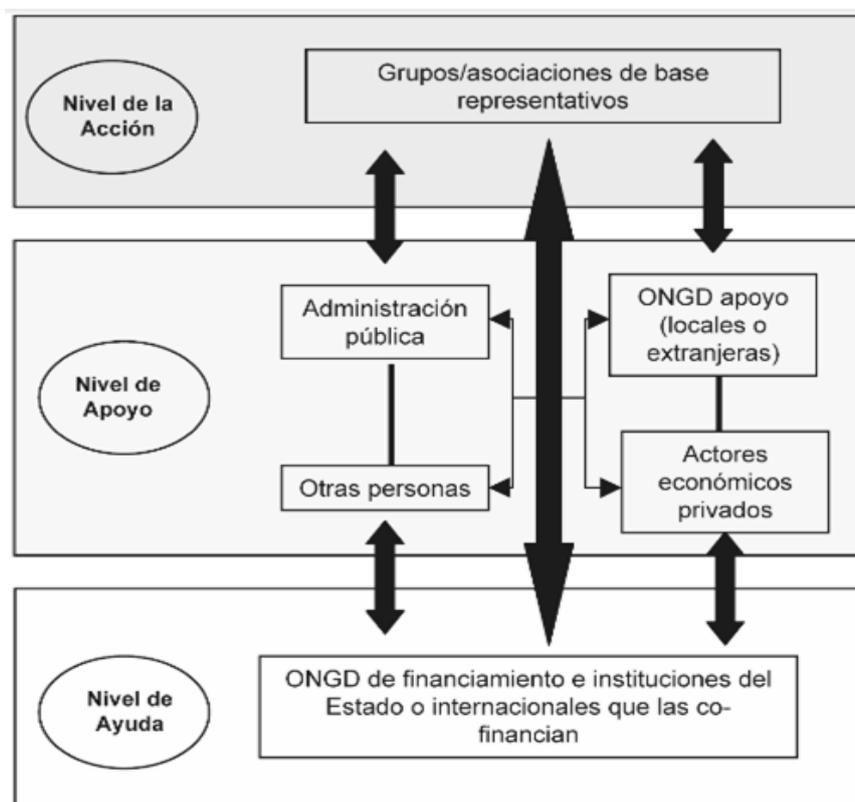


Figura 1 - Funciones de los actores principales

Modalidades

La cooperación internacional contempla las siguientes modalidades:

Preferencias comerciales: Permiten que los países industrializados eliminen total o parcialmente las barreras comerciales (aranceles, cuotas y contingentes) a una parte o a la totalidad de las exportaciones de los países en desarrollo.

Cooperación económica: Consiste en acciones de cooperación que se dirigen a fortalecer el sector productivo de los países que han alcanzado un cierto nivel de desarrollo, va dirigido a sectores productivos con un potencial de crecimiento económico.

Ayuda financiera: Incluye distintas modalidades de transferencia y acceso al capital. Por ejemplo, el apoyo al presupuesto del Estado del país receptor para financiar el gasto corriente o la inversión pública en actividades que se consideren prioritarias para el desarrollo de los colectivos más desfavorecidos, para la construcción de infraestructuras o para la realización de actividades productivas. Otra modalidad la constituyen los microcréditos destinados a fomentar el desarrollo productivo de determinados sectores que no tienen acceso al crédito en los mecanismos convencionales del país. Comúnmente reciben el nombre de proyectos o programas de desarrollo. Asimismo, se incluyen las concesiones de líneas de crédito preferencial para la importación de bienes y servicios del país donante a través de los mecanismos de ayuda ligada. Otro ámbito de actuación de este instrumento lo constituye la transferencia de fondos para apoyar la balanza de pagos y fortalecer las reservas del país beneficiario.

Asistencia técnica: Su objetivo es proporcionar conocimientos, experiencias y habilidades técnicas y de gestión cualificando a los recursos humanos del país receptor.

Cooperación científico-técnica: Pretende apoyar la creación y el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas del país receptor. Suele llevarse a cabo por las universidades, centros de investigación, laboratorios, etc. a través de la formación universitaria y las becas, entre otros.

Ayuda alimentaria: Consiste en la donación directa de alimentos o el acceso a líneas de crédito concesional o a ayudas no reembolsables para la adquisición de productos alimenticios. Puede darse ante situaciones de emergencia o de crisis humanitaria prolongada o bien ante situaciones en las que los países no han conseguido asegurar la seguridad alimentaria de su población.

Ayuda humanitaria y de emergencia: Conjunto de acciones, medidas y programas, que tienen por objeto fundamental prevenir y aliviar el sufrimiento humano, proteger la vida y la dignidad de las personas y comunidades afectadas por desastres naturales o conflictos armados. Los beneficiarios de la ayuda humanitaria y de emergencia son las poblaciones locales que se encuentran en la zona, refugiados o desplazados internos.

Educación para el desarrollo, sensibilización e investigación: La Educación para el Desarrollo es un proceso educativo constante que favorece la comprensión sobre las interrelaciones económicas, políticas, sociales y culturales entre el Norte y el Sur, a través de la promoción de valores y actitudes relacionados con la solidaridad, la justicia social y la búsqueda de vías de acción para alcanzar un desarrollo humano sostenible. Está orientada a colectivos específicos, con un impacto a largo plazo. La sensibilización también busca suministrar conocimientos sobre la realidad Norte-Sur y promover un cambio de actitudes, pero con un carácter más generalista, dirigiendo las acciones a un público mayoritario y a los medios de comunicación, pretendiendo alcanzar resultados de una forma más cortoplacista. Relacionada con los dos instrumentos anteriores está la investigación sobre los distintos aspectos de la problemática del desarrollo trabajando sobre el análisis de las desigualdades internacionales, los actores de la cooperación internacional, el impacto de sus acciones, etc.

Incidencia y presión política: Tienen como objetivos influir en las decisiones, en las políticas, y en las estructuras y relaciones económicas de poder que afectan a la situación de los países y pueblos en desarrollo, en las relaciones Norte-Sur y en la situación de los colectivos más vulnerables de todo el mundo, siempre con la intención de defender sus intereses.

Comercio justo: Consiste en la reivindicación de unas reglas comerciales más justas y se plasma en la distribución en una serie de comercios solidarios, normalmente propiedad de entidades no lucrativas, de productos alimentarios o artesanías producidos por cooperativas de los países del Sur con una serie de condiciones: salario digno de los trabajadores, sin discriminación de género y explotación laboral infantil, que cuentan con estructuras democráticas y participativas y respetan el medio ambiente, etc.

Ahorro ético: Trata de fomentar prácticas de ahorro consistentes en destinar parte o la totalidad de los ahorros a organismos alternativos para financiar proyectos de cooperación que cumplan con los criterios del desarrollo humano sostenible. Otra modalidad la constituyen los fondos de inversión solidarios, destinados a ofrecer apoyo financiero a cooperativas de producción y consumo de países del Sur.

Cooperación internacional en la Universidad

A partir de la modificación de la Ley Orgánica de Universidades (LOU), aprobada el 12 de abril de 2007, se establece por primera vez en la legislación universitaria de mayor rango una referencia explícita a la cooperación internacional y la solidaridad en el ámbito de las Universidades. En concreto, se incorpora el artículo 92 (“De la cooperación internacional y la solidaridad”), que señala lo siguiente:

“Las universidades fomentarán la participación de los miembros de la comunidad universitaria en actividades y proyectos de cooperación internacional y solidaridad. Asimismo, propiciarán la realización de actividades e iniciativas que contribuyan al impulso de la cultura de la paz, el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente, como elementos esenciales para el progreso solidario.”

Asimismo, en 2006, la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), recogía en el Código de Conducta de las Universidades en Materia de Cooperación al Desarrollo las señas de identidad que deben tener las universidades españolas en el ámbito de la cooperación al desarrollo. Dice así:

“El conjunto de actividades llevadas a cabo por la comunidad universitaria y orientadas a la transformación social en los países más desfavorecidos, en pro de la paz, la equidad, el desarrollo humano y la sostenibilidad medioambiental en el mundo, transformación en la que el fortalecimiento institucional y académico tienen un importante papel”. Igualmente, se destaca que “la labor de la Universidad en el campo de la cooperación al desarrollo se encuentra estrechamente vinculada a su ámbito natural de actuación: la docencia y la investigación, cuestiones que son esenciales tanto para la formación integral de los estudiantes como para una mejor comprensión de los problemas que amenazan la consecución de un desarrollo humano y sostenible a escala universal. Además, el fortalecimiento institucional de los sistemas universitarios (mediante transferencia de conocimiento y tecnología, infraestructuras, entrega de equipos y otros recursos, etc.) y el asesoramiento y apoyo técnico a programas de desarrollo (especialmente los relacionados con la educación superior y aquellos en los que las capacidades científicas y críticas universitarias puedan suponer un valor añadido), junto con la sensibilización de la comunidad universitaria, constituyen ámbitos prioritarios del trabajo de la Universidad en este campo”.

En Castilla y León, por su parte, la Ley 9/2006, de 10 octubre 2006, sobre Cooperación Internacional para el Desarrollo, establece en su artículo 22 que las universidades

castellano-leonesas tendrán la consideración de agentes de cooperación al desarrollo, y determina en su artículo 25 que dicha cooperación universitaria se centrará en los siguientes ámbitos:

1. Fortalecimiento institucional de las universidades y otros centros de enseñanza e investigación de países empobrecidos.
2. Transferencia de conocimientos y de tecnología adaptados a las condiciones locales.
3. Asesoramiento técnico a proyectos y programas.
4. Investigación para el desarrollo.
5. Formación de profesionales en los ámbitos de la cooperación.
6. Formación de personas formadoras.
7. Fomento del voluntariado y formación inicial de los estudiantes en la cooperación al desarrollo.
8. Educación y sensibilización social para el desarrollo.

ÁREA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA UVA

Cooperación para el desarrollo en la Universidad de Valladolid

Atendiendo a las referencias mencionadas en el capítulo anterior y aprobadas por la Universidad de Valladolid, se considera necesario la creación del Área de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la UVa. Esta tendrá por función coordinar, impulsar y favorecer la labor investigadora y docente en el campo de la Cooperación para el Desarrollo, así como canalizar las demandas que los agentes de Cooperación del entorno de la UVa puedan realizar a la institución universitaria.

Un aspecto básico del funcionamiento del Área debe ser la colaboración con otros agentes de cooperación del entorno de la UVa: universidades de Castilla y León, ONGDs, Administraciones locales y autonómicas y cualquier otra entidad privada o pública que trabaje en Cooperación Internacional para el Desarrollo.

La Cooperación Internacional para el Desarrollo precisa, para ser efectiva, del establecimiento de relaciones y redes que faciliten la unidad de acción y el aprovechamiento de los recursos, tanto humanos, como técnicos y económicos. Es por ello que la UVa ha de buscar integrarse en las líneas de actuación de los agentes de cooperación para el desarrollo locales, autonómicos, estatales e internacionales buscando dicha unidad de acción y la optimización de recursos.

Así la Universidad de Valladolid, a través del Área de Cooperación, deberá mantener relaciones con al menos las siguientes entidades y colectivos:

En el marco interno de la universidad:

- Vicerrectorado de Relaciones Internacionales.
- Vicerrectorado de Estudiantes y Empleo.
- Personal docente y de investigación con interés en temas de cooperación.
- ONGDs y otras asociaciones de la UVa con intereses o vínculos con actividades de Cooperación Internacional para el desarrollo.

En el marco autonómico:

- Junta de Castilla y León.
- Otras universidades públicas o privadas de Castilla y León.
- Ayuntamientos y diputaciones provinciales.
- Coordinadora de ONGDs de Castilla y León.

- Entidades privadas con programas de apoyo a la cooperación.

En el marco estatal:

- Oficinas y centros de cooperación de otras universidades españolas.
- Comisión de Cooperación Internacional para el Desarrollo del Comité de Relaciones Internacionales (CEURI) de la CRUE.
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
- Coordinadora de ONGD de España (CONGDE).

En el marco internacional:

- Organismos internacionales.
- Organismos de cooperación de otros países.
- Universidades de países en desarrollo.

Funciones de la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo

Una vez planteados los principios de actuación del Área de Cooperación de la UVa, para alcanzar los objetivos propios, el Área dispone de la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Esta oficina cumple diferentes funciones como forma de trabajo y actuación.

Docencia

Objetivos

Fomentar, impulsar, coordinar y facilitar actividades vinculadas con la educación para el desarrollo en la UVa.

Funciones

- Facilitar medios, apoyar y promover iniciativas en Educación para el Desarrollo en la UVa.
- Coordinar los esfuerzos en la optimización de los recursos humanos y técnicos.
- Buscar fuentes de financiación para impulsar la Educación para el Desarrollo en la UVa.

Medios

- Sistemas de información para la recogida, difusión y divulgación de actividades, proyectos y experiencias.
- Recursos de difusión para la divulgación de la Educación para el Desarrollo en la UVa, orientados tanto al interior como al exterior de la Universidad.
- Relaciones con agentes de especial interés en este ámbito, tanto en el interior como en el exterior de la UVa.

Investigación

Objetivos

Promover la investigación en la UVa para favorecer el desarrollo humano sostenible de los pueblos y países más empobrecidos.

Funciones

- Facilitar medios y promover iniciativas que contribuyan a crear y desarrollar líneas de investigación relacionadas con la Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Coordinar la oferta y la demanda en posibles líneas de investigación aplicada entre investigadores y entidades que trabajan en proyectos de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Buscar medios de financiación para promover la investigación en materia de Cooperación para el Desarrollo.

Medios

- Sistemas de información específica sobre mecanismos de investigación en Cooperación y Desarrollo.
- Divulgación de la información.
- Relaciones internas y externas con los agentes implicados.

Servicios y relaciones con la sociedad

Objetivos

Contribuir a que la Universidad de Valladolid sea un instrumentos útil y eficaz en materia de cooperación para el desarrollo.

Funciones

- Ofrecer y coordinar los diferentes servicios que puedan presentarse desde la UVa a la sociedad en materia de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Medios

- Recursos humanos de la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Sistemas de información y difusión de información de la Oficina.
- Relaciones con el resto de la UVa.
- Profesorado de la UVa.



- Alumnos voluntarios.
- Observatorio de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la Universidad de Valladolid (OCUVa).

ASOCIACIÓN COMUNAL SEGUNDO MONTES (ACSM)

Contexto e identidad

Durante la Guerra Civil de El Salvador gran parte de la población del norte del departamento de Morazán, causa de la represión y las masacres producidas por las fuerzas armadas salvadoreñas, tuvo que exiliarse al vecino Honduras a finales de los años 70 y principios de los 80. Allí, en el municipio de Colomoncagua, se creó un campamento comunal donde acoger a los refugiados. El 18 de noviembre de 1989 se permite volver a más de 700 salvadoreños al municipio de Meanguera, en Morazán iniciando con este acto la repatriación a El Salvador. Con esto se funda una nueva comunidad con el nombre de Ciudad Segundo Montes en homenaje al padre jesuita que visitó el campamento y trabajó en la repatriación del mismo, asesinado el 16 de noviembre de 1989 por la Fuerza Armada de El Salvador. En 1992 se firman los tratados de paz y acaba oficialmente la guerra, pero Morazán está devastado, hay mucho trabajo por delante.

Tras los acuerdos de paz, el nuevo escenario político y las necesidades por resolver de la comunidad motivan una movilización social por la lucha por la dignidad humana. En respuesta a esta precaria situación con la que se encuentran los repatriados en 1994 nace la Asociación Comunal Segundo Montes con la figura de una asociación de desarrollo comunal sin ánimo de lucro.

En principio la Asociación tuvo como misión garantizar y potenciar la sostenibilidad del proyecto comunal, siendo la transferencia de tierras uno de los temas principales. En este papel jugó el rol de contraparte comunal frente al PTT (Programa de Transferencia de tierra a excombatientes) y el Programa de Asentamientos Humanos del Banco de Tierras, cuyo objetivo fue la ejecución de proyectos de vivienda, introducción de agua potable, introducción de energía eléctrica, saneamiento básico y la promoción de la cultura y la memoria histórica.

A partir del 2006 la Asociación se involucra más en procesos de desarrollo municipal. Con el apoyo de la Alcaldía de Meanguera y la ONGD Terra Pacífico, financiado por la Generalitat Valenciana, se desarrolla un proceso de cooperación para contribuir a solucionar el problema habitacional de las familias más pobres y marginadas del municipio de Meanguera. Con este se acomete la construcción de 170 viviendas con sistemas de saneamiento básico y capacitaciones para el desarrollo social local. También, con el apoyo de la Alcaldía de Jocoaitique y la ONGD Terra Pacífico, esta vez con la financiación de la Diputación de Valencia, se desarrolla el proyecto “Salud y Bienestar de Jocoaitique, saneamiento básico en caseríos y cantones”, beneficiando a 75 familias.

Ya en 2012, con la financiación de la Fundación Segundo y Santiago Montes de Valladolid, la Junta de Castilla y León, la AECID, el Fons Català, Europa Mundo, y el Ayuntamiento de Valladolid, se pone en Marcha el Instituto Tecnológico Padre Segundo Montes,

beneficiando a más de 100 estudiantes con estudios de Hostelería y Turismo, Ingeniería Civil, Construcción, Electricidad y Fontanería.

Actualmente la ACSM, compuesta por 125 socios, está trabajando en varios proyectos diferentes. Con el apoyo de la Alcaldía de El Rosario y la ONGD Terra Pacífico, financiado por la Junta de Castilla La Mancha, se está desarrollando un proyecto de cooperación para el desarrollo integral del municipio de El Rosario, departamento de Morazán mediante la reconstrucción y el complemento cualitativo de 163 viviendas.

También, con el apoyo de la Fundación Segundo y Santiago Montes de Valladolid y la financiación de la Diputación de Valladolid se están atendiendo a 24 personas de la tercera edad de escasos recursos en la Ciudad Segundo Montes. El proyecto consiste en llevar un control de la salud y en la entrega de una canasta básica mensual.

Por último, con el apoyo de la Universidad de Centroamérica se trata de fortalecer el tejido productivo del municipio de Meanguera facilitando la creación de una Cooperativa de productores, Acopromeanguera.

Y como conclusión y síntesis, como se dijo en el informe de sistematización de la consultora EvaluanDo:

“La ACSM hunde sus raíces históricas en el refugio, desde un movimiento comunitario auto gestionado de resistencia y lucha por un territorio libre y en paz. La enorme legitimidad social e identidad de la Segundo Montes trasciende a una mera coyuntura de necesidades básicas insatisfechas, pues además de eso, late con un corazón político muy marcado. Por ende, los orígenes de la Segundo Montes emergen de un relato colectivo del sufrimiento de un pueblo afectado por un conflicto armado, un exilio forzado, un refugio y un retorno, a partir del cual se han podido protagonizar nuevos procesos de re-territorialización y lucha por el poder político local en Morazán, y más concretamente, en Meanguera.”

Principios de acción

La Asociación Comunal Segundo Montes (ACSM) tiene por misión contribuir en el fortalecimiento del tejido social y productivo, promoviendo la cultura y la memoria histórica, garantizando la armonía con el medio ambiente, la equidad de género y el pleno goce de los derechos humanos de los ciudadanos en el norte de Morazán.

La ACSM tiene como principios de acción y trabajo los siguientes:

Infancia y juventud

- Generación de espacios deportivos y recreativos en los que se fomente el razonamiento y la conciencia.
- Sensibilización de los problemas sociales.
- Implementación de talleres vocacionales.
- Formación de jóvenes liderazgos con pensamiento crítico.
- Atención de sectores vulnerables por la pobreza y marginación.

Tercera edad

- Coordinación con la administración buscando una mejor atención domiciliar a los ancianos.
- Promoción del ocio en los sectores de la tercera edad.
- Apoyo en la canasta básica.
- Construcción de un censo de la tercera edad.
- Atención de sectores vulnerables por la pobreza y marginación.

Género

- Sensibilización en la institución familiar.

Memoria histórica

- Conocimiento de la identidad, la historia y los orígenes propios.
- Promoción de la conservación del patrimonio histórico a través de celebraciones y expresiones artísticas.
- Promoción de la participación ciudadana en la conmemoración de los acontecimientos históricos.

Comunidad

- Fortalecimiento de las directivas comunales y las diferentes organizaciones juveniles.
- Organización para la movilización en defensa de los derechos.
- Desarrollo y coordinación de los procesos formativos y de participación popular con la organización comunitaria que constituyan una fuerza dinamizadora del progreso local.
- Creación de espacios de coordinación con los actores involucrados en el desarrollo del territorio.

Producción

- Promoción de la asociación cooperativa de los productores.
- Creación de espacios de participación de los productores en el desarrollo del territorio.
- Implementación de talleres autosostenibles.
- Potenciación de la soberanía alimentaria del territorio.
- Articulación de procesos de asistencia y apoyo técnico.

La ACSM, asimismo, tiene por principios transversales a todos los niveles anteriormente descritos los siguientes:

- Defensa de los derechos humanos.
- Enfoque igualitario de género.
- Seguridad alimentaria.
- Sensibilización y defensa de los recursos naturales.
- Auxilio en caso de emergencia.





EL PROYECTO DE COOPERACIÓN

Criterios para la redacción de proyectos de cooperación

Un proyecto es un conjunto de acciones coordinadas e interrelacionadas limitadas en cuanto al tiempo, presupuesto, región y destinatarios, con el fin de alcanzar un conjunto de objetivos determinados previamente de forma precisa y verificable. El proyecto de cooperación es una de las herramientas que tienen los agentes de la cooperación internacional para llevar a cabo sus fines.

Los proyectos de cooperación deben cumplir una serie de criterios y estándares regidos por la comunidad internacional con el fin de ganar el interés y el apoyo de las fuentes de cooperación. Estos criterios se pueden agrupar en dos grupos: criterios técnicos y criterios de calidad.

Criterios técnicos

Los programas y proyectos de cooperación deben cumplir con los siguientes criterios técnicos, los cuales contribuyen a que la gestión sea de calidad cumpliendo con los estándares de eficiencia:

Transferencia técnica: Es importante que los programas y proyectos faciliten o promuevan la experiencia o el conocimiento de técnicas y tecnologías que potencien o sustituyan las que ya existen en el lugar de destino. Este criterio es sobretodo aplicable para la cooperación técnica pero también en la cooperación financiera cuando se habla de la distribución de los recursos.

Desarrollo de capacidades: Uno de los objetivos principales de la cooperación es contribuir al aprovechamiento y la ampliación de las capacidades locales. Por esta razón, los proyectos deben reconocer las capacidades existentes a nivel local e incrementar el capital social y humano.

Contrapartida nacional: Es deseable que los recursos internacionales empleados permitan potenciar, complementar y arraigar los recursos del lugar donde se desarrolla el proyecto. En este sentido, los proyectos deben estar enfocados en la inversión más que en los costes de funcionamiento y que estos últimos sean empleados con cargo en los recursos nacionales de contrapartida.

Racionalidad de la gestión: Es necesario establecer que el proyecto no duplique esfuerzos en la asignación de recursos, con acciones similares ya realizadas o que se estén llevando a cabo.

Capacidad técnica, administrativa y financiera: La entidad o entidades ejecutoras del proyecto deben poseer capacidad técnica, financiera y operativa para la realización de las actuaciones y para la captación de los conocimientos que se generen con la cooperación internacional. Las acciones previstas deben ser congruentes con las funciones de las entidades ejecutoras.

Asociación de agentes: Uno de los principios de la cooperación internacional es buscar una relación entre los cooperantes internacionales y las contrapartes que garantice la ejecución óptima de la cooperación. El trabajo de socios también implica poner en marcha un proceso de control y evaluación conjunta de proyectos, que permita asegurar la buena ejecución, garantizar el impacto y definir la sostenibilidad de los aprendizajes.

Participación de los beneficiarios: El proyecto debe ser de carácter participativo, de tal manera que vincule a los beneficiarios en su formulación y ejecución, para que la identificación de las problemáticas sea coherente con la formulación de las soluciones.

Eficacia de la cooperación al desarrollo: El proyecto deberá generar un alto impacto y responder a los principios internacionales de eficacia de la cooperación. En particular a los que se relacionan con el fortalecimiento de los mecanismos de coordinación temática y territorial, la alineación e incidencia de la cooperación a las prioridades de los programas de cooperación en los que pudiera estar implicado, la transparencia de la información y la gestión orientada a resultados.

Criterios de calidad

El éxito de un programa y proyecto está asociado con unos criterios de calidad que son determinantes para garantizar el impacto y sostenibilidad de los mismos y por consiguiente la eficacia de la cooperación internacional que se otorga:

Pertinencia: Es el grado en el que los problemas de los beneficiarios del proyecto serán atendidos por los programas y proyectos propuestos. Para poder analizar este criterio se deben tener claramente identificados a los beneficiarios, conocer con precisión sus problemas y asegurar que los objetivos planteados sean coherentes a estos.

Eficacia: Es el grado en que se alcanzan los objetivos y resultados propuestos, en el tiempo previsto y con la calidad deseada. Teniendo en cuenta que la cooperación internacional busca mantener los resultados obtenidos, puede decirse que un proyecto también es eficaz en la medida en que tiene efectos permanentes tanto en los beneficiarios como en la institución ejecutora.

Eficiencia: Es la comparación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Es decir, la eficiencia muestra el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor coste posible.

Viabilidad: Define si el proyecto puede llevarse a cabo, si la intervención tiene sentido y si los riesgos calculados son aceptables. También se analizan las capacidades de las entidades involucradas y las eventuales dificultades que se pueden dar en la ejecución.

Sostenibilidad: Se refiere a la continuidad de las acciones y los beneficios del proyecto una vez finalizada la fase de cooperación. Existen factores que contribuyen a consolidar los procesos de tal forma que estos permanezcan en el tiempo cuando finaliza el proyecto que los generó. Algunos de estos factores son la colaboración y participación de los beneficiarios en la toma de decisiones, la protección del medio ambiente o la capacidad de las contrapartes locales de dar continuidad a los resultados del proyecto una vez finalizado este.

El ciclo de vida del proyecto

La planificación de proyectos supone definir qué se quiere conseguir, describir cómo se va a conseguir y buscar los modos organizativos necesarios para llevarlo a cabo. Antes de realizar una intervención deben establecerse previamente los mecanismos apropiados para obtener dichos fines, garantizando los criterios citados en el apartado anterior. Garantizar el éxito de un proyecto requiere, por lo tanto, que este se planifique y se ejecute siguiendo una secuencia previamente establecida.

Los proyectos de cooperación al desarrollo se componen de una estructura por fases y etapas que permiten descomponer un problema inicialmente complejo en otros más sencillos de resolver. Existen una serie de pasos generales llamados fases que se dividen en etapas más concretas que dependen de la metodología escogida para el proyecto.

En la siguiente figura se muestran las fases principales del proyecto de cooperación, desde la identificación de los problemas y necesidades, el diseño de las acciones pertinentes, la programación en el tiempo, la ejecución y el seguimiento hasta finalmente la evaluación de los resultados:



Figura 2 - Ciclo de un proyecto de cooperación

El conjunto de fases relacionadas entre sí de forma consecutiva y retroalimentadas es lo que le da a este proceso el carácter cíclico.

Existen diferentes metodologías para la planificación de proyectos que aplican un enfoque y una interpretación propia del proyecto. La más extendida en el campo de la cooperación para el desarrollo es el denominado Enfoque del Marco Lógico. La Comisión Europea define el EML de la siguiente manera:

“El Marco Lógico es una manera de estructurar los resultados de los análisis que permite presentar de forma sistemática y lógica los objetivos de un proyecto o programa. Asimismo, debe reflejar las relaciones de causalidad entre los distintos niveles de objetivos, indicar cómo se puede verificar si se han alcanzado estos y definir las hipótesis fuera del control del proyecto o programa que pueden influir en su éxito final.”

Por último, es importante no confundir la vida útil de un proyecto con los objetivos a largo plazo a los que se pretende llegar. Una vez finalice la intervención del proyecto, su pretensión es que sus efectos se mantengan en el tiempo y contribuyan a la consecución de metas en el desarrollo.

A continuación, se describen las fases que componen un proyecto de cooperación.

Fase de identificación

La identificación es la fase inicial de todo proyecto, persigue el conocimiento y el análisis de la realidad del medio donde se realizarán las acciones de forma que queden definidas las bases de la intervención. La identificación permite caracterizar cuál es el problema, identificar a quienes afecta dicho problema, determinar la nueva situación que se pretende alcanzar y analizar la viabilidad de llevar a cabo las posibles estrategias de acción. El objeto de esta etapa es hacer que el proyecto responda a la realidad, no la realidad al proyecto.

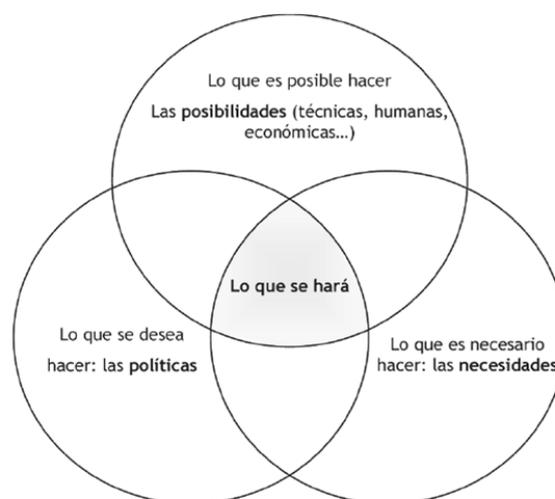


Figura 3 - Fundamentos de la identificación

La herramienta más importante de la identificación es el diagnóstico, como modo de análisis e interpretación de la situación. Es fundamental en todo diagnóstico ser consciente de que la realidad debe ser analizada desde una trayectoria histórica, una perspectiva material u objetiva y una perspectiva de valores o subjetiva:

- **Perspectiva histórica:** Hay que tener en cuenta y analizar todos aquellos acontecimientos clave ocurridos en el pasado que permiten identificar el porqué de determinadas situaciones que se dan en el presente.
- **Perspectiva objetiva:** Gran parte del análisis de la realidad se hace a través de lo observable y desde un punto de vista técnico.
- **Perspectiva subjetiva:** Las acciones que realizan los actores en situaciones concretas les condicionan a ellos mismos y a dichas acciones. Esta práctica no se entiende en su totalidad si no se analiza el sistema de valores que inspira y orienta a las propias acciones. Por esta razón el diagnóstico se realiza conjuntamente con los actores implicados y no debe únicamente llevarse a cabo a través de “lo que se ve” sino indagando en aquello que motiva la acción.

El diagnóstico servirá para conocer mejor la realidad, buscando las debilidades y fortalezas existentes, analizando las relaciones entre los actores y previendo las posibles reacciones del sistema ante la intervención. Establecerá órdenes de importancia y prioridades entre los problemas, buscando la relación causa-efecto de los mismos y creando una cadena de prioridades de los objetivos de desarrollo.

Una vez identificada la situación sobre la que se pretende actuar, esta fase finaliza con la identificación de las posibles estrategias a seguir para alcanzar los objetivos prioritarios y la selección de la alternativa más convincente. Esta selección se realiza mediante un análisis previo de viabilidad desde distintos puntos de vista (económicos, sociales, ambientales, etc.).

Fase de diseño

A partir del escenario generado en el diagnóstico y junto con los protagonistas interesados se procede a determinar las acciones realizables a través de la estrategia elegida. Esta fase del proyecto constituye la etapa más creativa en la que el proyecto cobra su verdadera forma.

Partiendo de las estrategias seguidas en la fase de identificación, es el momento de realizar los estudios necesarios para definir con mayor precisión la intervención. Todos los factores que puedan afectar a las acciones deben ser conocidos y valorados en relación a cómo pueden afectar a la ejecución del proyecto.

Cuando el proyecto se ponga en marcha, se deben analizar también qué papel pueden hacer los recursos (materiales, económicos y humanos) existentes en la zona de actuación. Solo si estos no pudieran aprovecharse será pertinente solicitar la implicación de recursos externos.

Fase de viabilidad y programación

En esta fase se realiza un estudio de viabilidad más exhaustivo que en el de la alternativa de diseño. Este proceso va en paralelo con la etapa anterior puesto que el análisis de viabilidad permitirá modificar aspectos del proyecto perfeccionando el diseño.

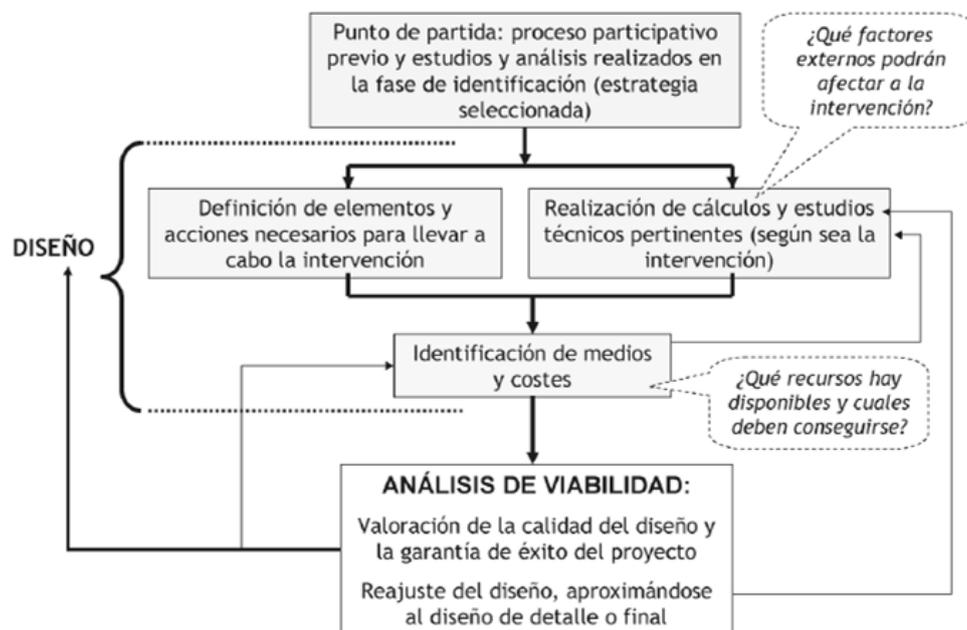


Figura 4 - Diseño y viabilidad de un proyecto

La viabilidad hace referencia a las posibilidades de que el proyecto se lleve a cabo desde diversos puntos de vista como la ejecución de las acciones sin problemas, la sostenibilidad cuando el proyecto termine o la justificación de recursos y esfuerzos.

En el proceso de programación se organizan los medios disponibles y los pendientes para realizar las acciones de la estrategia seleccionada en las etapas anteriores. Se establecen los plazos en que debe ejecutarse el proyecto y cada una de sus partes permitiendo visualizar el proceso de ejecución de las etapas y ajustar los tiempos y los recursos empleados.

También será necesario administrar los recursos y los costes para saber cuándo hay que hacer frente a los mismos. Atendiendo a la capacidad organizativa de la comunidad y la

participación externa se asignan en esta etapa las responsabilidades en la ejecución de las actividades, se controlan los fondos, se limitan los gastos, etc.

Fase de financiación

Para poder llevar a cabo lo que se ha diseñado y programado es necesario conseguir recursos económicos, cuya obtención no es factible con las capacidades de los actores locales y las de los beneficiarios.

Una vez realizado el presupuesto total del proyecto se procede a diseñar un plan de financiación. Este trata de una estructuración de los fondos que pueden obtenerse y de las fuentes que los va a aportar. La búsqueda de los recursos económicos corresponde fundamentalmente a las ONGDs, los organismos del Norte y las contrapartes locales. Es habitual que los beneficiarios no sean capaces de aportar recursos económicos, pero sí humanos y materiales, así como ideas y soluciones.

Fase de ejecución y seguimiento

Una vez identificado, diseñado, formulado y financiado, el proyecto puede dar comienzo según las acciones previstas. Durante la realización de las mismas es necesario saber en qué estado se encuentra su ejecución, por lo que el seguimiento se concreta en una serie de acciones que permiten un conocimiento crítico y profundo de las acciones en curso, siendo un medio de control, un medio de administración y una forma de completar el estudio del medio.

La puesta en marcha de un proyecto supone un ejercicio importante de adaptación de la realidad. Esta, a menudo variará respecto al estudio realizado en la identificación. Es fundamental por tanto que los participantes en el proyecto dispongan de una adecuada capacidad de reacción y reorganización ante cambios. El seguimiento hace al proyecto flexible ante cambios, siendo una útil herramienta para el aprendizaje continuo profundizando en el conocimiento de la realidad.

Fase de evaluación

Esta etapa es un proceso más completo y profundo del análisis de la realidad y sus resultados que la fase de identificación. La evaluación cuestiona la eficacia, la eficiencia, el impacto, la viabilidad, la participación y la satisfacción de los beneficiarios del proyecto. Permite apreciar realmente el impacto del proyecto, comprobar el logro de los resultados y aprender de la experiencia.

Una vez presentadas las diferentes fases del ciclo de un proyecto de cooperación al desarrollo, en los siguientes capítulos, se redactarán las mismas atendiendo a la petición de la ACSM para el caserío El Pajarito, en El Salvador. Así se incluirán en este TFG las etapas previas a la ejecución de las acciones programadas. Para hacer así un proyecto de cooperación lo que es, un medio para alcanzar el desarrollo pleno en aquellos lugares donde más sea necesario.

Por lo tanto, en lo sucesivo, se incluirán las fases de Identificación, Diseño, Viabilidad, Programación y Financiación. Las etapas restantes hasta completar el ciclo total del dependen enteramente de que el proyecto sea financiado y ejecutado, algo a lo que aspiramos.



FASE I - IDENTIFICACIÓN

Análisis de participación

Este análisis, además de ser un diagnóstico de carácter social, debe dar como resultado la identificación de aquellas personas y entidades que van a verse involucradas en las acciones dirigidas por el proyecto de cooperación. Desde los propios beneficiarios hasta los promotores del proyecto.

Los objetivos de este análisis son los siguientes:

- Conocer a todos los implicados en el proyecto.
- Desarrollar una imagen global de los mismos.
- Analizar sus intereses y problemas.
- Identificar los posibles conflictos presentes y futuros.
- Identificar los implicados cuyos problemas serán priorizados.

Así, los participantes directamente o indirectamente involucrados en este proyecto son:



Figura 5 - Relación entre los implicados en el proyecto

La Asociación Comunal Segundo Montes quiere proporcionar al caserío El Pajarito acceso a la electricidad para favorecer el bienestar y el acceso a las oportunidades. Para ello, Carlos Alberto, presidente de la ASCM, se pone en contacto con la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la Universidad de Valladolid para proponer un proyecto de cooperación al desarrollo. La ejecución de dicho proyecto no solo beneficiará a las familias de El Pajarito sino que, como consecuencia, traerá un beneficio en la Ciudad Segundo Montes en la forma en que estas personas puedan ejercer sus actividades generando oportunidades en la comunidad.

Asociación Comunal Segundo Montes

Como ya se ha mostrado en capítulos anteriores, la ACSM tiene una historia ligada a la Ciudad Segundo Montes. Está formada actualmente por 125 miembros coordinados por su presidente Carlos Alberto Hernández Carrillo, quien hace las veces de intermediario con la Universidad de Valladolid.

La asociación cuenta, entre otras cosas, con un equipo técnico capacitado experimentado en la elaboración de perfiles para proyectos, con una relación de colaboración con las instituciones locales, con infraestructuras propias y reconocimiento internacional.

El interés de la ACSM cuando plantea este tipo de proyectos tiene por principio el fortalecimiento de los tejidos sociales más desfavorecidos por la situación coyuntural que sufre la Ciudad Segundo Montes en estos momentos. Desarrollar proyectos como este mejorará de forma importante las condiciones de vida de las personas beneficiarias.



Figura 6 - Grupo de trabajo de la ACSM

Universidad de Valladolid

La Universidad de Valladolid, a través de las directivas universitarias nacionales, creó en 2007 el Área de Cooperación junto con la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo con el fin de administrar todos aquellos recursos y actividades relacionados con la cooperación internacional al desarrollo.

Las funciones de la Oficina de Cooperación son las siguientes:

- Poner en contacto al conjunto de la comunidad universitaria con los agentes de cooperación al desarrollo del entorno de la Uva.
- Promover la Educación y la Sensibilización para el desarrollo en la universidad.

- Facilitar la búsqueda de recursos (humanos, económicos, conocimientos, experiencias) para la realización de actividades vinculadas a la cooperación con países y pueblos empobrecidos.

Con esto la Oficina de Cooperación y la ACSM se pusieron en mutuo contacto para proponer una solución a la petición desde El Salvador, surgiendo de ello este Trabajo de Fin de Grado en forma de Proyecto de Cooperación al Desarrollo.

Caserío El Pajarito

En El Pajarito viven treinta personas de muy escasos recursos repartidas en once estancias. Todas las viviendas de esta comunidad se encuentran en situación precaria, sin canalización de agua o electricidad. Todas ellas adquieren una distribución dispersa donde cada una está separada de las demás y apenas comunicada por senderos sin siquiera asfaltar.

La equidad de sexo se mantiene a lo largo de todo el municipio de Meanguera. En El Pajarito conviven familias de todas las edades, desde parejas jóvenes de 24 años con hijos menores hasta parejas de ancianos octogenarios, donde la media de edad se sitúa entre los 35 y los 40 años.

El acceso a la electricidad gratuita ayudará a que estas personas puedan vivir con un mínimo de comodidades permitiendo desarrollar sus actividades de una manera mucho más fácil, abriendo también un abanico de oportunidades cuando entendemos que el acceso a la electricidad es un medio para alcanzar otros fines de un carácter e importancia superior.



Figura 7- José Adán Vázquez, de 54 años, junto a la cabaña donde trabaja

Ciudad Segundo Montes

A su regreso del exilio, los habitantes del norte de Morazán tuvieron que abandonar el modelo comunitario y cooperativo que habían tenido en el campamento en Honduras. Este se sustentaba principalmente con la asistencia de organismos internacionales como ACNUR, pero al regresar a su tierra, los salvadoreños tuvieron que cambiar el modelo a un sistema autosuficiente. Abandonaron el modelo de decisión asambleario, cada proyecto fue gestionado únicamente por los promotores. Pronto fue evidente que este sistema no era sostenible y cerraron muchos de los comercios y talleres.

Pero otros muchos subsistieron, fábricas de ropa, tejas y ladrillos, granjas de aves y comercios y negocios de otra índole siguieron produciendo. Gracias al apoyo de proyectos de cooperación se han conseguido muchas otras cosas en la comunidad. La ACSM ha estado implicada en muchos de ellos.

A pesar de los problemas de desempleo y de pobreza, la Ciudad Segundo Montes es un ejemplo de supervivencia, de superación y de progreso continuo en su proceso de desarrollo que, habiendo partido prácticamente de la indigencia total, de la carencia de absolutamente todo, muestra que la salida de la miseria es posible con el propio esfuerzo y una ayuda eficaz.

Y es en esta línea donde actúa este proyecto, apoyando a las familias de El Pajarito también se favorece el entramado de la Ciudad Segundo Montes. La prosperidad de la comunidad está ligada al de su gente.



Figura 8 - Regreso del exilio en el año 1989

Marco histórico

Origen del conflicto

Desde la independencia de España en 1821, El Salvador ha vivido continuas crisis políticas. En las dos décadas que siguieron a este hecho, el país intentó establecer una federación con las demás naciones centroamericanas. Tras el fracaso del proyecto federal, El Salvador promulgó su primera Constitución como Estado unitario en 1841.

En los años siguientes, el país vivió en un estado de constante inestabilidad política debido a la pugna entre Liberales y Conservadores. El triunfo definitivo de los primeros en 1871 propició una sucesión de gobiernos dirigidos por terratenientes, la "República Cafetalera". Durante esta época, entre 1881 y 1882, el presidente Rafael Zaldívar decretó la abolición de la propiedad comunal y ejidal, lo cual contribuyó a crear una concentración en la tenencia de la tierra.

En diciembre de 1931, el General Maximiliano Hernández Martínez, se convirtió en presidente de El Salvador tras el derrocamiento del gobernante civil Arturo Araujo. Con el general Martínez se inició una sucesión de gobiernos militares que regirían el país hasta 1979.

La concentración de la tierra en pocas manos y las enormes desigualdades sociales generaron un levantamiento campesino e indígena en 1932. Este fue brutalmente reprimido con cerca de 20,000 muertos. El régimen de Martínez se consolidó tras contener la rebelión, manteniéndose en el poder hasta 1944. En la década de 1950, los gobiernos de los coroneles Osorio y Lemus impulsaron algunas reformas sociales, pero mantuvieron un fuerte control de la oposición.

La llamada "Guerra del Fútbol" con Honduras en 1969 provocó el regreso en masa de miles de salvadoreños establecidos en el país vecino, lo que hizo aumentar en gran medida las tensiones sociales. Durante la década de los 70 El Salvador se transformó progresivamente en un hervidero social. La falta de libertades, la abismal brecha entre ricos y pobres sumados a la creciente tensión internacional entre occidente y el bloque comunista contribuyeron a agitar el país.

La economía de El Salvador giraba en torno al cultivo y exportación de café, algodón y caña de azúcar. La tierra estaba en manos de un reducido grupo de terratenientes, con mucho dinero y poder. Este hecho era tan evidente en los 70 que El Salvador era conocido como el "País de las catorce familias".

Estas familias se hicieron ricas a costa de la explotación de los campesinos. Acumulaban riquezas, mientras los militares dirigían el gobierno. El estado adquirió una fórmula combinada de explotación económica y represión militar.

A partir de 1970 la situación de miseria y explotación era tan insostenible que el pueblo comenzó a reunirse creando sus propias organizaciones para luchar por el derecho de la tierra y las mejores condiciones de vida, en este contexto de convulsión e impotencia nacieron las formaciones guerrilleras.

En 1970 surgieron también las Fuerzas Populares de Liberación "Farabundo Martí" (FPL), una escisión del Partido Comunista Salvadoreño fundado en 1930. En febrero de 1971, el "Grupo", una organización formada por estudiantes universitarios, secuestró y asesinó al empresario Ernesto Regalado Dueñas en la primera acción armada de un grupo de izquierda revolucionaria.

Mientras tanto, Morazán se convirtió en una de las regiones más idóneas para las acciones de la guerrilla dada su condición geográfica de montañas y ríos. Por otro lado, las Comunidades Eclesiales de Base jugaron un papel importante en la concienciación de toda la población naciendo con esto la organización política militar clandestina. La guerrilla se fortaleció con pocas armas, pero con la colaboración de todo el pueblo se logró la fabricación de armamento popular para defender y hostigar el despliegue militar durante los años setenta. Esta resistencia estuvo activa por familias enteras que lucharon durante muchos años por una sociedad más justa.

Durante diez años la violencia social concluyó en una guerra civil en todo el país en el año 1981. En el norte del país se desarrolló la mayor parte de la ofensiva, obligando a miles de campesinos a abandonar sus hogares abocados al exilio.

Morazán antes del conflicto

Los habitantes de los caseríos que hoy conforman la comunidad Segundo Montes siempre estuvieron muy unidos, practicando la solidaridad con los demás. La mayoría se ganaba la vida mediante la práctica de la agricultura, sobresaliendo los cultivos de maíz y judía. También conformaban productos basados en el agave, su comercialización era la fuente principal de ingresos.

En lo político, los municipios de Morazán generalmente estaban dominados por el partido oficial PCN. Existen numerosos testimonios de la celeridad con que se conocían siempre los resultados de las elecciones, siendo los de Morazán los primeros en salir, siempre los primeros. Muchos piensan que la manipulación era sistemática.

Los cuerpos de seguridad como la Policía de Hacienda, pero sobre todo la Policía Nacional y la Guardia Nacional eran quienes mayor presencia tenían en la zona de Morazán, ejerciendo un control férreo y asfixiante, muchas de las veces violento y desproporcionado sobre la población.

Junto a ellos, las Defensas Civiles mantenían una presencia en todos los cantones con la labor de informar de todas las anomalías que pudieran suceder y ejercer el reclutamiento forzoso. Estas patrullas en más de una ocasión, ante tanta injusticia y represión, rompieron su vinculación con el partido del gobierno y finalmente se alinearon con la población en lucha.

Al otro lado se encontraban los paramilitares de ORDEN (Organización Democrática Nacionalista), creada en 1966, muy conocida por su crueldad y anticomunismo radical. ORDEN nació como una estructura de control y espionaje en todo el país, especialmente en las zonas rurales, más adelante sus militantes se convirtieron en ejecutores directos de la represión más feroz contra la población campesina de Morazán.

Morazán durante el conflicto

En la zona norte de Morazán, la organización política se inició con la llegada en 1974 de Rafael Arce Zablah, uno de los universitarios componentes de el “Grupo”. A partir de las Comunidades Eclesiales de Base que ya se habían organizado con el trabajo del padre Miguel Ventura, se formaron las Ligas Campesinas en 1976. Al año siguiente surgieron las Ligas Populares, una organización popular impulsada por el ERP (Ejército Revolucionario del Pueblo). Con esta organización comunitaria y cristiana se sentaron las bases de la revolución del pueblo.

Zablah y Ventura se reunieron con los líderes para explicarles la necesidad que había de organizar a la población militarmente. Dijeron:

“No puede haber cambios en este país si no es a través de la vía armada, por medio de la lucha político-militar.”

En 1980, la fuerza armada salvadoreña desarrolló en este departamento del nororiente del país el operativo más importante de los sucedidos antes del inicio de la guerra. Siguiendo la doctrina de lucha contrainsurgente puesta en marcha por el gobierno de los Estados Unidos, el ejército salvadoreño aplicó la estrategia de “tierra quemada”, con el objetivo de acabar con la base social de los movimientos de izquierda y de sus organizaciones guerrilleras, para así detener su desarrollo.

En tanto, grupos de militares y policías al margen de la ley, con apoyo de empresarios y terratenientes, crearon los llamados Escuadrones de la Muerte, dedicados a aterrorizar las zonas rurales en las que el movimiento obtenía su mayor apoyo.

Origen de la comunidad Segundo Montes

En 1980, el ejército nacional efectúa el primer operativo militar de grandes dimensiones en el norte de Morazán, miles de campesinos se ven obligados a abandonar sus casas y vagar por el monte durante casi dos meses para huir del operativo y salvar sus vidas. No habiendo más alternativas, un grupo de más de 1000 personas, principalmente mujeres, ancianos y niños, deciden abandonar el país llegando al pueblo de Colomocagua en el vecino Honduras.

La guerra civil de El Salvador se inicia en 1981, lo que obliga a nuevos grupos de campesinos al exilio en Honduras. La intervención del alto comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) permite que en el pueblo de Colomocagua se monte un campamento de refugiados salvadoreños, que albergó a 8400 personas durante casi diez años.

El refugio en el exilio

Cuando los primeros refugiados llegaron a Honduras, desesperados e impotentes, pensaron que se quedarían allí durante una o dos semanas, después regresarían a su hogar. Ninguno se imaginó que permanecerían en aquel lugar durante tanto tiempo. Cuando los primeros grupos de expatriados llegaron en 1980 los estaban esperando representantes de las Naciones Unidas y de la iglesia católica.

Además de las penurias de tener que abandonar sus tierras y sus casas, los refugiados se dieron cuenta de que en el país vecino tampoco eran bienvenidos. Se los toleraba, pero con desconfianza, se les daba asistencia, pero bajo condiciones de confinamiento y aislamiento.

Por otra parte, las relaciones entre los campesinos salvadoreños y hondureños fueron entendidas por las autoridades hondureñas como una amenaza para la estabilidad política del país, dados los supuestos vínculos con el movimiento revolucionario salvadoreño.

Cristina, una de las exiliadas, reflejaba la situación de aquel entonces comentando:

“Porque allá también había represión, no podíamos salir, teníamos límites, era como estar en una cárcel sin paredes, ya que, había un cerco militar, que si salíamos nos capturaban y nos acusaban de colaborar con la guerrilla salvadoreña. Por lo tanto, había que organizarse para orientar a la gente, educarla pues, y darnos cuenta de que era necesario disciplinarnos. No solo para no ser capturados, sino también, para trabajar y poder subsistir.”

También, cuando el jesuita español Segundo Montes, como alto comisionado de las Naciones Unidas, visitó el campamento de Colomocagua en 1989, lo describió así:

“La organización social en los campamentos de refugiados salvadoreños es muy densa y planificada, con la participación igualitaria de toda la población. Hay una división racional de las áreas según las capacidades y habilidades de cada uno y sin diferencias de sexo, y una asignación de trabajos y funciones en beneficio del conjunto de la unidad o de la comunidad total, de modo que se atiendan debidamente todas las demandas y necesidades, desde la producción, distribución, educación, salud, recreación, hasta el arte, la pastoral, la seguridad o la concienciación.”

Ninguna persona quedó abandonada, sino que se conformaron grupos sociales a modo de familia integrando viudas, ancianos, huérfanos, u otras personas desamparadas o minusválidas. Se logró desterrar el alcoholismo, la delincuencia y cualquier otra lacra social que pudiera ser un lastre para la comunidad.

El modelo económico adoptado y desarrollado se basaba en el cooperativismo y el colectivismo garantizando el beneficio común y la retribución igualitaria para todos de acuerdo a sus necesidades personales o familiares.

El retorno

En 1989 se creó una comisión formada por representantes del Gobierno de Honduras y el ACNUR en la que se acordaron los términos en que se realizaría la repatriación de los más de 8000 refugiados. El padre Segundo Montes fue el encargado de gestionar su regreso. Desgraciadamente, el 18 de noviembre, él y otros jesuitas fueron asesinados en San Salvador acusados de izquierdistas y subversivos, dos días después comenzaría el retorno de los refugiados.

Se hacen más 1500 viajes de camiones para transportar a los refugiados con sus pertenencias personales y comunales al municipio de Meanguera en Morazán. Cuando llegaron a lo que llamaron Comunidad Segundo Montes, se encontraron una región totalmente deshabitada, en la más absoluta precariedad y sin ninguna infraestructura en condiciones de ser habitada.

Al iniciar el asentamiento, se trabajó igual que en el refugio, la organización de inmediato se acomodó para enfrentar la emergencia dando prioridad a atender las necesidades de alimentación, agua, salud y vivienda. Se dio mantenimiento a las vías de acceso que ya existían y se abrieron nuevas. En los primeros meses, la comunidad construyó de manera rápida pequeñas viviendas usando vegetaciones como el bambú para proveer de estancias de emergencia hasta que se estuviera en condiciones de construir mínimas, de materiales más sólidos.



Al poco tiempo se dio inicio a las actividades productivas y los servicios, montadas en locales provisionales contruidos con los materiales traídos del refugio. Tras seis meses el asentamiento de la comunidad Segundo Montes estaba funcionando al mismo nivel que en el refugio y buscando superar los nuevos problemas.

Contexto geográfico

Localización geográfica

La República de El Salvador, con capital en San Salvador, está situada en el istmo centroamericano. Hace frontera con Guatemala por el oeste y con Honduras por el norte y el este. El sur del país está limitado por el Océano Pacífico y el golfo de Fonseca, que lo separa de Nicaragua. El Salvador cuenta con una extensión territorial de 21.040 km², equivalente a Israel o a la comunidad de Valencia en España, lo que le convierte en el país más pequeño de Centroamérica.



Figura 9 - El Salvador en Centroamérica

Distribución administrativa

La forma de gobierno de El Salvador es la República presidencialista, para ejercer el poder legislativo cuenta con una sola cámara de personas representantes, la Asamblea Legislativa. Administrativamente, el país se divide en 14 departamentos, estos, a su vez, se fragmentan en 262 municipios repartidos por el país.

La región que nos ocupa es Morazán, un departamento de la zona oriental del país, fronterizo con Honduras al norte.



Figura 10 - Distribución departamental de El Salvador

Meanguera es uno de los municipios en que se divide el departamento de Morazán. Allí es donde se asentó la mayor cantidad de refugiados a su regreso del exilio.

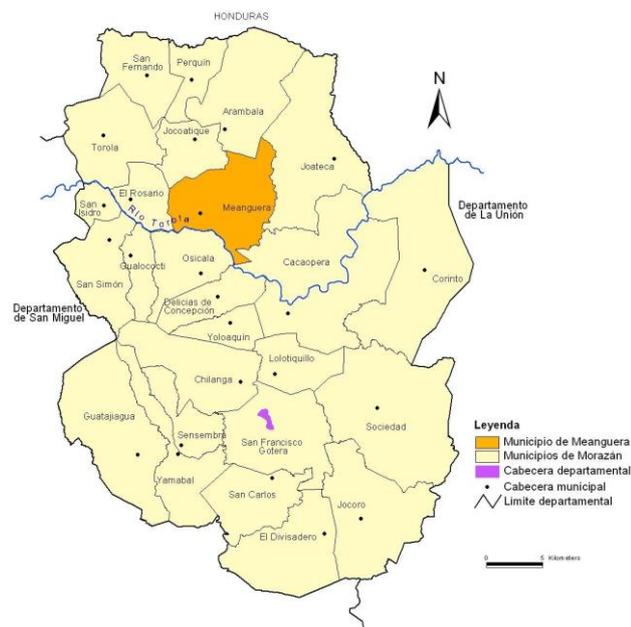


Figura 11 - El municipio de Meanguera en Morazán

Finalmente, cada municipio se divide territorialmente en cantones. Es en el cantón La Soledad donde se ubica el caserío El Pajarito.

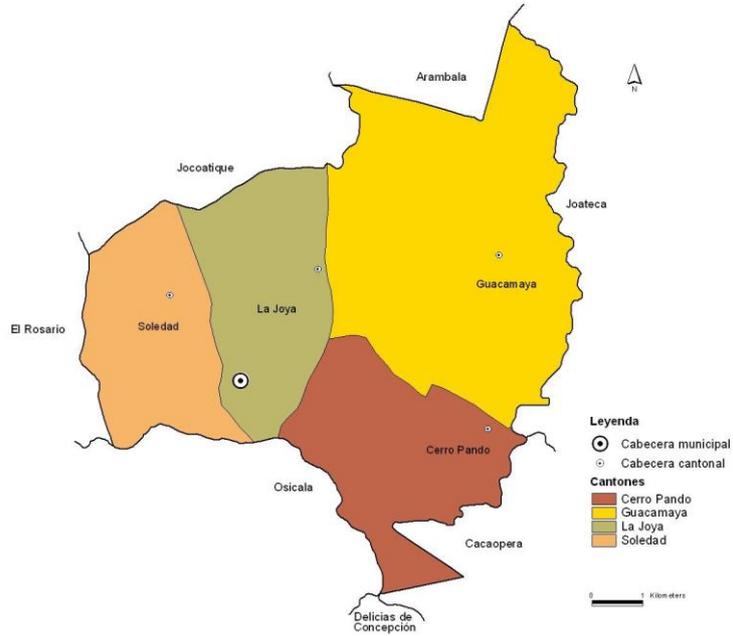


Figura 12 - División territorial del municipio de Meanguera

La comunidad que nos ocupa se encuentra localizada a 1.6 km del núcleo de Meanguera en línea recta, aproximadamente 2 km por carretera, según indica el siguiente mapa:

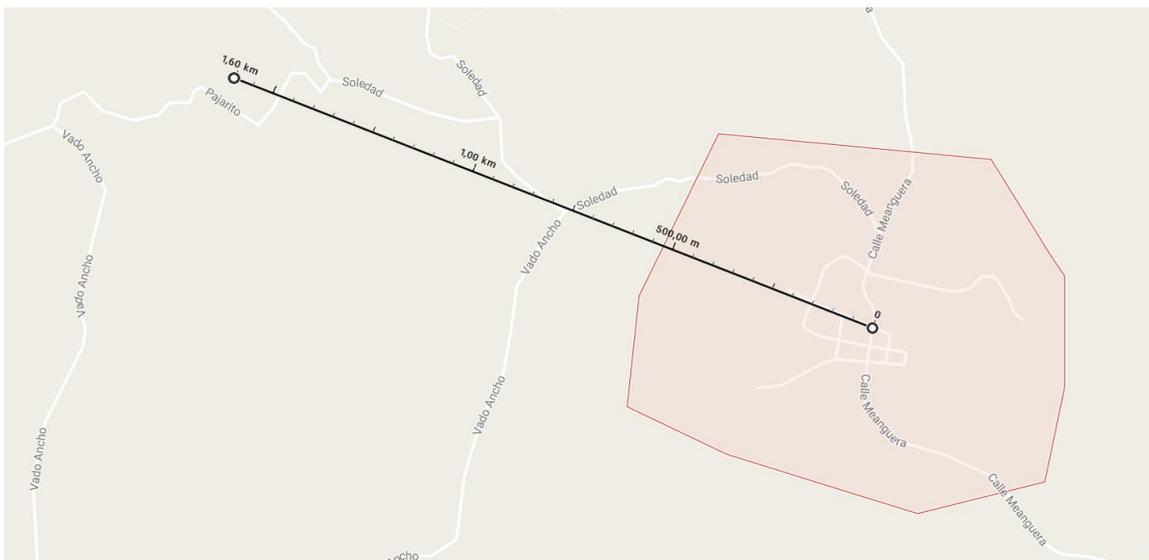


Figura 13 - Localización geográfica del caserío El Pajarito

Marco socioeconómico

Demografía

Según la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM), en el 2014 había en El Salvador una población de 6.401.415 habitantes existiendo una densidad de 304 personas por km². En la siguiente tabla se muestran estos mismos datos para cada departamento del país:

Departamento	Población	Extensión (km ²)	Densidad de población por km ²
San Salvador	1.752.562	886	1.978
La Libertad	774.851	1.653	469
Santa Ana	576.577	2.023	285
Sonsonate	492.504	1.226	402
San Miguel	484.479	2.077	233
Usulután	364.536	2.130	171
Ahuachapán	351.580	1.240	284
La Paz	349.793	1.224	286
Chalatenango	260.976	2.017	99
La Unión	260.883	2.074	126
Cuscatlán	256.577	756	339
Morazán	196.866	1.447	136
San Vicente	178.216	1.184	151
Cabañas	162.015	1.103	147
Total	6.462.415	21.040	307

Figura 14 - Población y densidad de población por departamento

Se observa cómo el departamento de Morazán es una de las regiones menos pobladas del país, hecho que está estrechamente ligado a su carácter de profunda ruralidad.

Por otro lado, la pirámide de población de El Salvador, difiriendo en gran medida de la que podríamos tener en países como España, refleja que es necesario poner una gran atención en los sectores de la tercera edad. Vemos que la pirámide alcanza una forma no-invertida donde existe una gran proporción de población joven en detrimento de la anciana. En la siguiente imagen se muestra la distribución de la población según sexo y edad para el país salvadoreño:

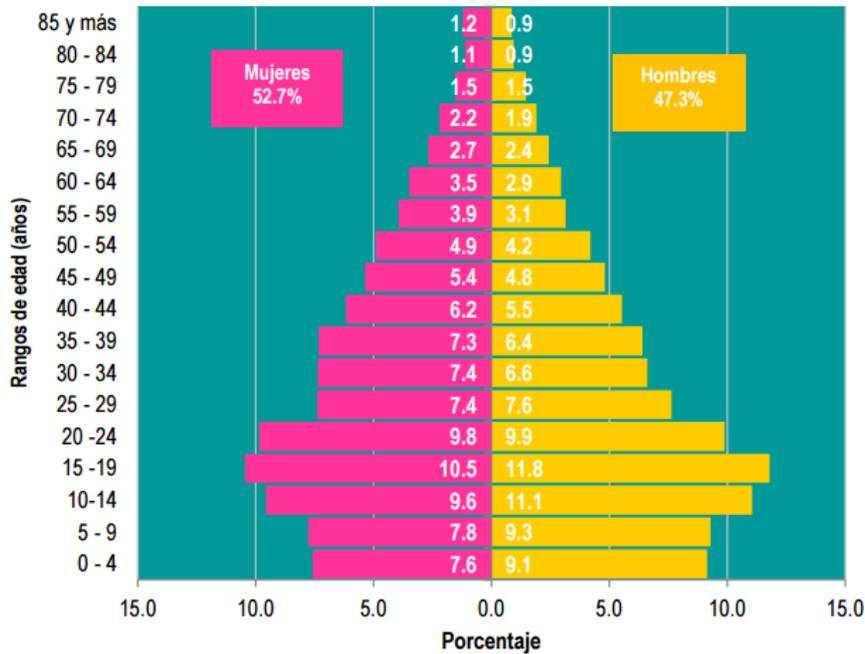


Figura 15 - Pirámide de población de El Salvador

En cuanto a población rural y urbana, la mayoría de los habitantes (62.3 %) se localizan en esta última categoría.

Si ahora centramos la atención en Morazán, hemos visto que es el tercer departamento con menos población de todo El Salvador alcanzando también el tercer puesto por la cola en cuanto a densidad.

Y más concretamente, en los siguientes gráficos, vemos la distribución de población para el municipio de Meanguera:

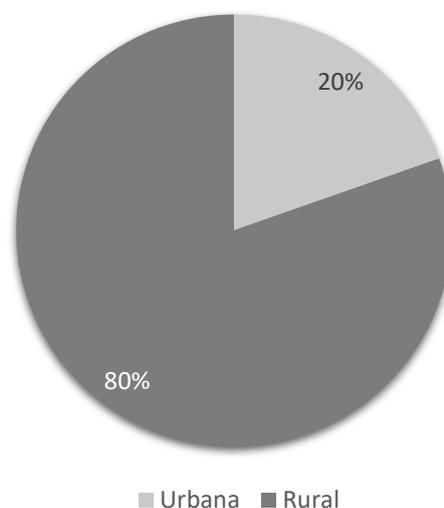


Figura 16 - Distribución de la población del municipio de Meanguera por residencia

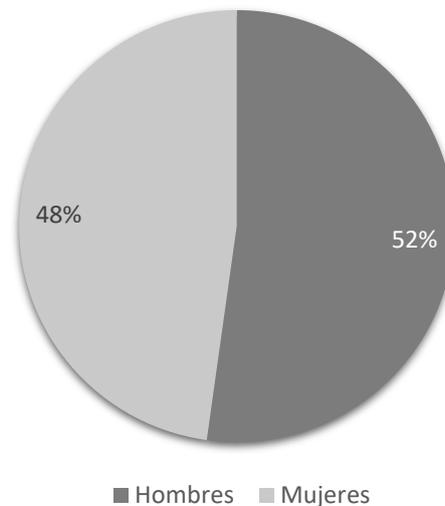


Figura 17 - Distribución de la población del municipio de Meanguera por sexo

Como vemos, la paridad en cuanto a lo que genero se refiere es muy similar a la que puede existir a nivel nacional. La distribución de la población en función del área de residencia muestra en Meanguera que las zonas urbanas están mucho menos extendidas que las rurales. Esto es herencia del retorno de los exiliados, condenados a tener que improvisar sus nuevos hogares conformando las zonas rurales del Morazán de hoy.

Sectores productivos

A partir del año 2001 el dólar estadounidense (\$, USD) se introduce como moneda oficial en la república junto con el colón salvadoreño (¢, SVC). Poco a poco el dólar fue desplazando al ya establecido colón y en la actualidad este se encuentra en desuso y fuera de circulación salvo en determinadas zonas rurales. Este cambio monetario favoreció las relaciones comerciales y financieras con el exterior del país y la posibilidad de mover divisas libremente entre los países con la misma moneda, como los EEUU.

Dentro de la economía salvadoreña existen diferentes sectores que desarrollan sus actividades:

Sector agropecuario: Está representado por las actividades agrícolas y ganaderas, estas siguen teniendo la mayor relevancia dentro de la economía del país. Se incluyen en esta categoría la producción para consumo y exportación de cultivos como maíz, frijol, arroz y trigo y productos variados de la ganadería y la pesca.

Sector industrial: Aquí se incluyen productos de consumo y exportación basados en las materias primas disponibles en el país, como pueden ser productos textiles, alimenticios, petroquímicos, etc.

Sector comercial: Una parte muy importante de la economía básica que permite el empleo de muchas personas. Se basa en la venta y compra-venta de productos y servicios.

Sector financiero: Representado por las instituciones financieras y los bancos que hacen circular el capital ofreciendo créditos a los individuos, pequeñas y medianas empresas y a las grandes compañías.

Sector exterior: Representa a todas aquellas personas que residen y reciben ingresos fuera del país, principalmente en Estados Unidos, y que aportan ayuda económica a muchas de las familias salvadoreñas.

Ya en Morazán, durante el conflicto armado, el departamento sufrió el impacto directo de los combates, provocando efectos devastadores en la agricultura de la zona. Con esto se incrementaron en gran medida las ayudas aportadas por familiares residentes en el extranjero. A pesar de este inconveniente en el sector productivo, se considera que la economía de Morazán es predominantemente agrícola, destacando actividades relacionadas con el cultivo de granos básicos, hortalizas, café, frutales, explotaciones ganaderas y otras actividades económicas con potencial dentro del territorio. También se han ido desarrollando en los últimos años actividades comerciales e industriales de artículos basados en materias primas originarias de la zona, como los productos lácteos o los textiles.

En el siguiente gráfico, vemos la distribución de las actividades en el departamento de Morazán:

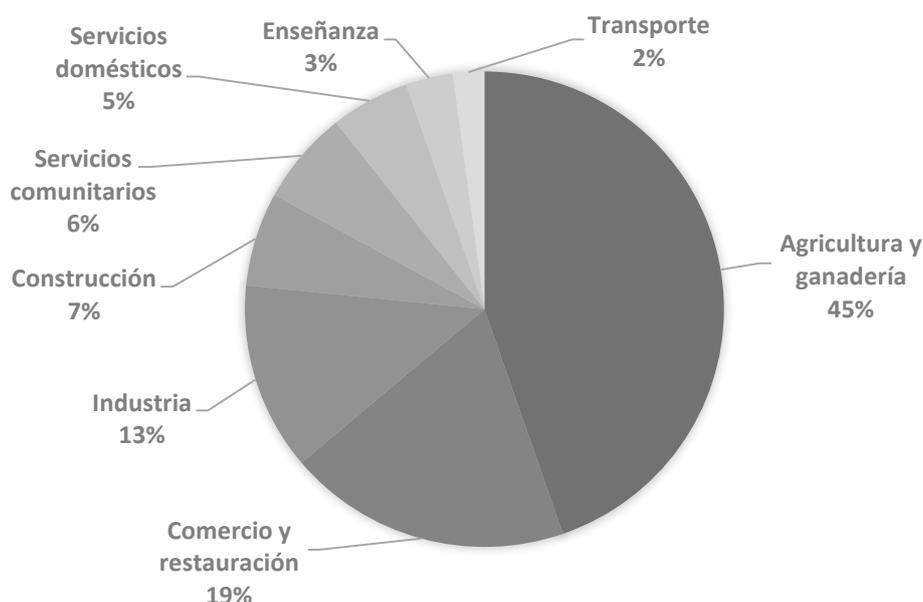


Figura 18 - Distribución de las actividades económicas en Morazán

Pobreza y desarrollo humano

Al analizar el ingreso promedio mensual por departamento, Morazán con \$391.58, presenta los ingresos más bajos del país, seguido por Ahuachapán. El desempleo registrado a nivel departamental para el 2012 ha sido de 6.51, cercano al promedio nacional de 6.62.

En relación con esto, está el desarrollo humano. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el desarrollo humano es aquel que sitúa a las personas en el centro del desarrollo. Trata de la promoción del desarrollo potencial de las personas, del aumento de sus posibilidades y de la oportunidad de vivir con seguridad y libertad.

A pesar de que el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del PNUD coloca a El Salvador en una categoría intermedia, las desigualdades entre departamentos son bastante importantes. Morazán, con un IDH de 0.604 representa el nivel más bajo del país, seguido por La Unión y significativamente por debajo de San Salvador, con un IDH de 0.741, el centro económico y político del país, cuyo producto interior bruto supera en más de dos veces el de Morazán (7.523 \$ frente a 3.153 \$).

Y en paralelo, Morazán es el departamento con los más elevados niveles de pobreza del país. El 28.5% de los hogares se encuentra en situación de pobreza relativa, mientras que el 14.1% en pobreza extrema. A continuación, los datos de UNICEF para la progresión de la pobreza desde el año 2000 hasta el 2013:

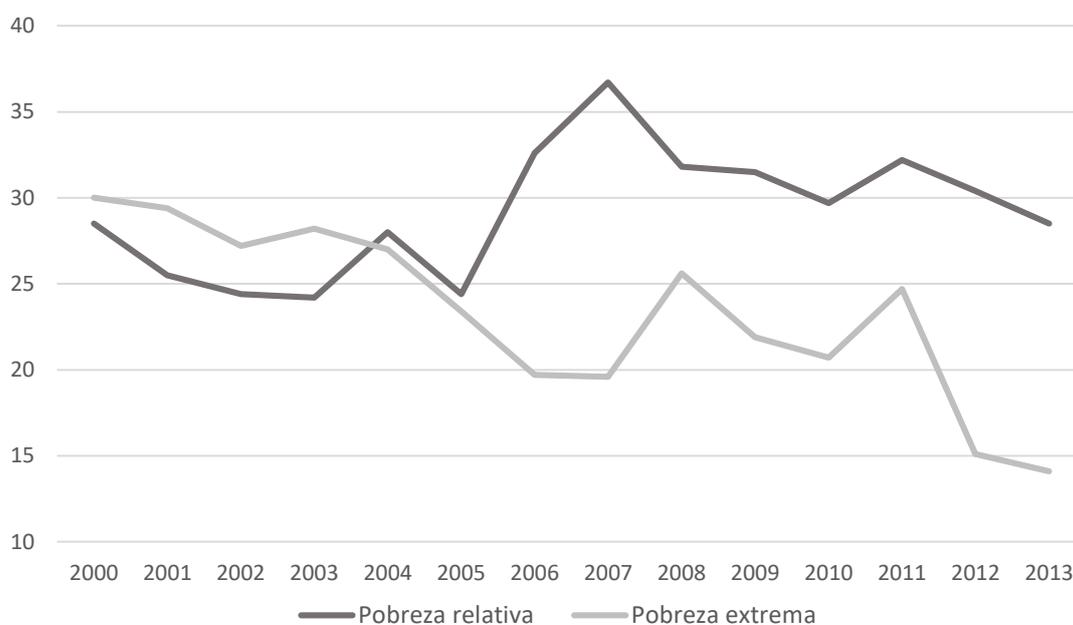


Figura 19 - Progresión del porcentaje de hogares en pobreza en Morazán

En referencia al gráfico anterior, se entiende por pobreza extrema a aquellas personas u hogares cuyos ingresos son menores que el costo de la Canasta Básica Alimentaria. Se encuentran en situación de pobreza relativa aquellas personas u hogares cuyos ingresos son mayores que el costo de la Canasta Básica Alimentaria, pero son menores que el costo de la Canasta Alimentaria Ampliada, el cual, de acuerdo con la metodología del Banco Mundial, resulta ser el doble del costo de la básica.

Educación

Con respecto a las características educativas, la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM), señala que aproximadamente 615,283 personas de 10 años y más no saben leer y escribir, lo que representa una tasa de analfabetismo de aproximadamente el 11.8%. Así mismo, destaca que el 7.3% del analfabetismo está representado por las mujeres, mientras que los hombres representan el 4.5%. Del mismo modo, esta situación presenta variaciones en función del contexto, de forma que mientras que en el área urbana, la proporción de analfabetismo es del 8.2%, siendo el porcentaje de mujeres en situación de analfabetismo de 5.7% y la de los hombres de 2.5%; en el ámbito rural la tasa es de 18.9% siendo el 11.0% mujeres y el 7.9% hombres.

El nivel de analfabetismo también es un discontinuo en lo que a cada departamento se refiere. En el siguiente mapa se muestran los niveles de analfabetismo por departamento:

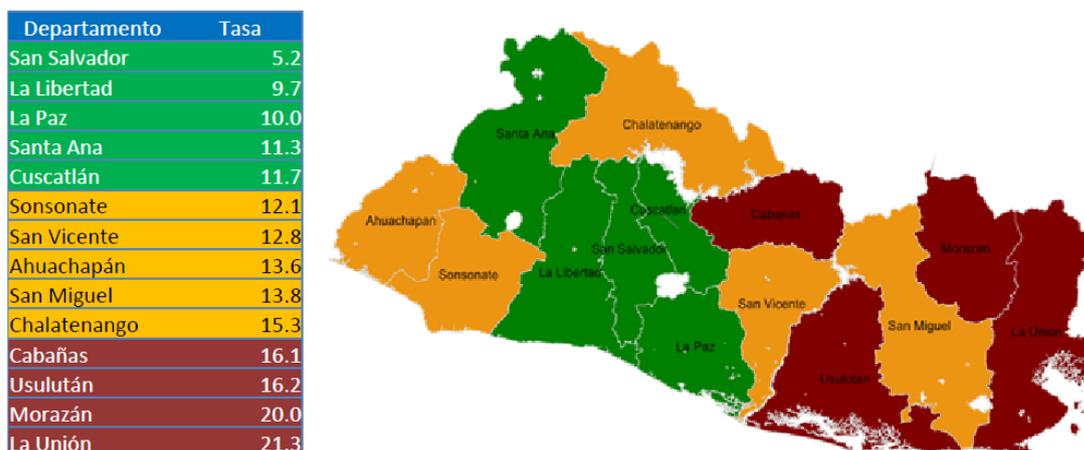


Figura 20 - Tasa de analfabetismo por departamento

Tomando como punto de referencia la tasa promedio de analfabetismo nacional del 11.8%, se evidencia la desventaja en la que se encuentra Morazán, con una tasa del 20%, colocándose en el penúltimo lugar a nivel nacional, solo superada por La Unión.

Otro indicador representativo de la situación contractual de la educación en el departamento de Morazán es la escolaridad, es decir, el número de años que dedica una persona a estudiar o aprender. En El Salvador este nivel, a partir de las personas de más de seis años de edad, es de 6.6 años. Pero en Morazán se alcanza el segundo valor más bajo, 5 años, de nuevo, únicamente superado por La Unión.

Habitabilidad y vivienda

De acuerdo a la última encuesta del DIGESTYC (Dirección General de Estadísticas y Censos) para el año 2007, en El Salvador hay 1,668,511 viviendas, de las cuales el 64.3% son urbanas y el 35.7% son rurales. En Morazán la comparación es evidente siendo el total de viviendas existentes de 47,440 y la proporción urbana de casi la tercera parte, 28%, y la rural del doble, 72%.

Si relacionamos el número de viviendas con el número de habitantes, en referencia al promedio nacional, al del departamento de San Salvador y al de Morazán se observa lo siguiente:

ÁREA DE RESIDENCIA	VIVIENDAS TOTALES	POBLACIÓN	PROMEDIO DE PERSONAS POR VIVIENDA OCUPADA
EL SALVADOR - NACIONAL			
TOTAL	1.668.511	5.744.113	4,2
ÁREA URBANA	1.085.603	3.598.836	4,0
ÁREA RURAL	582.908	2.145.277	4,5
DEPARTAMENTO SAN SALVADOR			
TOTAL	466.800	1.567.156	3,9
ÁREA URBANA	440.455	1.462.999	3,9
ÁREA RURAL	26.345	104.157	4,6
DEPARTAMENTO MORAZÁN			
TOTAL	47.440	174.406	4,5
ÁREA URBANA	13.292	45.561	4,2
ÁREA RURAL	34.148	128.845	4,6

Figura 21 - Relación entre población y número de viviendas

La imagen anterior refleja que la relación entre el número de habitantes y el de viviendas es prácticamente semejante entre departamentos habiendo ligeras diferencias entre las áreas rurales y las urbanas. El número de personas que ocupan una misma vivienda es mayor en zonas rurales que en urbanas, esto es evidente si comparamos la cuarta

columna entre los departamentos de San Salvador (eminentemente urbano) y Morazán (principalmente rural) con valores de habitantes por vivienda ocupada de 3,9 frente a 4,5.

En esta encuesta del año 2007 se reflejó por primera vez la investigación de los hogares dentro de las propias viviendas, se censaron un total de 1,372,137 viviendas con personas presentes y un conjunto de 1,401,485 hogares declarados, entendiendo por hogar al uso que una familia hace de una vivienda. Esta diferencia entre ambos valores refleja un déficit de vivienda a nivel nacional, habiendo más familias que viviendas.

También en el DIGESTYC se refleja la calidad de las viviendas por departamento de acuerdo al material con que están construidas. En concreto, en lo que se refiere al material del suelo tenemos lo siguiente:

DEPARTAMENTOS	TOTAL VIVIENDAS	CERAMICA	LOSA DE CEMENTO	LADRILLO DE CEMENTO	LADRILLO DE BARRO	MADERA	TIERRA	OTRO
TOTAL PAÍS	1.373.137	110.283	302.312	611.344	15.709	6.206	315.206	11.793
		8,03%	22,02%	44,52%	1,14%	0,45%	22,96%	0,86%
Ahuachapán	70.583	2.044	10.771	22.733	631	503	33.132	769
		2,90%	15,26%	32,21%	0,89%	0,71%	46,94%	1,09%
Santa Ana	128.133	12.528	22.954	60.272	1.565	538	29.107	1.169
		9,78%	17,91%	47,04%	1,22%	0,42%	22,72%	0,91%
Sonsonate	99.901	4.241	21.222	37.078	888	644	35.124	704
		4,25%	21,24%	37,11%	0,89%	0,64%	35,16%	0,70%
Chalatenango	44.035	2.046	13.334	15.924	499	264	11.617	351
		4,65%	30,28%	36,16%	1,13%	0,60%	26,38%	0,80%
La Libertad	157.625	22.498	40.685	63.446	1.308	608	27.990	1.090
		14,27%	25,81%	40,25%	0,83%	0,39%	17,76%	0,69%
San Salvador	398.824	42.173	80.150	240.790	2.824	611	29.407	2.787
		10,57%	20,10%	60,38%	0,71%	0,15%	7,37%	0,70%
Cuscatlán	50.537	1.698	17.634	15.403	410	279	14.796	317
		3,36%	34,89%	30,48%	0,81%	0,55%	29,28%	0,63%
La Paz	73.072	2.755	25.928	24.582	650	285	17.728	1.144
		3,77%	35,48%	33,64%	0,89%	0,39%	24,26%	1,57%
Cabañas	30.564	2.764	8.290	8.631	455	192	10.075	157
		9,04%	27,12%	28,24%	1,49%	0,63%	32,96%	0,51%
San Vicente	36.952	1.864	11.677	13.090	402	217	9.400	302
		5,04%	31,60%	35,42%	1,09%	0,59%	25,44%	0,82%
Usulután	82.928	3.550	19.142	28.018	1.350	601	29.580	687
		4,28%	23,08%	33,79%	1,63%	0,72%	35,67%	0,83%
San Miguel	104.736	6.987	15.836	45.987	1.924	737	31.896	1.369
		6,67%	15,12%	43,91%	1,84%	0,70%	30,45%	1,31%
Morazán	38.557	1.681	4.819	10.958	1.122	395	19.174	408
		4,36%	12,50%	28,42%	2,91%	1,02%	49,73%	1,06%
La Unión	56.488	3.454	9.870	24.432	1.681	332	16.180	539
		6,11%	17,47%	43,25%	2,98%	0,59%	28,64%	0,95%

Figura 22 - Material con qué están construidos los suelos de las viviendas de cada departamento

Morazán es el departamento que mayor proporción de viviendas con suelo de tierra, casi el 50%, poniendo de manifiesto la cantidad de hogares en condiciones improvisadas que aún perduran desde el retorno de sus habitantes. Le siguen las viviendas con ladrillo de cemento y losa de cemento, ya en menor proporción.

En la siguiente tabla se desglosan los materiales de las paredes en función del que se presenta en el suelo, para Morazán tendremos lo siguiente:

MATERIAL DEL PISO	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES								
	TOTAL	HORMIGÓN O MIXTO	BAHAREQUE	ADOBE	MADERA	LÁMINA METÁLICA	PAJA, PALMA U OTRO VEGETAL	DESECHO	OTRO
TOTAL	38.557	16.070	4.669	14.432	920	1.094	789	236	347
		41,68%	12,11%	37,43%	2,39%	2,84%	2,05%	0,61%	0,90%
Cerámica	1.681	1.454	9	201	10	1	0	0	6
		86,50%	0,54%	11,96%	0,59%	0,06%	0,00%	0,00%	0,36%
Losa de Cemento	4.819	2.735	74	1.836	43	66	0	0	65
		56,75%	1,54%	38,10%	0,89%	1,37%	0,00%	0,00%	1,35%
Ladrillo de Cemento	10.958	8.748	43	2.106	24	11	0	0	26
		79,83%	0,39%	19,22%	0,22%	0,10%	0,00%	0,00%	0,24%
Ladrillo de Barro	1.122	364	35	705	14	2	0	0	2
		32,44%	3,12%	62,83%	1,25%	0,18%	0,00%	0,00%	0,18%
Madera	395	70	88	190	27	16	0	0	4
		17,72%	22,28%	48,10%	6,84%	4,05%	0,00%	0,00%	1,01%
Tierra	19.174	2.474	4.412	9.251	796	990	786	236	229
		12,90%	23,01%	48,25%	4,15%	5,16%	4,10%	1,23%	1,19%
Otro	408	225	8	143	6	8	3	0	15
		55,15%	1,96%	35,05%	1,47%	1,96%	0,74%	0,00%	3,68%

Figura 23 - Material de las paredes de las viviendas en relación al del suelo, Morazán

* Baraque: Material utilizado en la construcción de viviendas compuesto de cañas o palos entretreídos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y paja.

Vemos que los materiales más usados en la construcción de las paredes son el hormigón, el adobe y el bahareque. Herencia del retorno, las viviendas con suelo de tierra tienen también una alta proporción de paredes construidas con adobe, principalmente en áreas rurales como Meanguera.

En relación a los servicios básicos ofrecidos por las viviendas, según la base de datos de UNICEF para el año 2013, en El Salvador y concretamente en Morazán teníamos lo siguiente:

Hogares con tenencia de agua por cañería: A nivel nacional, únicamente el 59,4% de las áreas rurales tiene acceso al servicio de aguas, en áreas urbanas el porcentaje asciende al 85,6%. Ya en Morazán, la proporción media de hogares con acceso al servicio es del 73,8%. Esta estadística incluye cañería dentro y fuera de la vivienda.

Hogares con servicio sanitario: La proporción en este caso aumenta considerablemente, 92,3% para áreas rurales y 99,4% para urbanas. Sin embargo, en Morazán, la cantidad media de hogares está ligeramente por debajo del nivel estatal con un 91,2%. Este porcentaje sin embargo no mide la calidad de estos sistemas, ya que no existe una distribución por tipo de saneamiento. En la mayoría de las zonas rurales, se cuenta con letrinas sin tratamiento u obsoletas, que fueron construidas durante el período de repoblación sin tratamiento de aguas negras o grises, provocando en la actualidad

grandes daños en la salud con la proliferación de focos de infección, así como daños medioambientales.

Hogares con acceso a la red eléctrica: Incluyendo únicamente aquellas viviendas cuya conexión a la red es propia, en El Salvador tenemos un 73,1% de hogares en zonas rurales y un 89,8% en zonas urbanas. En Morazán hay un 77,1% de viviendas con este servicio.

Hogares según uso de combustible para cocinar: Empezando por aquellos que usan leña como combustible, a nivel estatal, el 36,8% de las zonas rurales usa este tipo de medio mientras que es el 6,5% en zonas urbanas. En Morazán persiste la proporción rural con un 30,5%. Seguimos con el uso del gas propano. El 60,6% en áreas rurales y el 89,9% en urbanas. En Morazán, siguiendo la tendencia, tenemos un 66,9% de los hogares con este tipo de combustible. En el resto de los hogares no mencionados en la proporción se usan otros combustibles como carbón, keroseno, o simplemente se hace uso de cocinas eléctricas.

Marco medioambiental

Orografía

Morazán y especialmente su región norte es un departamento donde la orografía es en ocasiones muy accidentada. Destacan las cordilleras, las mesetas y las colinas (llamadas cerros). De este a oeste es atravesado por dos cordilleras; la primera ubicada al norte, conocida con el nombre de *Nahuaterique*, destaca por el cerro *El Mono*, que se eleva 2000 m sobre el nivel del mar. La segunda se encuentra en la parte media, con el nombre de *Cacahuatique* y *Coroban* donde el cerro *Cacahuatique* alcanza 1663 m.

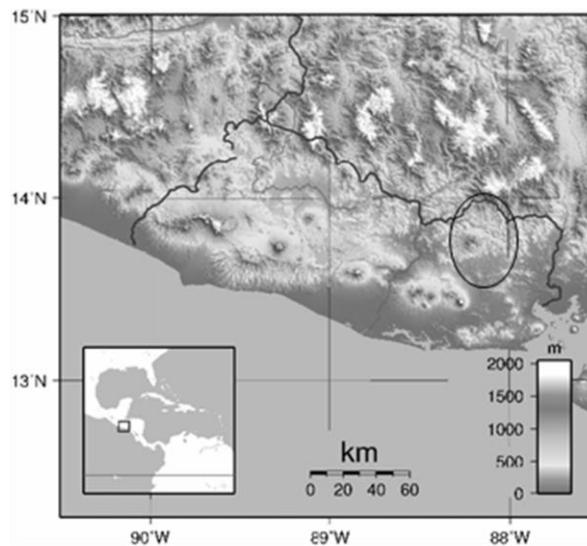


Figura 24 - Orografía de El Salvador - Morazán

En el entorno de Meanguera, localizado en la mitad norte del departamento, destacan los cerros *Pando*, *El Gallinero*, *Alto*, *Manzorra*, *El Tablón*, *La ventana*, *El Pajarito*, *El Gato de Monte*, *Talquezal* y *Tablón de los Planes*.

Hidrología

En Morazán cuenta con una red hidrográfica formada por dos de las cuencas más importantes del país. Estas son la cuenca del *Rio Lempa* y la del *Rio Grande de San Miguel*. La mayor parte de los canales fluviales del departamento alimentan a estas dos cuencas. En conjunto se forman tres regiones hídricas diferenciadas:

- **Región del Torola:** Representada por el río del mismo nombre, atraviesa el departamento de Este a Oeste recogiendo las aguas del sector nororiental de la cuenca del Río Lempa.
- **Región del Complejo de Cacahuatique:** Drenada en el sector Sur por el Río Yamabal alimenta a la cuenca del *Río Grande de San Miguel*.
- **Región de la cuenca alta del Río Grande:** Abarca la mayor parte de la zona sur de Morazán.

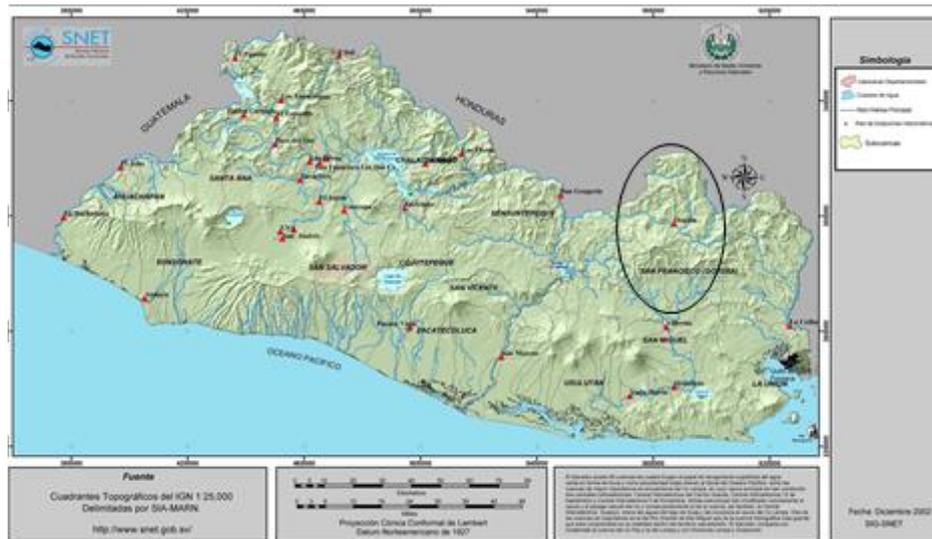


Figura 25 - Hidrología de El Salvador - Morazán

El municipio de Meanguera está inmerso dentro de la región norteña del *Río Torola*. Este río atraviesa el municipio y es uno de los atractivos turísticos de la región.



Figura 24 - Río Torola durante la época seca

Clima

El clima se caracteriza por la presencia de una estación seca y otra lluviosa, ambas acotadas en un periodo de tiempo concreto. La estación lluviosa empieza a finales de mayo y termina a finales de octubre. En esta época se pueden alcanzar precipitaciones que oscilan entre el 12% y el 20%. En ocasiones se producen periodos de canícula (periodos de 5 o más días con actividad lluviosa ininterrumpida) en las regiones SE del país, poco frecuentes en la mitad norte de Morazán.

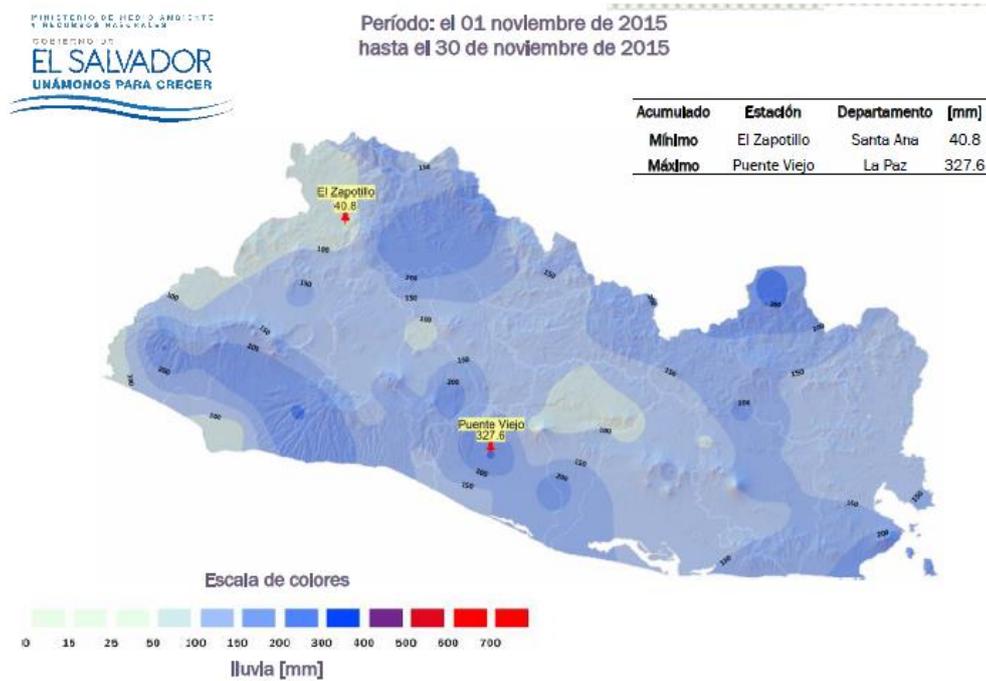


Figura 26 - Mapa de precipitaciones acumuladas durante la época seca

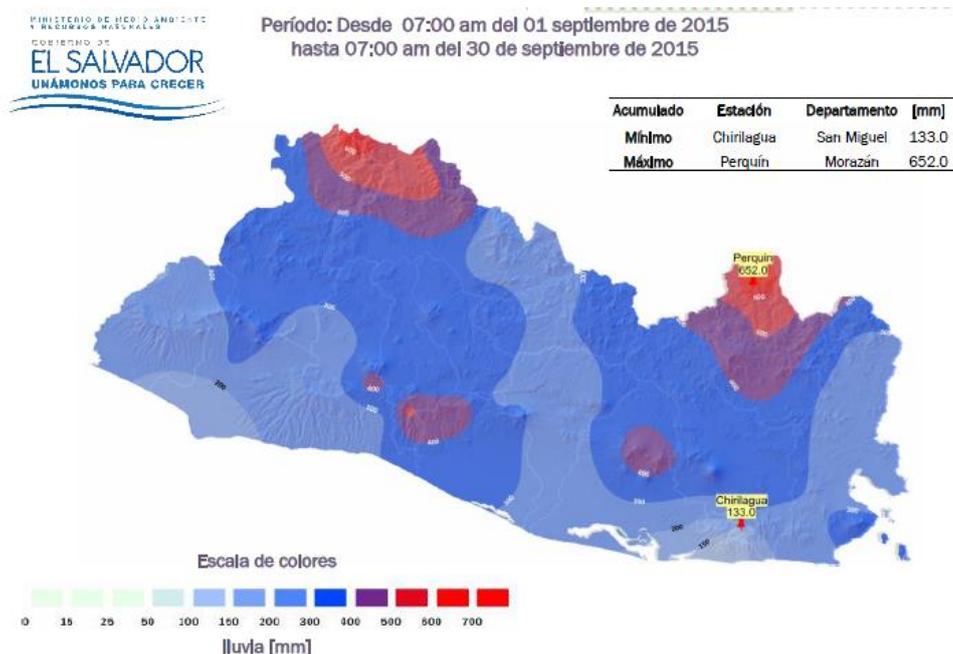


Figura 27 - Mapa de precipitaciones acumuladas durante la época lluviosa

En cuanto a la temperatura, al situarse sobre una zona climática tropical, en El Salvador se mantienen las mismas condiciones térmicas durante todo el año. En Morazán y en el resto de las áreas montañosas son ligeramente más bajas que en las regiones costeras alcanzándose temperaturas comprendidas entre los 20 y los 30 grados. Esta diferencia entre máximos y mínimos es más acusada en la época seca que en la húmeda.

El régimen de vientos está caracterizado por la presencia de tres tipos diferenciados de vientos:

- **Vientos alisios de carácter regional:** Los vientos alisios constituyen los vientos más constantes de todo el planeta. Soplan en dirección NE desde las regiones de altas presiones de las latitudes medias hacia la zona de climas ecuatoriales. Estos vientos afectan con mayor intensidad a las zonas de mayor altitud del territorio.
- **Brisas mar-tierra:** Poseen dos direcciones, la primera se produce en sentido mar-tierra durante el día, debido al gran calentamiento existente en la superficie terrestre, provocando un estado de bajas presiones. Al mismo tiempo, sobre la superficie del océano Pacífico, que se encuentra más fría, se genera una zona de altas presiones ocasionando un flujo de aire en sentido mar-tierra. Estas brisas pueden llegar a penetrar hasta unos 100 km tierra adentro llegando hasta el valle medio del río Lempa. En el segundo caso, por la noche, se produce el fenómeno opuesto, debido a la rápida pérdida de calor del continente y la más lenta en la masa de agua oceánica.
- **Brisas montaña-valle:** En función del momento del día, estos vientos poseen dos direcciones. Durante las horas de luz, las zonas más altas se calientan más rápidamente que los valles y mesetas, lo que ocasiona vientos locales desde las zonas bajas a las de mayor elevación. Al caer la noche las zonas altas pierden su temperatura a mayor velocidad que las bajas, que pierden el calor acumulado durante el día de forma más pausada. Esto produce brisas en dirección montaña-valle.

Suelo

Los diferentes tipos de suelo que hay dentro del departamento de Morazán son litosoles, es decir, suelos escarpados con poca profundidad sobre la roca producto del desgaste y la erosión climática, de arcillas rojas o pedregosos. Son ondulados en las zonas más llanas y muy accidentados en las montañosas. También destacan los grumosoles, suelos arcillosos de color oscuro que se vuelven pegajosos cuando se mojan y se agrietan cuando se secan, no aptos para cultivos.

Vegetación

La vegetación de Morazán está constituida por flora propia del clima tropical, principalmente, bosque húmedo tropical, bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical y bosque muy húmedo submontaños. La mayoría de las especies arbóreas son endémicas de Centroamérica y Sudamérica como son el *Morro*, *Ceiba*, *Copinol*, *Pepeto*, *Madrecacao*, *Nance*, *Tambor* o el *Ojushte*. También hay otras especies más extendidas como son el Cedro, Mango, Caoba, Naranja, Eucalipto, Aguacate, Laurel, Encina, Roble, Níspero, Bálsamo o especies de lauráceas, helechos, orquídeas, coníferas o de la familia del ciprés.



Figura 28 - Alrededores del caserío El Pajarito durante la estación lluviosa

Contexto energético

Sector Eléctrico

Hasta mediados de la década de los 90, el sector de la energía en El Salvador operaba a través de una comisión estatal denominada Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), la cual proporcionaba servicios de generación, transmisión y distribución. La reestructuración del sector eléctrico culminó en la desagregación de estas tres funciones. La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) se creó como parte de la reforma y se le asignó la responsabilidad de aplicar las leyes del sector y de supervisar su cumplimiento.

La remuneración de los generadores en el mercado no despertó el interés de los productores privados por conseguir grandes rendimientos y por tanto instalar nuevas capacidades. Como resultado, el gobierno consideró la posibilidad de que la falta de nueva capacidad de generación ocasionara mayores precios al contado, tarifas más altas y márgenes de reservas más bajos, lo que finalmente podría llevar a una crisis en el suministro que le obligaría a invertir en el sector.

Para resolver este problema, en julio de 2005, el gobierno creó la Comisión Nacional de Emergencia para Atender los Altos Precios del Petróleo con el objetivo de analizar e impulsar medidas para minimizar los impactos. Con ello se reconoció la necesidad de ampliar las capacidades de actuación, lo que llevó a crear en julio de 2006 el Consejo Nacional de Energía (CNE). El CNE propondría, gestionaría y contribuiría junto con los organismos a cargo de la aprobación de estrategias energéticas la contribución al desarrollo socioeconómico del país en armonía con el medio ambiente.

En mayo de 2007, el gobierno salvadoreño presentó su Política Nacional Energética, cuyos objetivos principales son:

- Asegurar un abastecimiento adecuado, continuo, de calidad y a precios razonables.
- Reducir la vulnerabilidad del abastecimiento de energía, diversificando las fuentes energéticas del país.
- Minimizar el impacto ambiental.
- Ampliar la cobertura de los servicios de energía a la población y a los sectores económicos.

Actualmente el gobierno salvadoreño a través del CNE está promoviendo el uso de las energías renovables frente al de los combustibles fósiles. Con una cuota del 60% de

potencia frente a las formas de energía tradicional, El Salvador firmó en 2010, junto con el gobierno japonés, la construcción del denominado Plan Maestro para el Desarrollo de las Energías Renovables, un plan de 15 años de duración en el que se fomentan las instalaciones de menos de 20 MW a lo largo del país.

Los agentes que intervienen en el sector eléctrico salvadoreño, regulándolo, supervisándolo o realizando sus actividades en él son los siguientes:

- **Consejo Nacional de la Energía (CNE):** El CNE es la autoridad superior, rectora y normativa en materia de política energética. Tiene como finalidad el establecimiento de la política y la estrategia que promueva el desarrollo eficiente del sector energético.
- **Superintendencia General de la Electricidad y las Telecomunicaciones (SIGET):** La SIGET es una institución autónoma de servicio público, con competencias para la aplicación de leyes y reglamentos que regulen el sector eléctrico, y atribuciones para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y las telecomunicaciones.
- **Unidad de Transacciones (UT):** La UT es una sociedad anónima creada bajo el amparo de la Ley General de Electricidad (LGE) que tiene por objeto la administración del sistema de transmisión y la operación del mercado mayorista de energía eléctrica.
- **Participantes del Mercado:** Los participantes de mercado son los generadores de energía eléctrica públicos y privados, la empresa transmisora, los distribuidores de energía eléctrica, los comercializadores y los grandes usuarios.

Estos últimos, los participantes del mercado, son los que ofrecen el papel activo en la generación, la distribución y el consumo de la energía eléctrica. Como se ha mencionado, entre estos hay agentes de carácter público y privado, se resumen como sigue:

Actividad generadora

De las 22 grandes plantas de generación, 18 están en manos privadas, únicamente cuatro de ellas son estatales. Estas pertenecen a la empresa CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa), la cual controla el 97% de la energía de origen hidroeléctrico.

Actividad transmisora

Gestionada en su totalidad por la entidad pública ETESAL, poseedora de las instalaciones destinadas al transporte de energía eléctrica en redes de alto voltaje.

Actividad distribuidora

La distribución compete a los agentes privados cuya finalidad es la entrega de energía eléctrica en redes de bajo voltaje. Estas empresas operan en condiciones reguladas de tarifas y calidad de entrega del suministro.

Capacidad energética

En El Salvador la generación de energía eléctrica de las principales plantas se distribuye según sigue:

ENERGÍA HIDRÁULICA		
Planta	MW	%
Guajoyo	19,8	1,3%
Cerrón Grande	172,8	10,4%
5 de Noviembre	100	6,0%
15 de Septiembre	180	10,8%
	472,6	28,5%

ENERGÍA BIOMASA		
Planta	MW	%
Cassa	107,5	6,5%
El Angel	97,5	5,9%
La Cabaña	21	1,3%
	226	13,7%

ENERGÍA TÉRMICA		
Planta	MW	%
Duke Energy	338,3	20,4%
Nejapa Power	144	8,7%
Cessa	25,9	1,6%
INE	100,2	6,0%
Textufil	42,5	2,6%
Gecsa	11,6	0,7%
Energía Borealis	13,6	0,8%
Hilcasa	6,8	0,4%
Termopuerto	73,7	4,4%
	756,6	45,6%

ENERGÍA GEOTÉRMICA		
Planta	MW	%
Ahuachapán	95	5,7%
Berlín	109,4	6,6%
	204,4	12,3%

CAPACIDAD TOTAL
1659,6 MW

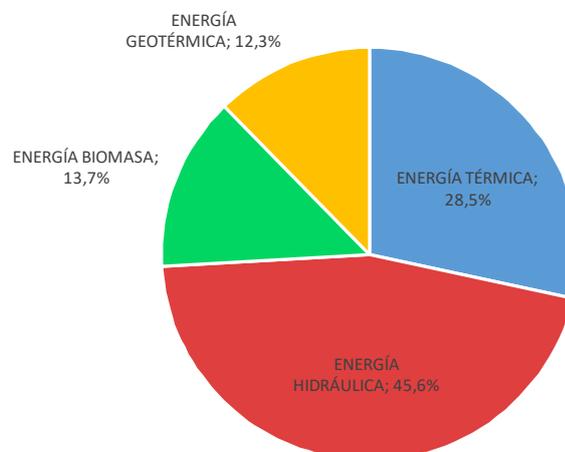


Figura 29 - Distribución de la capacidad energética de El Salvador

Aunque aún hoy no existen grandes generadores de energía eólica sí que existen estudios realizados junto con el gobierno de Finlandia para su futura implantación de forma que este tipo de energía limpia pueda cubrir parte de las necesidades del mercado.

En cuanto a los medios solares, actualmente se está construyendo la mayor planta de energía solar de Centroamérica en el departamento de La Paz.

Destacar también que El Salvador es el mayor generador de energía geotérmica de Centroamérica, un ejemplo más en la apuesta por las energías “verdes”.

En 2015 el pico de demanda alcanzó los 1089 MW por lo que El Salvador tiene un cierto margen de maniobra en lo que se refiere a la oferta-demanda de la energía. Se espera que la demanda se energía aumente a un ritmo del 1.3 % anual por lo que el gobierno salvadoreño tiene activo un programa de búsqueda de nuevos inversores además de los planes citados en el apartado anterior.

Por otra parte, El Salvador forma parte del proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica para los países de América Central (SIEPAC), el cual permite el intercambio energético de los países de América Central de forma equitativa y económica.

Servicio local

En El Salvador la competencia del reparto de la energía eléctrica de bajo voltaje le corresponde a las empresas distribuidoras. Aunque la competencia está permitida en el ámbito regional, cada empresa posee su área de influencia donde opera con carácter prácticamente monopolista. En el sector este del país, incluyendo Morazán, la empresa que opera es EEO (Empresa Eléctrica de Oriente), según el mapa de reparto:



Figura 30 - Reparto de empresas distribuidoras de energía eléctrica

En el municipio de Meanguera la empresa EEO ofertó electricidad a una media de 90.000 personas en el año 2014. Para ello se emplearon un total de 70 puntos de distribución en la localidad, todos ellos repartidos por las áreas más densamente pobladas. La más cercana al caserío El Pajarito se encuentra, en línea recta, a aproximadamente 1.6 km.

Normativa para el uso de pequeñas fuentes de energía renovables

La Ley General de Electricidad (LGE) y su reglamento son los primeros documentos relacionados con cualquier proyecto de generación de electricidad que se deben conocer, debido a que existen restricciones para el acceso a los mecanismos vigentes de comercialización de la energía eléctrica. La LGE regula las actividades privadas o públicas relacionadas a la generación, transmisión distribución y comercialización de la energía eléctrica en El Salvador.

En este reglamento se recogen las normas en las que se restringe la participación al Mercado Mayorista de energía. Estas restricciones dictan que un Participante del Mercado, en el papel de generador, únicamente puede inyectar a la red de distribución si alcanza una potencia mínima de 5 MW por nodo de conexión.

Un proyecto de las características de este no tiene como objetivo la participación en el Mercado Mayorista sino la autogeneración y el autoconsumo a partir de esta.

El reglamento de la LGE no recoge ninguna normativa reguladora del autoconsumo por lo que en El salvador existen numerosas instalaciones de autoconsumo sin ningún tipo de restricción, la mayor de ellas es una fotovoltaica con una potencia de 1,4 MW en la empresa Hilcasa.

Análisis de problemas

En esta etapa se busca identificar los aspectos negativos existentes en la situación que este proyecto pretende afrontar. Para ello se establecerán las relaciones causa-efecto directas e indirectas de los problemas relevantes y con ellas se construirá un diagrama donde se puedan visualizar de forma global.

Problema central

Se puede definir el problema central o problema principal como el **limitado acceso al servicio de electricidad**.

La comunidad El Pajarito nunca ha contado con suministro de energía eléctrica. El único medio con el que han contado para acceder a ella es a través pequeños generadores de combustión, los cuales son costosos y están acompañados de evidentes problemas derivados de los humos, los ruidos o el riesgo de incendio.

Análisis de las causas del problema

A continuación, se analizarán las causas directas e indirectas relacionadas con el problema central.

1. Exilio y retorno

Con motivo de la guerra civil salvadoreña y los combates acontecidos en la franja Noreste del país muchos de los habitantes que allí vivían se tuvieron que exiliar al vecino país de Honduras, en el Norte. Tras la firma de los acuerdos de paz se permitió la repatriación de los exiliados. Estos nada trajeron desde el exilio y nada tuvieron a su vuelta.

a. Devastación de las infraestructuras

La guerra había devastado la mayor parte de las infraestructuras de la región norte de Morazán, destruyendo casas, carreteras y medios de saneamiento, electrificación y comunicación. Para solventar la situación tan precaria que se encontraron, los exiliados, con soporte de asociaciones y ONG construyeron casas improvisadas con los materiales que pudieron adquirir. Estas carecían en principio de medios de saneamiento y electricidad, muchas de ellas aún siguen en esas condiciones, como es el caso de las que hay en el caserío El Pajarito.

b. Falta de medios y recursos económicos

Los refugiados retornaron sin ningún tipo de recurso ni bien económico. Se trajeron la infraestructura de subsistencia que les había permitido vivir en el exilio, pero con el tiempo esta se volvió insostenible bajo las nuevas circunstancias. Muchos de las personas alcanzaron unas condiciones si cabe más precarias que en el refugio construido en Honduras. Con ayuda local e internacional pudieron sacar algunas soluciones adelante, como la repartición de tierras o la creación de cooperativas de trabajo. Estas apenas suponían para muchos un medio de subsistencia por lo que las condiciones de vida siguen siendo hoy insuficientes en muchos sentidos.

2. Escasa inversión en las comunidades periféricas

El gobierno central de El Salvador destina gran parte de sus recursos tanto educativos, de infraestructuras, sanitarios o de inversión en el departamento capital de San Salvador dejando otros muchos como el de Morazán desatendidos. Esto provoca que los medios existentes en Morazán y más concretamente, en localidades como Meanguera, sean ineficientes o inexistentes. Parte de lo que allí existe se debe a la cooperación local e internacional. Necesidades como el acceso a la energía eléctrica aún no están cubiertas en muchos lugares.

Análisis de los efectos del problema

En este apartado, asimismo, se analizan los efectos directos e indirectos que el problema principal supone sobre los habitantes del caserío El Pajarito y su entorno.

1. Actividad comercial y productiva ineficiente

La carencia de electricidad hace que las pocas actividades comerciales y productivas existentes se adapten necesariamente a la situación de no-dependencia de electricidad, lo cual las hace ineficientes y de baja competitividad.

a. Limitación a actividades tradicionales

La falta de electricidad ha llevado a que comunidades como El Pajarito solo se dediquen a actividades tradicionales como la agricultura y la artesanía. Los habitantes no tienen la posibilidad de dedicarse a nuevos medios productivos y comerciales como la restauración que les permita incrementar el nivel de ingresos precario con el que subsisten actualmente. Esto a su vez hace que la región no sea atractiva para el turismo o la inversión.

b. Jornada de trabajo limitada

La productividad se ve dramáticamente reducida cuando la jornada laboral se ve limitada a las horas de luz no pudiendo ser desarrollada por la tarde o noche.

c. Incremento de los costes de trabajo

Los elevados precios de los medios para suplir la electricidad como el combustible hacen que cualquier actividad que de estos dependa tenga un coste adicional.

2. Restricciones en el acceso a las telecomunicaciones

La falta de energía eléctrica limita de forma considerable el uso de las telecomunicaciones como medio de información (radio, televisión, internet) y comunicación telefónica impidiendo la inserción de estas personas en un mundo cada vez más interconectado.

3. Limitación en las actividades educativas y de ocio

Tanto las actividades de aprendizaje como las de ocio realizadas en el hogar de cada habitante de la comunidad están limitadas a las horas de luz solar.

4. Almacenamiento inadecuado de los alimentos

La falta de energía eléctrica no permite la refrigeración de los alimentos por lo que las carnes y los pescados tienen que ser cocinados antes de almacenarse en condiciones, por lo general, inadecuadas. Este manejo equívoco de los alimentos resulta en una alta incidencia de enfermedades digestivas.

Teniendo en consideración todos los efectos a corto-medio plazo anteriormente citados se puede concretar un efecto general a más largo plazo: **Calidad de vida reducida**

Árbol de problemas

Como resultado del problema principal, sus causas y sus consecuencias, anteriormente expuestos, se puede construir un diagrama donde se expongan todos estos elementos de forma global.

En la siguiente página se representa el árbol de problemas de este proyecto colocando las causas en la parte superior y los efectos en la inferior quedando el problema central en el centro.

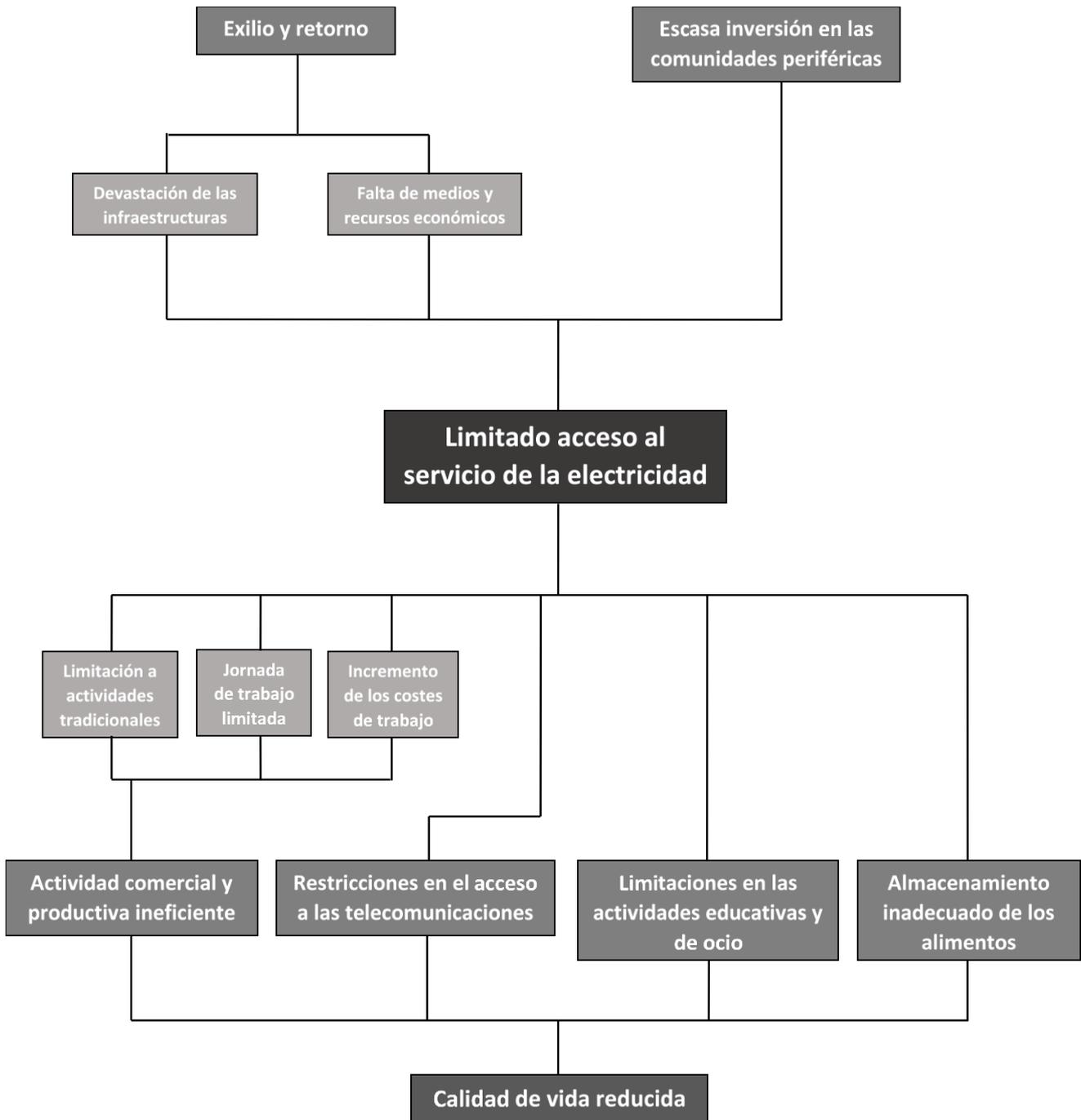


Figura 31 - Árbol de problemas

Análisis de objetivos

El análisis de objetivos surge con la intención de paliar los problemas del apartado anterior y por tanto, se contruye como resultado de este. Se trata, por así decirlo, de la versión negativa del apartado anterior. Aquí se identificarán las relaciones medio-fin presentes en este proyecto. Finalmente se representaran en un diagrama de la misma forma que con el arbol de problemas.

Objetivo general

Si el problema general o problema central era el limitado acceso a la electricidad de los habitantes de la comunidad El Pajarito, el objetivo general será: **Acceso al servicio de electricidad.**

Análisis de medios

Los medios descritos a continuación son el remedio a las causas de los problemas ya citados.

1. Solución a la situación de posguerra

El mayor responsable en la situación actual de los habitantes de la comunidad es la guerra civil y las condiciones de posguerra a las que estos estuvieron sometidos tras su regreso desde el exilio. En consecuencia, las principales soluciones deben paliar este tipo de situaciones.

a. Reconstrucción de las infraestructuras

Mediante programas de rehabilitación y adecuación de las viviendas existentes o de construcción de otras nuevas se mejorarán significativamente las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad. No menos importante es lo que se puede hacer con las infraestructuras de servicios tales como el de saneamiento, las telecomunicaciones o la energía eléctrica.

b. Impulso de las capacidades económicas

Fomentando y activando las capacidades económicas de los habitantes así como de sus capacidades de emprendimiento se puede alcanzar una situación laboral y productiva que sea sostenible y suficiente para garantizar un nivel socioeconómico adecuado.

2. Inversión regional

Si no es posible influir en las instituciones territoriales para que activen programas de inversión en la región esta recae necesariamente sobre otras instituciones y organizaciones independientes tales como ONG, empresas privadas o gobiernos exteriores. En cualquier caso, la inversión no debe fomentar la dependencia de la región a la ayuda exterior sino todo lo contrario, deberá atender las carencias de los habitantes de forma que sean ellos mismos quienes alcancen una situación superior.

Análisis de fines

Los fines son la consecuencia de los medios, son la solución a las causas ocasionadas por el problema principal acorto, medio y largo plazo.

1. Aumentar la actividad productiva y comercial

Para mejorar las condiciones de vida, uno de los objetivos ha de ser la creación de un entramado comercial y productivo que genere los recursos económicos suficientes para el sostenimiento de las familias de la comunidad.

a. Diversificación de actividades

Como consecuencia del acceso continuo a la energía eléctrica las actividades profesionales que pueden ser desarrolladas aumentan en número y variedad considerablemente. Esto genera un incremento de las posibilidades de desarrollo de la comunidad.

b. Aumento de la jornada de trabajo

La iluminación artificial permite que las personas puedan continuar sus actividades con independencia de la presencia o no de la luz natural.

c. Reducción de los costes de trabajo

Ya no sería necesario el uso de combustibles para poder desarrollar cualquier actividad eliminando con ello los costes de su uso.

2. Acceso a las telecomunicaciones

Con electricidad las limitaciones relativas al empleo de telecomunicaciones como teléfonos, televisores, radios o incluso ordenadores ya no serían un problema.

3. No limitación en las actividades educativas y de ocio

Como ya se ha explicado, las actividades ya no tendrían que estar limitadas en el tiempo si se dispone de iluminación artificial.

4. Tratamiento correcto de los alimentos

Con electricidad no solo se podrían refrigerar y conservar los alimentos de forma correcta, evitando las posibles consecuencias de lo contrario, sino que se amplían las posibilidades de su tratamiento como con el uso de hornos microondas, cafeteras o batidoras.

Igualmente, como consecuencia de estos fines, a largo plazo también existirá un fin último:
Mejora de la calidad de vida

Arbol de objetivos

En el arbol de objetivos se representa de manera esquemática la relación consecuente de los medios necesarios para con el objetivo central y los fines resultantes del cumplimiento de este.

En este caso los medios se colocan en la parte superior, el objetivo principal en la central y los fines en la parte inferior. Como resultado, el arbol de problemas se representa en la página siguiente.

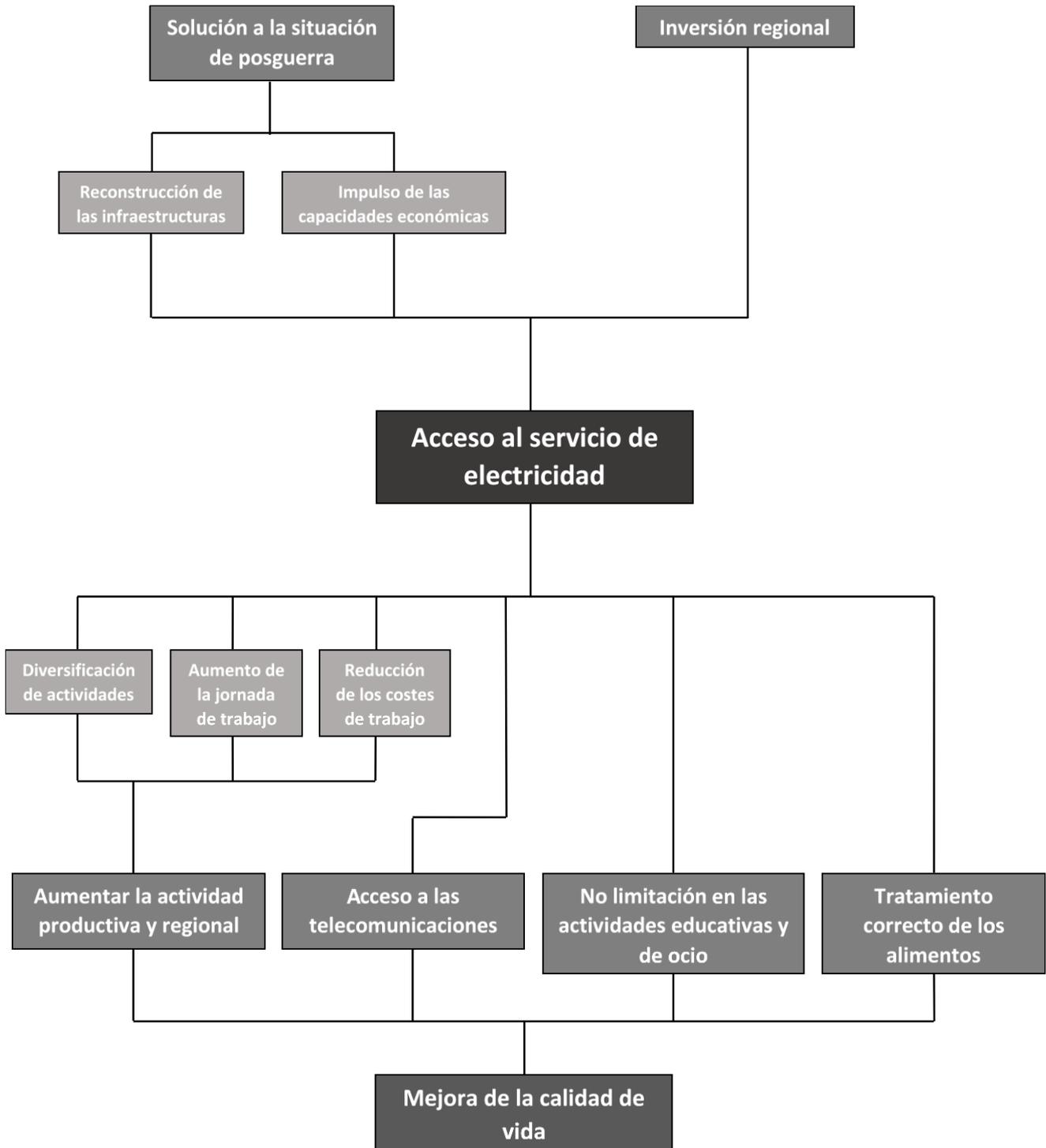


Figura 32 - Árbol de objetivos

Análisis de estrategias

En el análisis de estrategias se revisan los medios disponibles para alcanzar el objetivo principal y se selecciona el más adecuado desde el punto de vista de la cooperación para el desarrollo.

Cada estrategia es el medio o conjunto de medios a los que se recurrirá de cara al cumplimiento del objetivo central.

Una vez conformadas las posibles estrategias se recogerán para su análisis las implicaciones, viabilidad y adecuación de cada una de ellas seleccionando la más apropiada.

Estrategia 1 – Impulso de las capacidades económicas

El fomento, asesoramiento y supervisión de las actividades que los habitantes del caserío realizan como medio de vida puede ser una opción muy viable que ayude a generar un aumento de ingresos, el acceso servicios como la electricidad y la mejora de las condiciones de vida. Mediante talleres, guías o cursos se puede conseguir que las personas mejoren y desarrollen aptitudes y posibilidades de trabajo.

Esta es una estrategia más orientada al largo plazo entendiendo que las mejoras en el nivel de vida resultado de este tipo de soluciones no aparecen de un día para otro, sino que pueden tardar meses o incluso años.

Además, aun teniendo en cuenta que se podría disponer de personal, de la ASCM por ejemplo, que ayudase a estas personas no se garantiza que el nivel socioeconómico de estas personas vaya a verse necesariamente incrementado.

Como tal, esta estrategia tiene un carácter más complementario que otras posibles soluciones.



Figura 33 - Estrategia 1

Estrategia 2 – Reconstrucción de las infraestructuras + Inversión regional

Esta segunda estrategia pasa por la reconstrucción de las infraestructuras de servicios, en concreto las del servicio eléctrico, para lo cual es necesaria una inversión importante en la comunidad para llegar a término.

Es una solución más directa que la anterior ya que incide directamente sobre el problema principal permitiendo alcanzar los fines establecidos de una forma más concisa y segura. Por otro lado, su ejecución está directamente ligada a las operaciones de ejecución de las infraestructuras, con un carácter más efímero que en la anterior situación.

Dado que se requiere una inversión de una cantidad aún no definida, esta estrategia requerirá de la búsqueda necesaria de inversores de capital externos.

Se puede llevar a cabo mediante distintas soluciones de electrificación, ya sea la conexión directa a la red o la autogeneración en sus distintas formas. La elección de la más conveniente corresponde en cualquier caso a la fase de Diseño del proyecto.

Como es importante garantizar que cualquier solución sea sostenible en el tiempo, en el caso de la autogeneración de energía eléctrica, sería recomendable garantizar que los equipos estuviesen sometidos a un mantenimiento, cuidado y limpieza adecuados, preferiblemente de la mano de los propios usuarios.

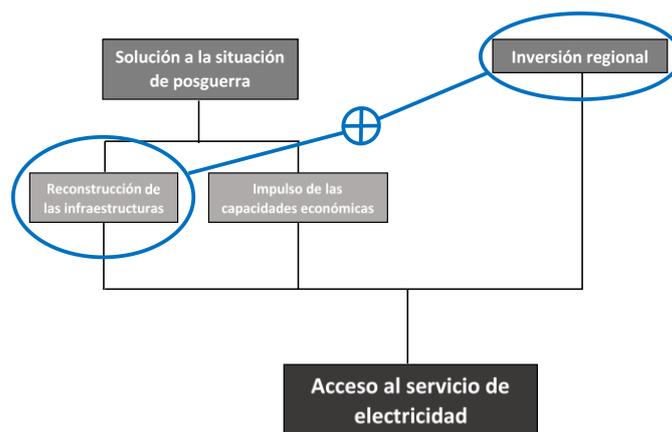


Figura 34 - Estrategia 2

Selección de estrategia

Atendiendo a criterios de selección como el impacto final, la probabilidad de éxito, los costes o el periodo de tiempo que debe cubrir el proyecto, la estrategia más adecuada es la segunda.

Frente a la no garantía de alcanzar los objetivos y los fines propuestos en la primera solución, nos encontramos con la segunda, cuya finalidad directa es cumplir con el objeto principal de dar acceso a la energía eléctrica con lo que la consecución de los fines estará un paso por delante.

El periodo de tiempo previsto en la segunda es inferior si en la primera contamos como tal el espacio temporal desde que se empieza a ejecutar hasta que se alcanza alguno de los objetivos o fines descritos.

Por contra en la segunda se requiere una inversión mucho mayor que en la primera. Aunque también es en la primera donde pueden surgir problemas al trabajar en talleres o cursos con personas con cierto grado de analfabetismo.





FASE II - DISEÑO

Alternativas de electrificación

Tras haber seleccionado una estrategia a seguir como último capítulo del bloque anterior, en la fase de diseño se desarrollarán todos los aspectos necesarios para llevarla a cabo.

La primera etapa consiste en analizar las posibles alternativas de electrificación disponibles. A partir de ahí se escogerá el medio o tecnología más adecuado dadas las características de la población objetivo y los recursos existentes.

Conexión a la red eléctrica

En el caso que nos ocupa, la electrificación de una comunidad de viviendas, se pensaría que la solución más simple y lógica es la conexión a la red eléctrica general mediante la extensión del cableado entre los puntos de acceso.

En el caserío El Pajarito esta solución resultaría muy costosa dada la distancia entre la comunidad y el punto de acceso más cercano, aproximadamente 1.6 km. Supondría un esfuerzo económico, no solo por el hecho de la extensión de la red sino también por los costes relativos a su uso, los cuales es importante tener en consideración.

En casos como este, la ONU, en su Informe Mundial de la Energía, tratando el reto de la mejora de las condiciones de vida de las personas más desfavorecidas de manera eficaz, recomienda incluir soluciones energéticas descentralizadas a pequeña escala. Con esto y el empleo de fuentes de energía de origen local se consigue un factor de éxito importante en la reducción eficaz de la pobreza.

Grupos electrógenos

Los grupos electrógenos consisten en la obtención de energía eléctrica mediante la combustión y accionamiento de un generador eléctrico. Los combustibles disponibles pueden ser gasolina, diésel o queroseno.

Se trata de una tecnología de relativo rendimiento y bajo coste pero que tiene una serie de desventajas para la aplicación que se le querría dar en este proyecto:

- Genera una dependencia del combustible utilizado cuyo suministro y precio puede no ser constante.
- Se requiere un mantenimiento periódico a lo largo de la vida de los equipos.
- Elevada contaminación acústica y ambiental.

Centrales microhidráulicas

Las centrales microhidráulicas son centrales hidráulicas a pequeña escala. Tratan de aprovechar la energía potencial de los cuerpos de agua operando una turbina conectada a un generador eléctrico.

Se trata de una de las formas de obtención de energía más verde, rentable y con apenas ninguna perturbación para el ecosistema si con ella no se construyen pantanos ni presas artificiales. En este proyecto ese no sería el caso.

Por el contrario, tiene los siguientes inconvenientes:

- Se necesita un flujo de agua constante y con un desnivel suficiente.
- Cercanía entre los puntos de consumo y de generación para evitar pérdidas de energía importantes.
- Mantenimiento periódico de los equipos.

La comunidad El Pajarito se encuentra a aproximadamente 1.3 km de la fuente fluvial más cercana, correspondiente al río Torola.

Las dimensiones del Torola son demasiado grandes para la instalación hidráulica que necesitaríamos construir. Se necesitaría en cualquier caso construir un flujo secundario de menores dimensiones paralelo al río. Esta obra incrementaría los costes iniciales en gran medida. Además, a priori, no nos aseguraríamos de que el punto de trasvase se encontrase a la mínima distancia de la comunidad, sino que podría estar bastante más alejado si las condiciones operativas y del terreno lo requieren.



Figura 35 - Distancia de la comunidad El Pajarito al río Torola

Sistemas eólicos

A través de un aerogenerador movido por el viento se obtiene energía eléctrica. Las dimensiones del dispositivo están directamente relacionadas con las necesidades de consumo.

Al igual que con los sistemas hidráulicos, se trata de una energía limpia e inagotable. Su tecnología es bastante simple y asimilable dada su gran difusión. Entre los inconvenientes existentes están los siguientes:

- Se requiere de una velocidad del viento dentro de unos márgenes de uso del aerogenerador. Asimismo, esta velocidad se tiene que dar a una altura operativa adecuada.
- Mantenimiento frecuente de los equipos.
- Más rentables para grandes potencias que para pequeñas.

En el caso que nos ocupa, el criterio a seguir para la selección de este tipo de energía es el nivel de densidad potencial de viento. Este nivel relaciona la energía producida con la velocidad del viento a una determinada altura. De acuerdo con el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) de los Estados Unidos, el área donde la densidad de energía eólica alcanza un valor superior a 320 W/m² a 30 metros sobre el nivel del suelo, y superior a 400 W/m² a 50m es suficiente para desarrollar proyectos que utilicen el viento como fuente para producción de energía eléctrica. Dichos valores están representados en la siguiente tabla:

Clase	Potencial del Recurso	Velocidad del viento m/s 30 m de altura	Densidad de potencia del viento W/m ² 30 m de altura	Velocidad del viento m/s 50 m de altura	Densidad de potencia del viento W/m ² 50 m de altura
1	Pobre	0.0 - 5.1	0 - 160	0 - 5.6	0 - 200
2	Marginal	5.1 - 5.9	160 - 240	5.6 - 6.4	200 - 300
3	Considerable	5.9 - 6.5	240 - 320	6.4 - 7.0	300 - 400
4	Bueno	6.5 - 7.0	320 - 400	7.0 - 7.5	400 - 500
5	-	7.0 - 7.4	400 - 480	7.5 - 8.0	500 - 600
6	-	7.4 - 8.2	480 - 640	8.0 - 8.8	600 - 800
7	-	8.2 - 11.0	640 - 1600	8.8 - 11.9	800 - 2000

Figura 36 - Clasificación de la densidad potencial del viento

El gobierno salvadoreño, en colaboración con su homólogo japonés, ha realizado un mapeo del potencial eólico del país en su afán de proporcionar recursos y facilidades en la aplicación de energías renovables. Para unas alturas sobre el nivel del suelo de 30 y 50 m, la densidad potencial del viento en El Salvador está representada en los siguientes mapas:

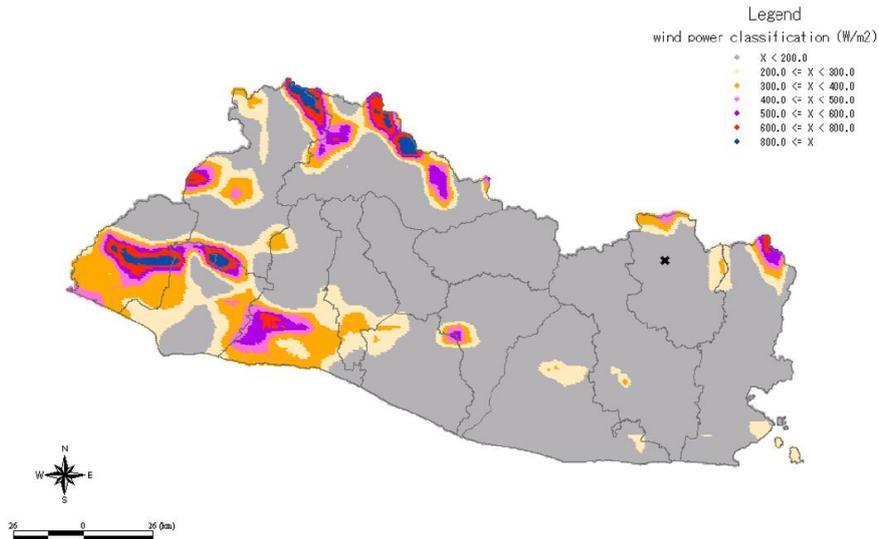


Figura 37 - Mapa de la densidad potencial del viento, a 30 m sobre el suelo

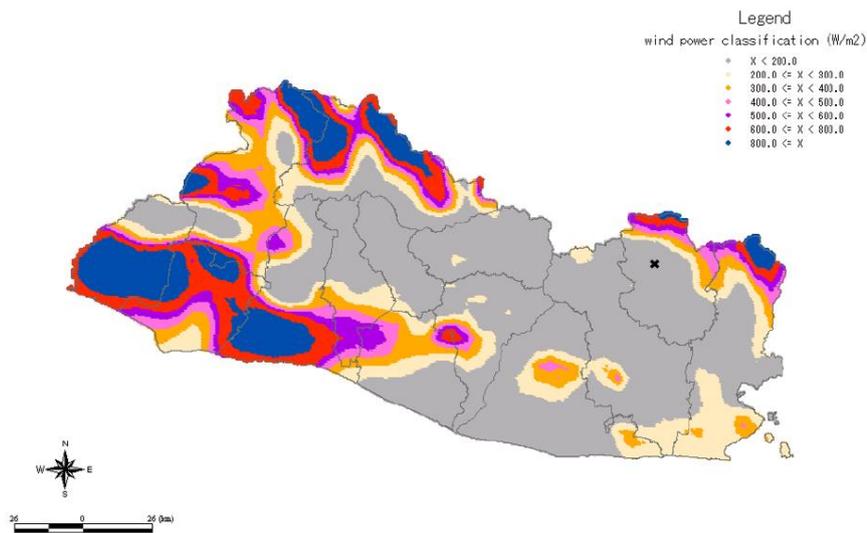


Figura 38 - Mapa de la densidad potencial del viento, a 50 m sobre el suelo

Las áreas de mayor potencial son las representadas en colores en ambos mapas, según la leyenda.

Biomasa

Mediante la bioenergía o energía de biomasa se obtiene electricidad a través de la combustión directa de compuestos orgánicos derivados de la vegetación, la fauna o los residuos producidos en la industria o las ciudades. Esta combustión empuja un generador de forma similar a como se realiza en los grupos electrógenos.

Es una energía barata que aprovecha los residuos contribuyendo al reciclaje. Los subproductos sólidos obtenidos tras la combustión son biodegradables y se pueden aprovechar como abonos y fertilizantes.

Algunos de los inconvenientes son los siguientes:

- Requiere de grandes cantidades de materia como combustible. Si se quiere hacer de manera sostenible, esto se traduce en grandes extensiones de terreno para plantaciones.
- Rendimiento inferior que con el uso de combustibles fósiles.
- Aunque es una energía renovable, no es limpia dada la contaminación derivada del proceso de combustión.

Instalación fotovoltaica

Las instalaciones de energía solar aprovechan la radiación electromagnética precedente del Sol transformándola en electricidad. Mediante células compuestas de silicio se produce el desprendimiento de electrones cuando incide radiación solar en lo que se llama efecto fotoeléctrico. Este desprendimiento es la causa de la corriente eléctrica generada.

Esta energía es completamente limpia en su uso, es fiable y no requiere demasiado mantenimiento. El sistema de paneles es nodular, lo que permite su disposición de forma bastante versátil. El principal inconveniente es el alto coste inicial de los equipos y la variabilidad de la luz solar incidente sobre la superficie.

Los mapas de radiación solar indican la potencia solar a lo largo del territorio salvadoreño:

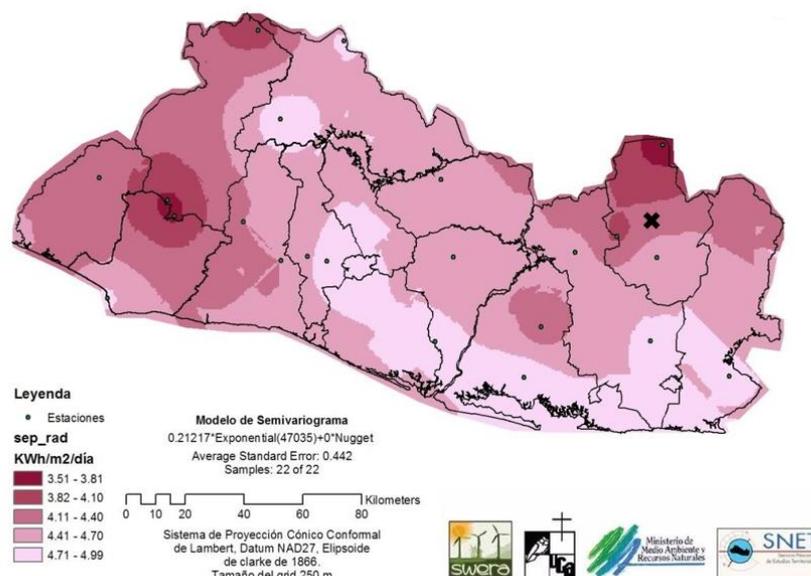


Figura 39 - Mapa de radiación solar – promedio anual

Análisis de alternativas

Si excluimos la primera posibilidad analizada, la conexión a la red eléctrica general, siguiendo las recomendaciones de los organismos internacionales, las posibilidades que quedan se basan en la autogeneración y el autoconsumo.

Estas alternativas no son a priori de ninguna manera excluyentes, ya que existen diferentes combinaciones de instalaciones mixtas como la eólico-solar, eólico-diesel o solar-diesel.

Una de las prerrogativas complementarias de este proyecto es la no contaminación del ecosistema, intentando reducir o eliminar el uso de materiales o elementos relacionados con la combustión. Con esta condición, las opciones de generación de energía mediante grupos electrógenos y de biomasa quedarían fuera del proyecto.

Al valorar la opción de la construcción de una estación microhidráulica nos encontramos con unos hipotéticos costes muy superiores a los de cualquier otra alternativa, pese a los beneficios prácticos que esta tecnología ofrece.

Continuando con la opción eólica, según hemos visto en los mapas del potencial eólico, la comunidad quedaría fuera de las áreas recomendadas para el uso de este tipo de instalaciones. El rendimiento de esta alternativa quedaría muy por debajo del deseable para este tipo de configuración.

Frente a todas las alternativas, tenemos la opción más adecuada, la instalación de energía solar fotovoltaica. No solo es una opción a largo plazo muy válida, sino que los aspectos energéticos que se podrían conseguir se ajustan perfectamente a las necesidades de la comunidad. Se trata de una energía verde y renovable de fácil uso y mantenimiento que además recibe un gran impulso en la sociedad salvadoreña. Todos estos factores hacen que este análisis concluya con esta tecnología como la protagonista de la fase de diseño de este proyecto.

A partir de este punto se desarrollarán todos los aspectos relacionados con ella.

Energía solar

Las energías renovables, y más en concreto la energía solar, son muy apropiadas para su implementación en proyectos de cooperación al desarrollo. Desde el punto de vista de la sostenibilidad medioambiental, los beneficios que poseen son incuestionables. También desde el punto de vista socioeconómico tienen particularidades que les hacen ser buenas alternativas como su facilidad de implementación y los mínimos costes de explotación que poseen.

Radiación solar

Recitaba Pablo Neruda en *El Sol*:

“Yo soy el hombre luz, con tanta rosa, con tanta claridad destinada, que llegaré a morir de fulgor”

Sin embargo, a la energía solar aún le quedan 6 500 millones de años de vida. Cada hora, el Sol arroja sobre la Tierra tanta energía como para colmar las necesidades energéticas globales de un año. Necesidades que la radiación solar podría satisfacer 4 000 veces a lo largo del año. Para sostener la importancia de esta fuente de energía, la Union of Concerned Scientists sostiene que únicamente 18 días de irradiación solar sobre la Tierra contienen la misma cantidad de energía que todas las reservas de gas, carbón y petróleo juntas.

El flujo de radiación solar que llega a la Tierra es la fuente primaria de todas las formas de energía conocida. Los movimientos circulatorios atmosféricos y oceánicos, la vida vegetal y animal o los combustibles fósiles tienen su origen en la energía procedente del Sol.

Las dos características más importantes que presenta la radiación solar son:

- Gran dispersión, baja densidad.
- Intermitencia.

Estas dos características son de singular importancia cuando se pretende aprovechar la energía procedente del Sol. Desde el punto de vista de los sistemas de captación de la radiación solar, es de interés el poder cuantificar la cantidad de radiación que incide sobre una superficie determinada y su relación con los parámetros geográficos y climáticos.

La complejidad de los fenómenos involucrados en el trayecto de la radiación a través de la atmósfera es el principal problema que se presenta al intentar cuantificar esta disponibilidad energética. Desde que la radiación entra en la atmósfera, dos tipos de

factores influirán en el recorrido hasta que alcanza la superficie terrestre: unos que por su naturaleza se pueden considerar predecibles y deterministas, y otros, que se caracterizan por ser aleatorios.

Entre los primeros, los deterministas, se encuentran los factores astronómicos que influyen en la posición relativa Sol-Tierra y el lugar de la superficie terrestre que se considere.

Entre los segundos, los aleatorios, están los factores climáticos. Estos son los responsables de que se produzca una atenuación en la cantidad de energía que podría llegar a la superficie de la Tierra, no son tan fácilmente cuantificables.

La Tierra da una vuelta sobre su eje cada 24 horas y completa una elipse alrededor del Sol cada 365.25 días. La distancia más corta entre la Tierra y el Sol es el perihelio y la mayor es el afelio, la distancia media entre ambos es una unidad astronómica (UA) equivalente a 1 496 108 km.

La rotación del planeta Tierra alrededor de su eje causa los cambios en la distribución de la radiación a lo largo del día y la noche; la posición de este eje con relación al astro causa los cambios estacionales que se producen a lo largo del año.

La intensidad de la radiación solar que llega a la superficie también depende del ángulo con el que esta incide. Para una misma época del año, los ángulos con los que la radiación incide son distintos en diferentes zonas geográficas.

Teniendo en cuentas los factores anteriores, se puede conocer la radiación solar que llega a una superficie horizontal en la Tierra si se conocen las relaciones trigonométricas entre la posición del sol y dicha superficie.

Estas relaciones trigonométricas se reducen a dos ángulos: acimut y altura solar.

- **Acimut Ψ :** Angulo medido en el plano horizontal que forma la proyección de los rayos solares en dicho plano con el Sur, para el hemisferio Norte. Para el hemisferio Sur, el ángulo se determina con respecto al Norte. Valores estándar del acimut son 0° para elementos orientados al Sur, -90° para elementos orientados al Este y 90° para los que están orientados al Oeste.
- **Altura solar α :** Ángulo, en un plano vertical, entre los rayos solares y la proyección de estos sobre el plano horizontal. Por convenio, la altura solar alcanza valores positivos si el astro es visible y negativos si no lo es.

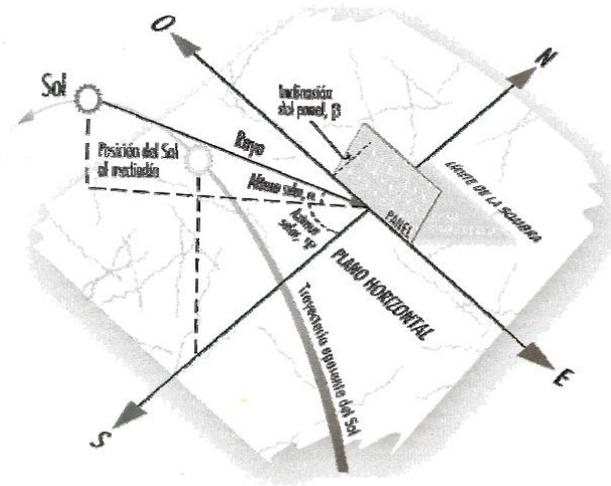


Figura 40 - Posición del Sol en función del acimut y la altura solar

Independientemente de los aspectos geográficos, el total de la radiación emitida por el Sol que llega a la Tierra, debido al atenuamiento ocasionado por los componentes atmosféricos, es el siguiente:

- Radiación directa: Es la parte de la radiación que alcanza la superficie terrestre en línea directa con el Sol.
- Radiación difusa: Originada por los efectos de reflexión, difracción y dispersión de los componentes atmosféricos, incluidas las nubes.
- Radiación reflejada: Es el conjunto de la radiación reflectada por las nubes y el suelo. A esta última se le conoce como radiación de albedo.
- Radiación absorbida: La parte correspondiente a la radiación que es absorbida por la atmósfera y las nubes.



Figura 41 - Influencia de la atmósfera en la radiación solar

Antes de continuar, hay que definir algunos conceptos relacionados con este tema:

Irradiancia: Es la magnitud utilizada para medir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. Su unidad en el Sistema Internacional es el kW/m^2 .

Irradiación: Energía incidente por unidad de superficie, obtenida por la integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo determinado. Se mide en kWh/m^2 .

En El Salvador, como ya vimos en el capítulo anterior, tenemos una irradiación anual promedio similar a la que podemos tener en países como España. Más en concreto, en Morazán, se alcanzan irradiaciones como las que podemos tener en Castilla y León o Aragón.

Sistemas fotovoltaicos

La conversión de la energía solar en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como efecto fotoeléctrico. El dispositivo más ampliamente utilizado para la obtención directa de energía eléctrica a partir de la radiación solar es la célula solar. Con este fin, las células solares han sido casi exclusivamente utilizadas en las aplicaciones espaciales como generadores permanentes, sin costes de funcionamiento y con una relación energía/peso muy superior a otras opciones.

En el momento actual, las aplicaciones terrestres de la célula solar, dentro de un conjunto compuesto por diferentes elementos, están experimentando un creciente impulso en la investigación y el desarrollo.

Con esto se pretende que los medios fotovoltaicos puedan ser una gran alternativa, no solo frente a los demás medios renovables, sino frente a las formas de obtención de energía tradicionales.

Efecto fotoeléctrico

El efecto fotoeléctrico en células electroquímicas fue descubierto en 1839 por Becquerel, pero no fue hasta 1954 que se construyó la primera célula solar con capacidad para transformar eficientemente la energía solar en energía eléctrica. Este dispositivo fue desarrollado por Chapin, Fuller y Pearson y, aún hoy, seguimos utilizándolo para aplicaciones fotovoltaicas.

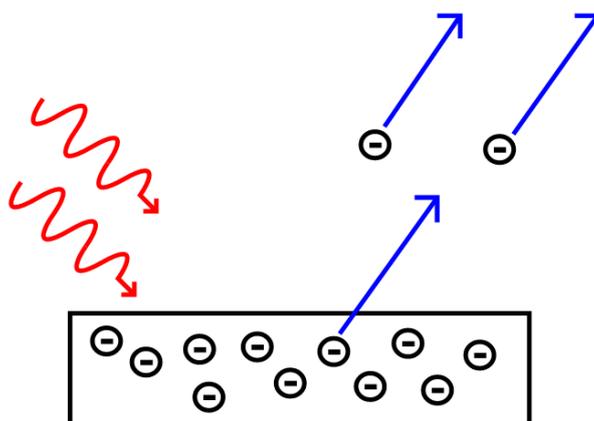


Figura 42 - Efecto fotoeléctrico

Este efecto consiste en la emisión de electrones por un material al incidir sobre él una radiación electromagnética. Se podría decir que el efecto fotoeléctrico es lo opuesto a los rayos X, ya que los fotones pueden transferir energía a los electrones, mientras que los rayos X son la transformación en un fotón de toda o parte de la energía cinética de un electrón.

Los materiales que son capaces de reproducir el efecto fotoeléctrico son los semiconductores. Al incidir la luz solar sobre ellos, los fotones transmiten su energía de forma que los electrones de valencia rompen los enlaces que los mantienen ligados a los respectivos átomos, quedando libres para circular dentro del sólido. Al mismo tiempo, la falta de electrón dentro del material semiconductor, denominada hueco, también tiene la capacidad de desplazarse por su interior. Los electrones son cargas negativas y los huecos, a efectos, se comportan como cargas positivas.

El movimiento combinado de electrones y huecos en direcciones opuestas genera una corriente eléctrica en el semiconductor capaz de circular por un circuito externo liberando la energía cedida por los fotones. Para impedir que los electrones y los huecos restablezcan su posición original se utiliza un campo eléctrico que obliga a que ambos circulen en la dirección de la corriente.

La célula solar

En las células solares convencionales el campo eléctrico anterior se consigue en la unión de dos regiones con diferente conductividad de un cristal semiconductor. El material más empleado en la práctica es el silicio. Las dos regiones que este puede poseer son las siguientes:

- **Tipo n:** Esta región está caracterizada por contener impurezas de fósforo, que tiene cinco electrones de valencia, uno más que el silicio. Así se consigue una región con una concentración de electrones mucho mayor que la de huecos.

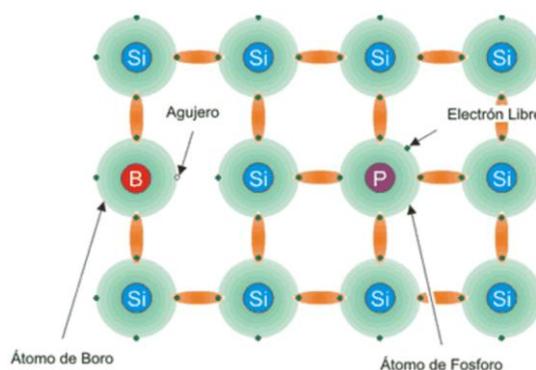


Figura 43 - Regiones tipo n y tipo p en el Si

- **Tipo p:** A esta otra región se le ha añadido impurezas de boro, con tres electrones de valencia, uno menos que el silicio. De esta forma se consigue lo contrario, una concentración de huecos superior a la de electrones.

Las grandes diferencias de concentraciones entre ambas regiones crean un campo eléctrico dirigido de la n a la p que es el responsable de separar los electrones y los huecos que se producen cuando la célula es iluminada.

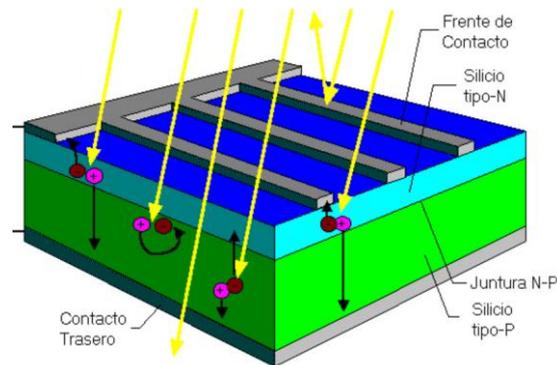


Figura 44 - Estructura de una célula de silicio convencional

En las células con matriz de silicio, la integridad de los materiales se consigue difundiendo una pequeña capa de fósforo sobre una lámina de silicio completamente impurificada por boro. Esta capa difundida alcanza unos espesores muy pequeños de entre 0.2 y 0.5 μm .

Tipos de células

Las células solares más ampliamente utilizadas son las de silicio cristalino. El proceso de fabricación de estas células parte de lingotes cristalinos de polisilicio como materia prima que son cortados en finos y pulidos discos. Posteriormente se introducen las impurezas dentro de los discos y se depositan conductores en cada superficie, una fina rejilla en el lado iluminado y una hoja plana en el oculto.



Figura 45 - Fabricación de una célula solar

La eficiencia de una célula depende críticamente de la pureza y la cristalinidad del disco conseguido.

En lo referente a la pureza del material, se distinguen tres clases de silicio:

- **Silicio de grado metalúrgico:** Utilizado en la industria metalúrgica para aleaciones especiales. Posee un coste, tanto energético como económico, bajo, pero con una pureza insuficiente para aplicaciones electrónicas.
- **Silicio de grado semiconductor:** Se utiliza en la industria de los semiconductores tras el refinamiento del silicio metalúrgico. Con un alto grado de pureza, presenta un elevado coste económico y energético.
- **Silicio de grado solar:** De una elevada pureza, muy superior a la del silicio metalúrgico, pero no tan innecesariamente alta como la del silicio semiconductor. Su coste se sitúa en equilibrio con el de los dos anteriores.

El otro aspecto importante es la cristalinidad. El resultado de los procesos de purificación tiene forma de guijarros con una estructura policristalina, por lo cual recibe el nombre de silicio policristalino o **polisilicio**.

Para obtener la mejor calidad en los discos que se utilizan en la industria fotovoltaica es necesario cristalizar el polisilicio. En algunos casos el resultado es la formación de un

único cristal denominado **silicio monocristalino**, en otros, el resultado es un conjunto de cristales denominado silicio multicristalino.

Por otra parte, también se fabrican células de **silicio amorfo**. Este se obtiene mediante la condensación súbita de una sustancia en fase de vapor provocando que los átomos no alcancen la configuración más estable y consiguiendo un sólido amorfo.

El silicio amorfo es una solución muy válida para las aplicaciones fotovoltaicas ya que posee una muy buena resistencia frente a los agentes externos como la temperatura, la humedad o la corrosión.

Sin embargo, si hablamos de la eficiencia, el valor medio está alrededor del 16% variando desde el 6% para las células de silicio amorfo hasta el 22% de las células de silicio monocristalino, pasando por la de silicio multicristalino. En laboratorio, con prototipos de células experimentales, se han llegado a alcanzar eficiencias del 46%.

También es importante tener en cuenta otro factor, el espesor. El silicio amorfo posee diez veces más absorción que los silicios cristalinos por lo que su espesor es mucho menos en comparación. Con esta característica se pueden fabricar láminas delgadas de silicio amorfo. Por esta misma razón, las láminas de silicios multicristalinos, con una mayor absorción, son más delgadas que las de los silicios monocristalinos.

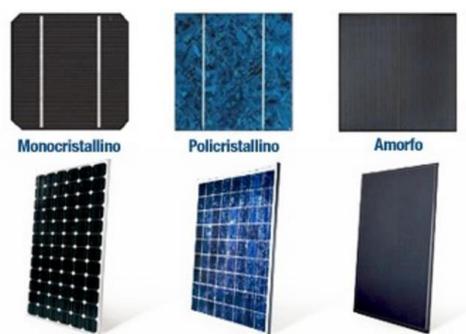


Figura 46 - Tipos de células solares

Como conclusión, podemos decir que la efectividad de los paneles es mayor cuanto mayor es su cristalinidad, pero con esta también se aumenta el tamaño, el peso y los costes.

Principios de funcionamiento

Al iluminarse una fotocélula conectada a una carga se producirá una diferencia de potencial en la misma y una circulación de corriente que sale al circuito exterior por el terminal positivo y vuelve a la célula por el negativo. En funcionamiento, la célula se comporta como un generador de energía cuya único “combustible” es la luz solar.

Los fenómenos ocurridos dentro de la célula son los siguientes:

- Los fotones que inciden sobre la célula con energía igual o mayor que la necesaria para superar la banda prohibida del semiconductor se absorben y generan pares electrón-hueco que actúan como portadores de corriente.
- El campo eléctrico resultante de la unión p-n es la causa de la separación de los portadores antes de que estos puedan recombinarse de nuevo. Esta separación, al mismo tiempo, es la causante de la circulación a través de la carga.
- El voltaje intrínseco de los semiconductores p-n, ocasionado por la diferencia de potencial entre los terminales p y n, genera una corriente secundaria de recombinación de pares electrón-hueco. En las células solares esta corriente actúa como pérdidas de recombinación.

En resumen, la corriente entregada por el semiconductor a la carga es el resultado neto de dos corrientes que se oponen, la corriente fotogenerada y la corriente de recombinación, también denominada corriente de oscuridad.

El circuito equivalente a una célula solar es el siguiente:

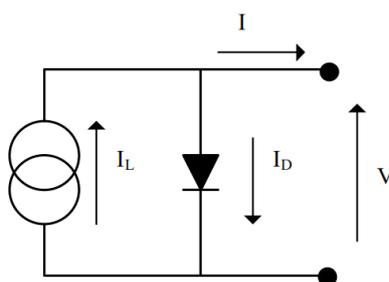


Figura 47 - Circuito equivalente de una célula solar

La corriente generada por el movimiento de los pares electrón-hueco, I_L , y en oposición, la corriente de recombinación de los mismos, I_D , dan como resultado la corriente neta I generada.

Características I – V

Como la corriente de recombinación es debida a la polarización producida por el voltaje generado, cuanto mayor sea este, mayor será la propia corriente. Como resultado se obtiene la curva característica I – V:

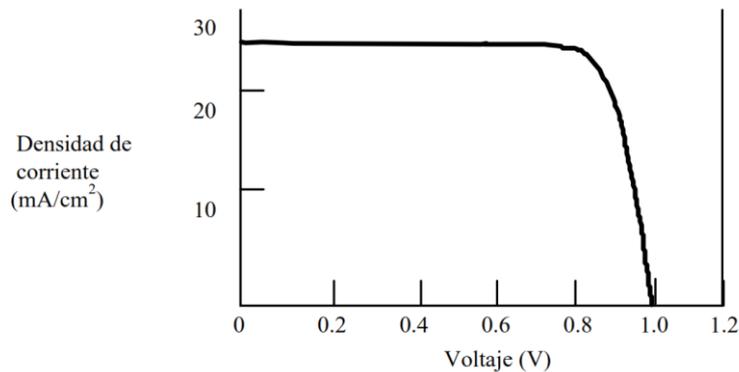


Figura 48 - Curva I – V

El área bajo la curva es la región de generación. Como se puede observar en la figura anterior, el máximo valor de la corriente en la región de generación se obtiene para condiciones de cortocircuito $V = 0$. A esta corriente se le denomina **corriente de cortocircuito I_{sc}** .

Por otro lado, si el circuito se mantiene abierto, $I = 0$, este se autopolarizará con una cierta tensión cuyo valor máximo en la región es tal que la fotocorriente queda completamente compensada por la tensión de recombinación de los portadores. A dicha tensión se le llama **tensión de circuito abierto V_{oc}** .

Si la energía es entregada a una carga resistiva, la potencia producida viene dada por el producto $P = I \cdot V$ existiendo un punto de funcionamiento con I_M y V_M para el que la potencia sea máxima:

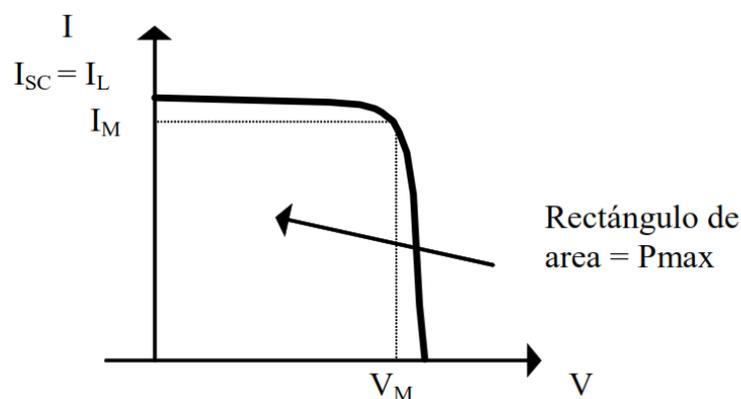


Figura 49 - Punto de máxima potencia

En la práctica, los valores de I_M y V_M están próximos a I_{SC} y V_{OC} respectivamente, como se muestra en la figura.

Obviamente, el producto $I_M \cdot V_M$ de la potencia máxima entregada a la carga, representado por el rectángulo anterior, es menor que el producto $I_{SC} \cdot V_{OC}$, que representa la máxima potencia teórica que puede extraerse. El parámetro que relaciona ambos productos es el **factor de forma** o **factor de llenado**.

$$FF = \frac{I_M \cdot V_M}{I_{SC} \cdot V_{OC}}$$

Este valor es de una gran utilidad práctica y es siempre menor que uno y se sitúa entre 0.7 y 0.8 variando entre los distintos semiconductores con los que se construyen las células.

Si relacionamos estos términos de potencia con la potencia de radiación o irradiancia P_L obtenemos el parámetro de eficiencia denominado **eficiencia de conversión energética**:

$$\eta = \frac{I_M \cdot V_M}{P_L} = \frac{FF \cdot I_{SC} \cdot V_{OC}}{P_L}$$

Resistencias serie y paralelo

En una célula solar existen una serie de efectos que alteran el comportamiento externo de la misma. De estos se pueden considerar dos: los asociados a la resistencia serie y los de las fugas de corriente proporcionales a la tensión, que suelen caracterizarse por una resistencia en paralelo.

En la práctica, estos efectos se representan sobre el circuito equivalente como se ha indicado:

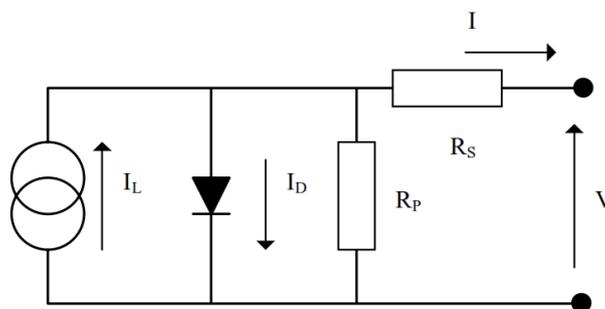


Figura 50 - Circuito equivalente de una célula solar con efectos extrínsecos

La resistencia en paralelo tiene su máximo efecto en las regiones de bajas tensiones en las que la corriente circulante por el diodo es muy pequeña. El origen de esta resistencia se debe a factores como las fugas de corriente por la superficie de los bordes de la célula, los picos de difusión en los bordes de grano y las dislocaciones o a los pequeños cortocircuitos entre las partes metálicas. Con todo esto, estos efectos no tienen apenas importancia en el funcionamiento normal de las aplicaciones fotovoltaicas.

No ocurre lo mismo con la resistencia serie, que debe su origen a la resistencia de los contactos metálicos con el semiconductor, a la ofrecida por las propias capas semiconductoras y a la resistencia de la rejilla metálica frontal.

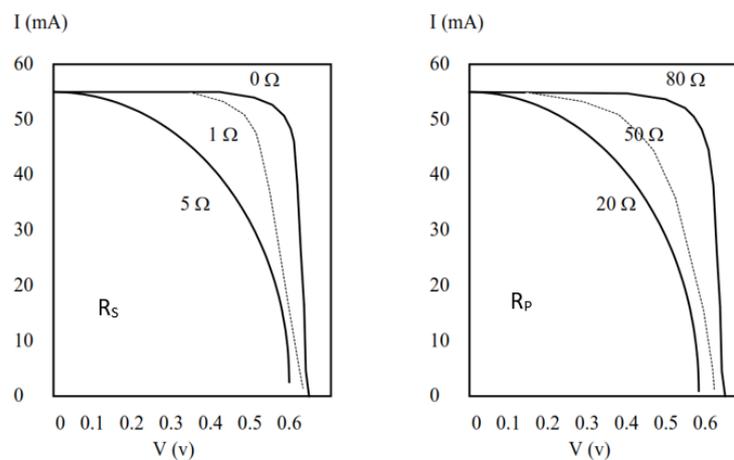


Figura 51 - Efectos de las resistencias serie y paralelo

Atendiendo a la imagen anterior, el efecto de la resistencia paralelo, cuando es suficientemente pequeña, es de reducir la tensión de circuito abierto y el factor de forma, sin afectar a la corriente de cortocircuito.

De forma contraria, una alta resistencia serie, reduce el factor de forma y la corriente de cortocircuito, sin afectar a la tensión de circuito abierto.

Es importante controlar el efecto de estas resistencias sobre la degradación del factor de forma ya que puede ser muy determinante de un bajo rendimiento del dispositivo.

Modificaciones del comportamiento

Las primeras células solares estaban pensadas para aplicaciones espaciales. En regiones próximas a la atmósfera terrestre la radiación es del orden de 135 mW/cm^2 con una temperatura de entre $50 \text{ }^\circ\text{C}$ y $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Pero las células también fueron concebidas para aplicaciones de espacio profundo, por ejemplo, en la órbita de Júpiter la temperatura es de $-120 \text{ }^\circ\text{C}$ con una irradiancia de tan solo 5 mW/cm^2 mientras que en la órbita de Venus la temperatura excede los $140 \text{ }^\circ\text{C}$ con una potencia radiante de 150 mW/cm^2 .

En aplicaciones terrestres puede que no se alcancen extremos tan acusados como los anteriores, pero sí que, tanto la intensidad de radiación como la temperatura, experimentan alteraciones a lo largo del año relacionadas con las estaciones o el clima.

En consecuencia de lo anterior, es importante conocer la influencia que la temperatura y la radiación incidente tienen sobre el funcionamiento de las células de cara a su diseño y utilización.

Influencia de la temperatura

Se podría pensar que, con el aumento de la temperatura, aumenta la fotocorriente debido al incremento de las longitudes de difusión de los portadores y al estrechamiento de la banda prohibida del semiconductor. En la práctica este aumento es muy pequeño, se establece que la variación de la fotocorriente es independiente de la temperatura.

Sin embargo, el aumento de la temperatura sí que predice una reducción en la tensión V_{oc} y el factor de forma, aunque este último no sufra grandes cambios bajo temperaturas inferiores a 200 °C.

Como resultado de este decrecimiento, también con el aumento de la temperatura, decrece el rendimiento de la célula a un ritmo de aproximadamente 0.05 puntos % por cada grado centígrado.

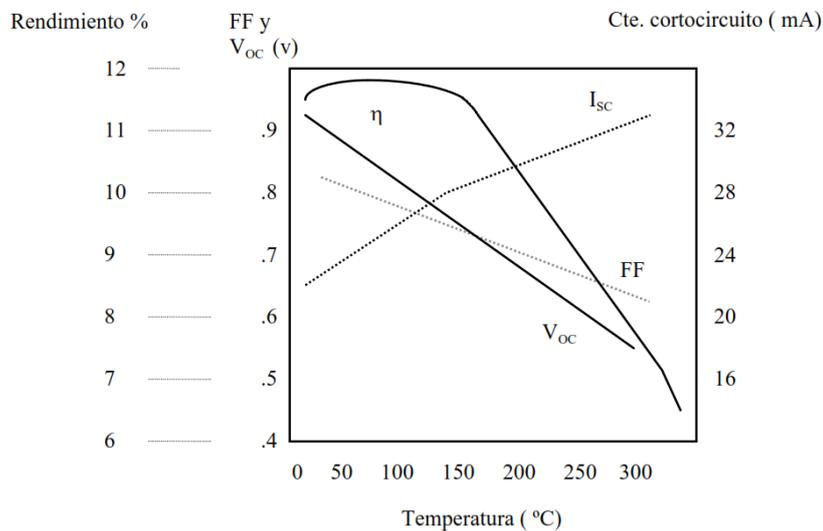


Figura 52 - Efectos de la temperatura

Influencia de la intensidad de iluminación

Dentro del margen de funcionamiento, en la práctica, la fotocorriente generada en la célula es proporcional a la intensidad de radiación incidente. De forma parecida aumenta la tensión V_{OC} . Con esto, el rendimiento de la célula se supone creciente con el incremento de la intensidad de radiación.

Para valores muy elevados, el aumento de la carga óhmica no puede despreciarse y es el responsable del deterioro del rendimiento de conversión del dispositivo.

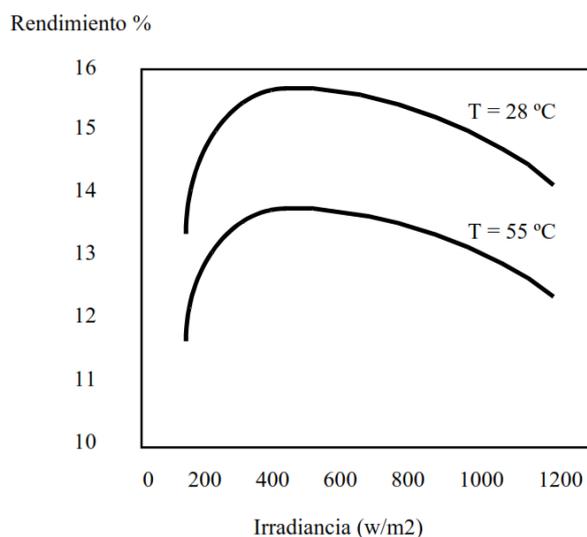


Figura 53 - Efectos de la intensidad radiante

Instalación solar fotovoltaica

La instalación que pretendemos definir con este proyecto es autónoma y aislada, sin conexión a la red general de energía eléctrica y, por tanto, dedicada a la autogeneración y el autoconsumo. Este tipo de instalaciones tienen una serie de elementos y particularidades que las demás instalaciones no tienen.

De forma general, una instalación fotovoltaica de estas características se ajusta a un esquema como el de la siguiente página:

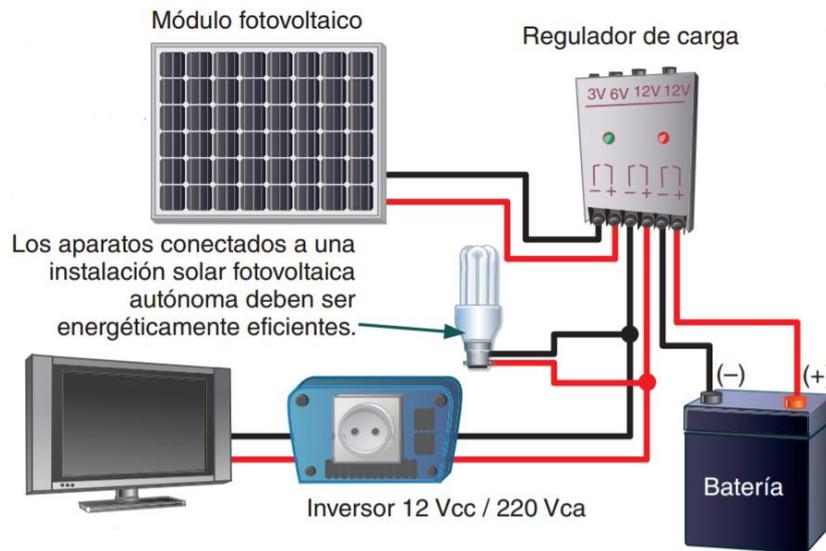


Figura 54 - Elementos de una instalación solar fotovoltaica

Módulo fotovoltaico

La potencia suministrada por una única célula solar es demasiado pequeña para la mayoría de las aplicaciones por lo que en el manejo práctico las células vienen agrupadas y encapsuladas en un bloque comúnmente denominado módulo fotovoltaico, panel fotovoltaico o panel solar.

Es el elemento de generación principal de la instalación proporcionando una salida de tensión y de corriente adecuada a la aplicación para la que está concebido.

Protege a las células de las agresiones de los agentes de la intemperie, las aísla eléctricamente del exterior y da rigidez mecánica al conjunto.

El tiempo de vida de los módulos, en condiciones de vida normales de operación es superior a los 20 años.

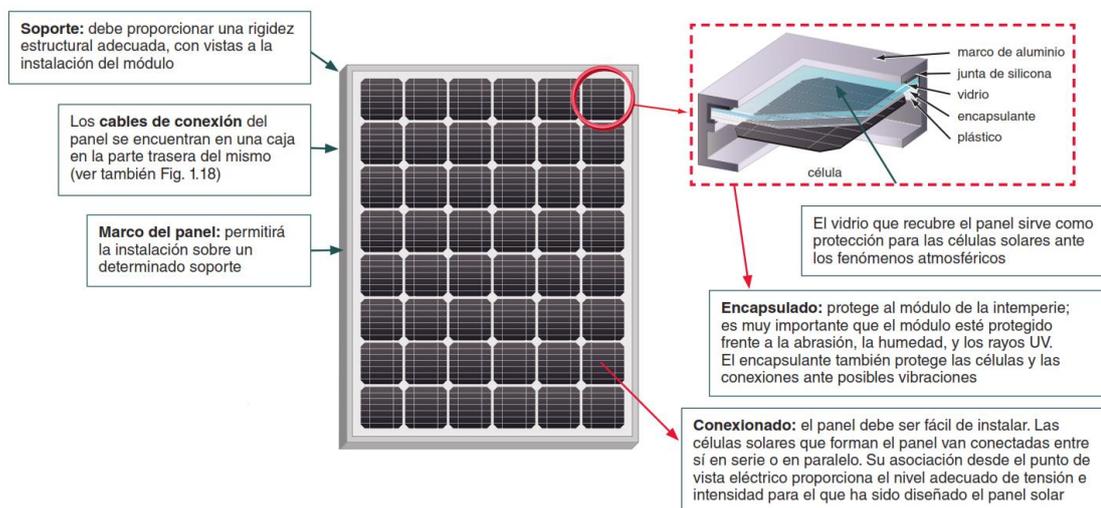


Figura 55 - Constitución de un panel solar

Regulador de carga

Con el propósito de conseguir un correcto funcionamiento de la instalación se añade un dispositivo de regulación entre los paneles fotovoltaicos y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador de carga o regulador solar.

La función de estos aparatos es evitar las situaciones de sobrecarga y sobredescarga indeseables en la batería con el fin de prolongar su vida útil. El regulador trabaja entonces entre las zonas de carga y de descarga.

En la zona relacionada con la carga, su cometido es garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobrecarga. En la parte de descarga se ocupará de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería.

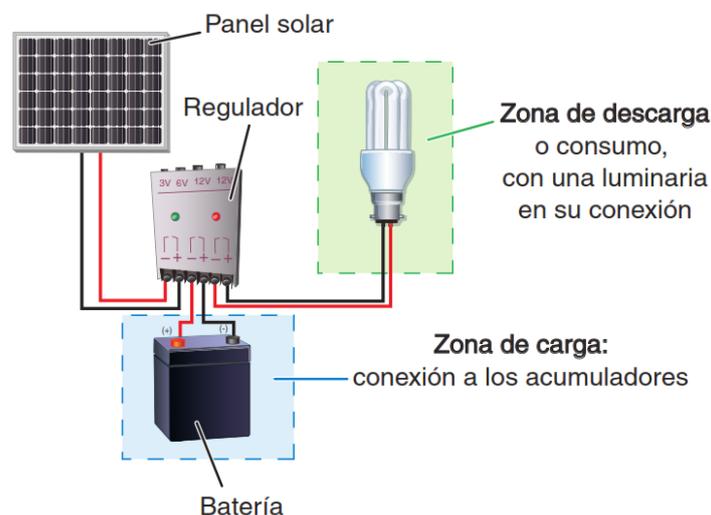


Figura 56 - Conexiones del regulador de carga

Batería

La incidencia de la radiación solar sobre los módulos no se produce de manera uniforme, sino que presenta variaciones a lo largo de su periodo de uso. Estas variaciones pueden ser predecibles, como los ciclos día-noche diarios, pero también pueden ser aleatorias, como cuando existe nubosidad en un determinado instante.

Este tipo de problemas en los que la energía recibida no existe o es insuficiente para cubrir la demanda se solucionan mediante la utilización de un sistema de almacenamiento. Este sistema de almacenamiento se compone de baterías o acumuladores.

Las baterías son dispositivos capaces de transformar la energía química en eléctrica y viceversa. Son recargadas mediante la electricidad procedente de los módulos solares a través del regulador de carga y pueden entregar su energía a la salida de la instalación.

Las baterías están concebidas para cubrir tres necesidades en la instalación:

- Almacenar energía durante el periodo de generación neta de electricidad.
- Proporcionar una potencia instantánea en caso de necesidad.
- Fijar la tensión de trabajo de la instalación.

Convertidor-inversor

En general los paneles solares no pueden conectarse directamente a ninguna carga ni a la red eléctrica, necesitan algún elemento intermedio que acondicione y controle la energía aportada.

De este tipo de tareas se encargan los convertidores, que pueden ser de continua-continua (CC/CC) o continua-alterna (CC/CA), según el destino que se le dé a la energía de los paneles solares.

En instalaciones autónomas, el convertidor, a través de su inversor integrado, es el encargado de proporcionar la corriente alterna que muchos aparatos electrónicos necesitan para su funcionamiento, como ocurre con la red eléctrica general.

Estos dispositivos introducen pequeñas pérdidas, de entre un 2% y un 10%, y son imprescindibles para regular el punto de funcionamiento de los paneles y así alcanzar el estado de máxima potencia.

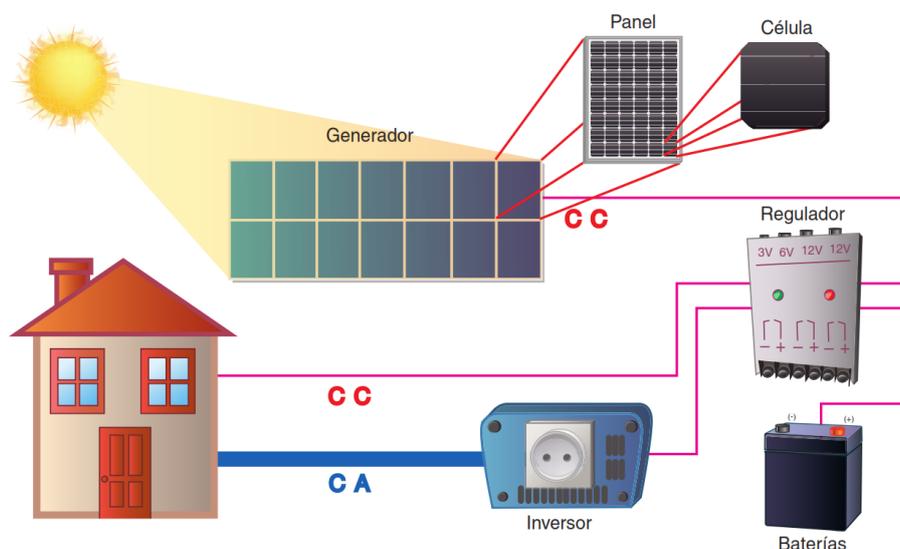


Figura 57 - Esquema de una instalación con inversor



En los siguientes capítulos se tratarán con mayor profundidad las particularidades y las características de los elementos de una instalación fotovoltaica aislada como los ahora citados.

El módulo fotovoltaico

En lo referente a los módulos fotovoltaicos, lo más habitual es encontrar paneles constituidos por entre 30 y 36 células de silicio cristalino, todas de igual tamaño, todas conectadas en serie y encapsuladas entre una lámina de vidrio transparente en la cara frontal y otra lámina de vidrio o tedlar en la cara posterior.

En función del tamaño de las células que lo conforman, la superficie de un módulo típico varía entre 0.1 m^2 y 0.5 m^2 . Lo usual es que existan dos bornes de salida, uno positivo y otro negativo, pero en ocasiones se utiliza un tercero intermedio donde se instalan diodos de protección.

Característica I – V de un generador fotovoltaico

En general, las células que componen un panel solar no son exactamente idénticas entre sí, por lo que la determinación de la característica I – V de un generador, aun conociendo las características de cada una de ellas, puede convertirse en una tarea muy compleja.

Sin embargo, en la resolución de la mayoría de los problemas prácticos no se requiere tal exactitud, y, por lo tanto, puede recurrirse a simplificaciones basadas en los siguientes supuestos:

- Los efectos de la resistencia en paralelo son despreciables.
- La corriente generada I_L y la de cortocircuito I_{SC} son iguales.
- Todas las células de un mismo generador son iguales y trabajan bajo una misma temperatura e intensidad radiante.
- Las caídas de tensión en los conductores que interconexiónan las células son despreciables.

Los supuestos anteriores conllevan a errores prácticamente insignificantes cuando se habla de células de silicio cristalino.

Bajo estas simplificaciones, la característica I – V de un generador fotovoltaico se obtiene simplemente considerando lo siguiente:

$$I_G = I \cdot N_P$$

$$V_G = V \cdot N_S$$

Donde I_G y V_G son la corriente y la tensión del generador y N_S y N_P son el número de células asociadas en serie y paralelo, respectivamente.

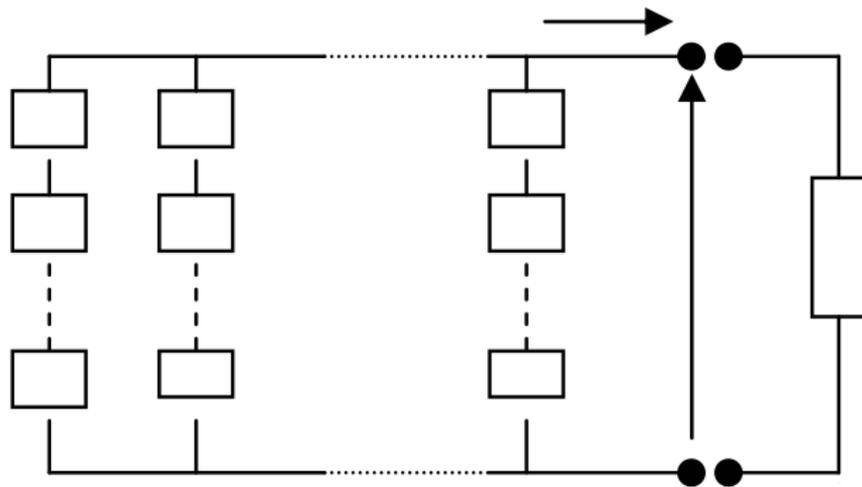


Figura 58 - Esquema eléctrico de un generador fotovoltaico

Como vemos, la característica $I - V$ del generador no es más que la consecuencia colectiva del conjunto de células. Así pues, igual que ocurre con las células, existirán pares tensión-corriente en los que el generador puede encontrarse funcionando, uno de ellos será el punto de máxima potencia.

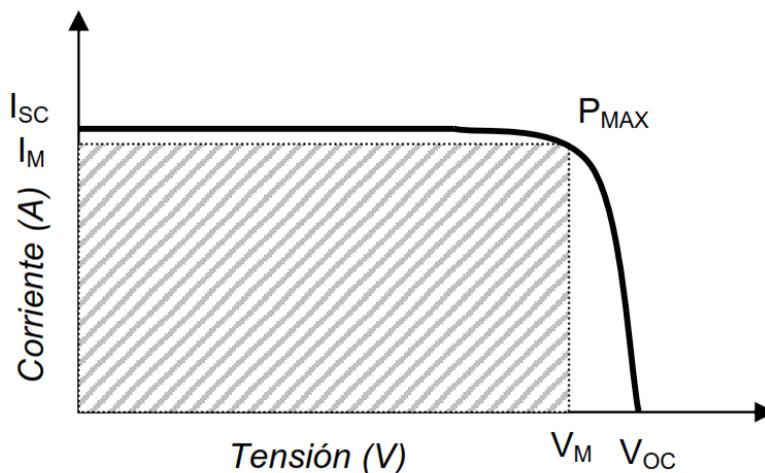


Figura 59 - Característica $I - V$ de un generador fotovoltaico

Condiciones estándar y TONC

El comportamiento eléctrico de un módulo fotovoltaico bajo unas determinadas condiciones de iluminación y temperatura puede obtenerse a partir de la información característica asociada a cada módulo en particular. Dicha información es suministrada

por el fabricante y está referida a ciertas condiciones estándar de medida (STC) de uso generalizado. Estas condiciones son las siguientes:

Irradiancia	1000 W/m ²
Temperatura de la célula	25 °C

La información que se suministra bajo estas características es, al menos, la potencia máxima que el módulo puede ofrecer, $P_{MAX, STC}$, la corriente de cortocircuito, $I_{SC, STC}$, y la tensión de circuito abierto $V_{OC, STC}$. A su vez, a estas condiciones hay que añadir la incidencia perpendicular de la radiación sobre el módulo fotovoltaico.

La caracterización del panel solar se completa con la medida de la Temperatura de Operación Nominal de la Célula o **TONC**. Esta temperatura se define como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al panel a las siguientes condiciones:

Irradiancia	800 W/m ²
Temperatura ambiente	20 °C
Velocidad del viento	1 m/s

Comportamiento bajo cualquier condición de operación

Lo más habitual es que los proveedores de los módulos incluyan información adicional, como la curva característica $I - V$, bajo diferentes condiciones de irradiación y temperatura. No obstante, conocidos los cuatro parámetros anteriores, es posible obtener dicha curva bajo cualquier combinación de temperatura ambiente T_a e irradiancia G .

De forma bastante sencilla se pueden conseguir estas características aceptando las siguientes hipótesis:

- La corriente de cortocircuito depende exclusivamente de la irradiancia a través de una función lineal:

$$I_{SC} = C_1 \cdot G$$

Donde C_1 es una constante de valor:

$$C_1 = \frac{I_{SC, STC}}{G_{STC}}$$

Esta hipótesis supone despreciar sobre la corriente de cortocircuito I_{SC} los efectos de la temperatura de la célula. El error de esta suposición en la práctica es inferior al 0.5%

- El voltaje de circuito abierto de un módulo depende exclusivamente de la temperatura de sus células solares, T_C :

$$\frac{dV_{OC}}{dT_C} = -2.3 \frac{mV}{^\circ C}$$

Lo que denota la relación anterior es que, por cada grado de temperatura que aumente el módulo, el voltaje de circuito abierto caerá 2.3 milivoltios.

Esta simplificación supone despreciar los efectos de la irradiancia sobre V_{OC} , lo que conlleva un error inferior al 1%.

- La temperatura de trabajo de las células depende exclusivamente de la irradiancia y de la temperatura ambiente, según la siguiente relación lineal:

$$T_C - T_{amb} = C_2 \cdot G$$

Donde C_2 es una constante de valor:

$$C_2 = \frac{T_{ONC} - 20^\circ C}{800 W/m^2}$$

Esta última suposición desprecia los efectos del viento sobre la temperatura del panel, imponiendo los mecanismos de conducción interna a los de convección externa del calor. Existe gran evidencia experimental que respalda esta hipótesis.

Interconexión de módulos fotovoltaicos

Dependiendo de la instalación que estemos desarrollando y de la aplicación para la que se esté diseñando, los denominados generadores fotovoltaicos pueden estar constituidos por un único módulo o por la conexión de varios de ellos. En los casos en los que el requerimiento de potencia no se pueda cubrir por un único panel se recurrirá entonces a la conexión de un conjunto de estos.

La interconexión de módulos fotovoltaicos se debe realizar de tal forma que se alcancen los niveles de tensión y corriente adecuados a la aplicación de diseño.

Para aumentar la tensión se conectan los módulos en serie. Esto se consigue conectando el terminal positivo de un panel con el negativo del siguiente.

Para incrementar la corriente se conectan los módulos en paralelo. Para esto, se conectan entre sí todos los terminales positivos y todos los negativos.

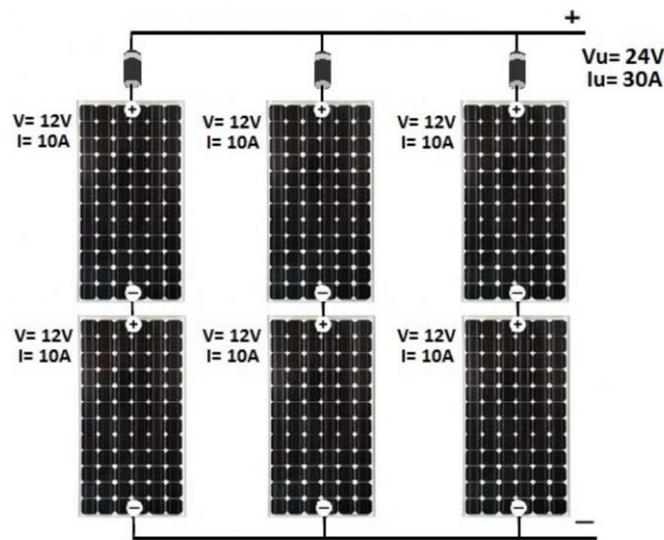


Figura 60 - Conexión serie-paralelo de módulos fotovoltaicos

En la práctica los generadores fotovoltaicos se construyen asociando primero los módulos en serie hasta alcanzar el voltaje necesario, para después conectar en paralelo varias asociaciones en serie hasta obtener el nivel de corriente buscado.

Pérdidas energéticas

Los cálculos descritos en los anteriores apartados se basan en la presunción de que todas las células y módulos de un mismo generador fotovoltaicos son iguales y trabajan en idénticas condiciones operacionales. En la realidad esta idealización no ocurre y las células y los módulos exhiben una dispersión en su comportamiento.

Estas pérdidas pueden tener múltiples orígenes como la dispersión propia de cualquier proceso de fabricación o las diferentes condiciones de operación que pueden existir dentro de un mismo generador.

Estas situaciones tienen dos efectos significativos:

- La potencia máxima que debe entregar el generador es inferior a la suma de las potencias de cada uno de los módulos de los que está formado. Se habla en este caso de *pérdidas por dispersión*.
- Bajo determinadas circunstancias, una célula puede convertirse en una carga disipando la energía generada por las demás. Esto provoca un aumento importante de la temperatura, que si sobrepasa los 85 °C puede ocasionar la

afectación irreversible de los materiales del encapsulado dejando el módulo inservible. Este fenómeno se conoce como *punto caliente*.

Pérdidas por dispersión

Este tipo de pérdidas reside en la diferencia de voltaje e intensidad de cada una de las células o paneles del generador. En asociaciones serie, estas pérdidas tienen su origen en la corriente de cortocircuito del conjunto, mientras que, en asociaciones paralelo, las pérdidas se ocasionan en la dispersión de la tensión de circuito abierto.

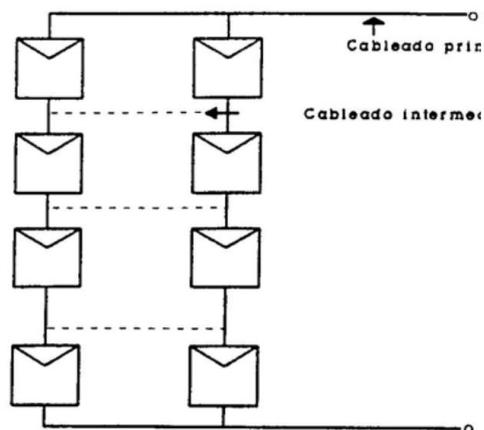


Figura 61 - Cableado intermedio para la reducción de las pérdidas por dispersión

En general, se observa que las pérdidas de las asociaciones serie son mayores que las pérdidas de las asociaciones paralelo alcanzando valores de entre el 5% y el 15%.

Una forma eficaz de minimizar las pérdidas por dispersión consiste en ordenar los módulos de mayor a menor en función de su corriente de cortocircuito formando grupos serie correlativos a dicha ordenación.

Otra forma de minimizar este tipo de pérdidas es la adición de un cableado intermedio, pero no es una práctica muy extendida debido al estorbo que supone dicho cableado en la instalación.

Punto caliente

Este problema se da cuando una de las células de un módulo posee una corriente de cortocircuito significativamente inferior a las demás. Esta reducida corriente puede producirse por un defecto de fabricación o por qué, simplemente, la célula está bajo una sombra.

En este estado, los reajustes de tensión ocasionan una corriente superior a la de la célula afectada, ocasionando la inversión de su funcionamiento. Esta célula pasará de generadora a consumidora.

Esta corriente puede generar un aumento de la temperatura de la célula ocasionando un deterioro de la propia célula o del panel fotovoltaico.

Una forma extendida de evitarlo es mediante la conexión de diodos de paso en paralelo con los grupos de células en serie. Estos diodos bypass permiten el paso de corriente en una misma dirección y lo impiden en la contraria. Esto limita la potencia disipada por una célula a la generada por las células asociadas en la misma serie.

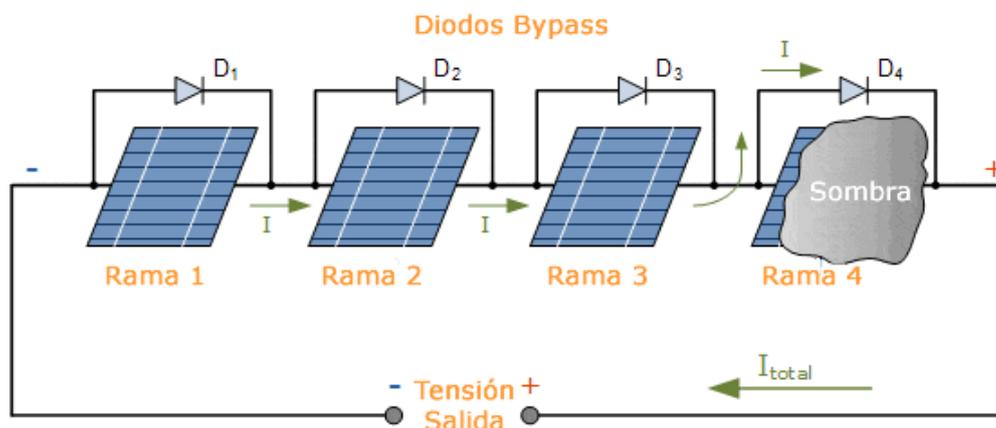


Figura 62 - Diodos bypass para minimizar los efectos del punto caliente

Estos diodos están incluidos en la mayoría de los módulos en la caja de conexiones.

Estructura de soporte

La utilización de una estructura de soporte adecuada facilita las labores de instalación y mantenimiento, minimiza la longitud del cableado, evita problemas derivados de la corrosión y puede aportar mejoras en aspectos estéticos.

La función principal de la estructura es la de garantizar la posición y orientación de los módulos frente a cargas de viento superiores a los 150 km/h, acumulación de nieve o su propio peso. Para garantizar esto se suelen construir de materiales con cierta rigidez y resistencia a la intemperie como el aluminio, hierro galvanizado o acero inoxidable.

Para optimizar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos, estos se tienen que orientar de tal forma que la incidencia de la luz solar sea perpendicular a la superficie de las células. Esta orientación está determinada por los ángulos de posición del Sol: acimut y altura solar.

En función de esto, se puede diferenciar entre dos tipos de estructuras: sin seguimiento solar y con seguimiento solar.

Estructura sin seguimiento solar

La mayoría de los generadores solares poseen estructuras sin seguimiento en sus módulos. Los módulos se orientan permanentemente de forma que su parte frontal quede orientada al sur geográfico (para paneles colocados en el hemisferio norte y viceversa) e inclinados un ángulo respecto del plano horizontal que depende de varios factores.

Uno de estos factores es la ubicación geográfica, más concretamente la latitud de la instalación respecto del ecuador. La incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre afecta a la inclinación de los módulos. A mayor latitud, mayor inclinación, cuanto más cerca del ecuador, menor inclinación.

Otro factor a considerar es la utilización de la instalación. Para usos continuados es recomendable aumentar la inclinación para su mejor rendimiento durante el invierno. Si, por ejemplo, la instalación se va a usar estacionalmente, este ángulo se puede optimizar a su vez para el caso.



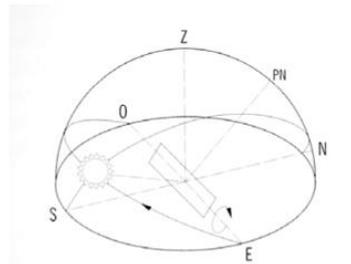
Figura 63 - Orientación estacional de los paneles solares

Estructura con seguimiento solar

Para un mayor aprovechamiento de la radiación solar se diseñan sistemas fotovoltaicos con la posibilidad de orientar la superficie de los paneles hacia el Sol.

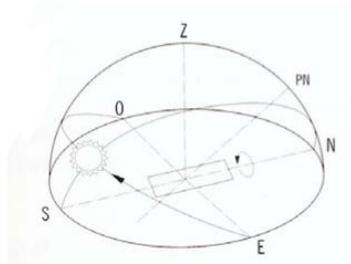
Esta orientación o seguimiento se puede llevar a cabo mediante varias formas:

- En un eje: El seguimiento se realiza a través de uno de los ejes orientando el módulo en una única dirección.



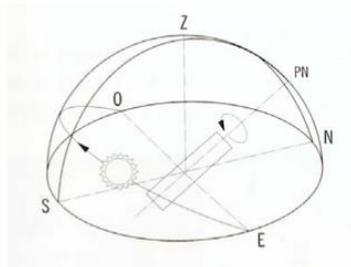
Seguimiento de la altura solar:

El panel gira en torno a un eje horizontal colocado sobre la dirección Este-Oeste.



Seguimiento del acimut:

El panel gira en torno a un eje horizontal colocado sobre la dirección Norte-Sur.



Seguimiento mixto:

El panel gira en torno a un eje inclinado sobre el plano horizontal y con seguimiento del acimut

Figura 64 - Métodos de seguimiento en un eje

- En dos ejes: Este seguimiento se hace controlando los ángulos altura solar y azimut, lo cual permite una orientación completa del panel en todo momento.

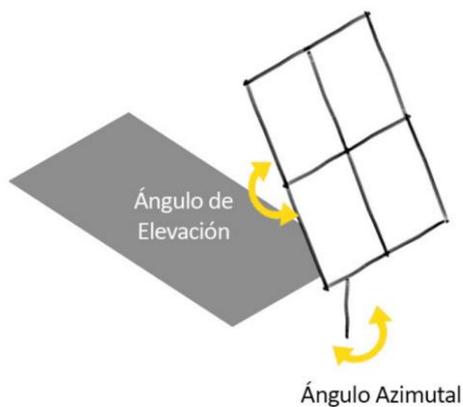


Figura 65 - Seguimiento en dos ejes

Las ventajas del seguimiento solar son significativas respecto a los soportes fijos, por contra, el incremento de los costes de este tipo de instalaciones no es algo que se pueda pasar por alto.

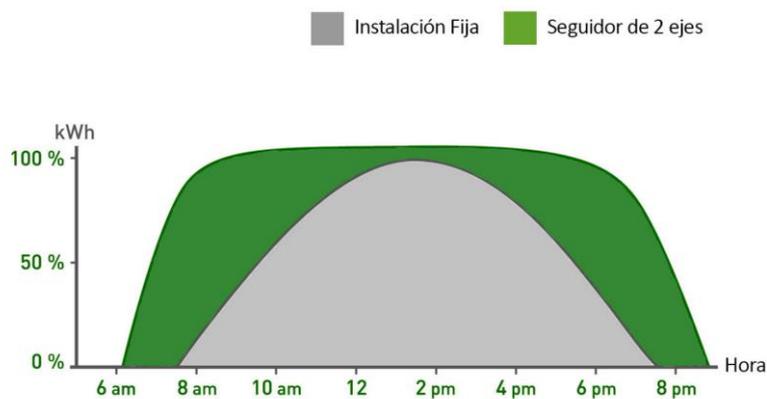


Figura 66 - Incremento de la captación con los sistemas de seguimiento

Por otra parte, este seguimiento se puede realizar de forma manual, mediante diferentes anclajes o inclinaciones de la estructura, o de forma automática, mediante el uso de servomotores programados o conectados a fotosensores que orientan los módulos sin necesidad de intervención. Esta última opción aumenta los costes de forma considerable.

El regulador de carga

Como ya se ha mencionado, el regulador de carga es el dispositivo encargado de realizar el control y la protección de las sobrecargas y sobredescargas que pueden suceder durante el uso de la batería.

Así, la sobrecarga se da en el momento en que los módulos fotovoltaicos continúan suministrando carga a la batería cuando esta ya está completamente cargada. Esto puede generar la emanación de gases o incluso la ebullición de algunos de los componentes del acumulador ocasionando daños irreparables en el mismo.

La sobredescarga, por otro lado, ocurre cuando el sistema de paneles solares no es capaz de suministrar la potencia suficiente de consumo y es la batería quien tiene que suplir esta carencia, llegando a niveles de descarga tan bajos que, de mantenerse, puedan ser perjudiciales para ella.

Otras de las funciones que pueden realizar los reguladores es la monitorización de la información de la instalación, como valores de tensión, intensidad, carga o incluso temperaturas y potencias. También pueden incluir sistemas de protección frente a sobretensiones, sobreintensidades o inversiones en la polaridad.

Funcionamiento

Los reguladores se conectan en serie entre los módulos solares y las baterías. El funcionamiento de este tipo de dispositivos se puede reducir a cuatro etapas o fases:

Carga profunda

En esta primera etapa, el sistema de regulación permite la entrada total de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Este nivel de tensión final se da cuando la carga está próxima al 90% de su capacidad.

Una vez alcanzado este punto, el sistema de regulación interrumpe la carga y pasa a la segunda fase, en la que se completará la totalidad de la carga.

Flotación

Cuando se ha superado el punto de tensión final de carga anterior, el regulador reduce el ritmo de carga hasta que se alcanza la carga total.

En este punto el regulador únicamente permite la entrada de una pequeña carga a las baterías con el propósito de mantener la plena carga compensando la autodescarga. A esta corriente se le llama de flotación.

Desconexión

Si la carga total del acumulador se reduce hasta el 30% de su valor nominal durante un determinado tiempo establecido, el regulador desconectará el consumo de electricidad. Esta es una medida que evita que un sobreconsumo puntual deje completamente descargado el acumulador.

Si tras la desconexión la batería siguiese descargándose durante cierto tiempo, se activaría una alarma. Dicha alarma indica que la descarga continuada puede comprometer las condiciones del acumulador. Tras la activación de la alarma el consumo se desconecta hasta que el nivel de carga no supere un punto mínimo determinado.

Igualación

Esta última etapa es de seguridad, en ella, tras alcanzar niveles mínimos de carga en alguno de los acumuladores, el regulador los conecta entre sí para que alcancen un nivel de carga equitativo entre ellos. Con esto se pretende reducir las afecciones negativas.

Esta situación se mantiene hasta que todas las baterías entran en la primera etapa de carga.

Tipos de reguladores

Existen diferentes tipos de reguladores en función del principio de funcionamiento que tengan:

Reguladores tipo paralelo o shunt

Los reguladores de este tipo, colocados en paralelo con el sistema de módulos solares y el de baterías, detectan la tensión de los bornes de la batería, cuando esta alcanza el nivel de tensión final, crean una vía de baja resistencia que cortocircuita los módulos. Esto se produce intermitentemente derivando la corriente y apartándola de las baterías de forma que se mantengan en el estado de flotación.

El control de la descarga se efectúa mediante la interrupción de la conexión entre las baterías y el sistema de consumo.

Para evitar que la corriente del acumulador retorne a través del regulador se coloca un diodo en serie entre ambos.

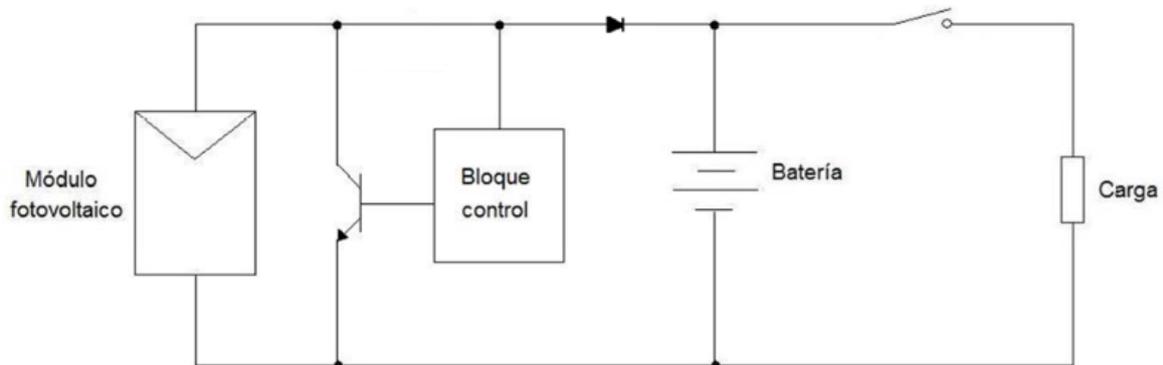


Figura 67 - Esquema de un regulador shunt

Los reguladores de esta clase han de disipar toda la corriente de salida del grupo de células solares cuando el sistema de acumulación alcanza la plena carga. Esto ocasiona el calentamiento y el desgaste del regulador.

El uso de este tipo de reguladores es apropiado para niveles de corriente reducidos, pero cuando el sistema de generación maneja niveles importantes de potencia se requiere disipadores térmicos de grandes dimensiones o disipadores menores múltiples, aumentando con ello los costes y los problemas.

Reguladores tipo serie

Estos reguladores conectados en serie funcionan como interruptores progresivos en las situaciones de sobrecarga y sobredescarga.

El regulador interrumpe la conexión entre los módulos y las baterías cuando estas están en su máxima carga para evitar la sobrecarga.

Realiza la misma acción entre las baterías y la línea de consumo cuando estas están en su mínima carga para evitar la sobredescarga.

Los mecanismos de interrupción se basan en relés electrónicos, los cuales no producen caída de tensión en su estado de bloqueo. Esto hace de este tipo de reguladores válidos para cualquier nivel de potencia en la instalación, poseyendo un tamaño reducido.

Basados en los dos anteriores, paralelo y serie, se han creado nuevas gamas de reguladores que los complementan y los mejoran con nuevas características. Actualmente estos son los que más se usan en sistemas fotovoltaicos:

- **Reguladores de doble circuito:** Añaden un circuito secundario que desvía la energía eléctrica a otras líneas de corriente que la necesiten. De esta forma se da un uso a la energía que no se emplea en la carga de las baterías, mejorando su aprovechamiento.
- **Reguladores multietapa:** Utilizados en grandes instalaciones, permiten cargar los acumuladores escalonadamente mejorando su respuesta.
- **Reguladores con relé de estado sólido:** Basados en la tecnología de semiconductores MOSFET, soportan grandes niveles de potencia sin ocasionar chispas en el bloqueo. Muy apropiados para los ambientes en los que no se pueden usar relés electrónicos.
- **Reguladores con seguimiento de máxima potencia (MPPT):** Incorporan un sistema que permite aislar el voltaje de trabajo de los módulos del voltaje de las baterías. De esta manera, los módulos pueden trabajar en su punto de máxima potencia y, por tanto, en su punto de máximo rendimiento posible.
- **Reguladores con modulación de ancho de pulsos (PWM):** Mediante un sistema de control del estado de las baterías, el regulador controla el voltaje que alimenta el sistema de paneles para adecuarse a cada una de las etapas de carga de las baterías.

Cabe añadir que actualmente en el mercado existen módulos autorregulados que llevan reguladores integrados que aportan mejoras importantes en cuanto a coste y fiabilidad. Estos módulos modifican automáticamente su curva $I - V$ de tal forma que se garantiza la máxima carga de las baterías y el mínimo mantenimiento.

El acumulador

La electricidad es el grado más alto de energía útil y puede ser transportada fácilmente largas distancias con escasa pérdida. Sin embargo, sufre el gran inconveniente de que, hasta ahora, no ha sido posible almacenarla eficazmente, de forma que la producción eléctrica siempre ha tenido que ajustarse a la demanda del momento.

Los acumuladores o baterías son la forma más extendida de almacenamiento de energía eléctrica. Su flexibilidad y facilidad de uso ha proporcionado al almacenamiento químico de electricidad una posición envidiable en el mercado.

La principal función de un acumulador o batería dentro de una instalación solar es la de suministrar la energía demandada por la carga, independientemente de la producción eléctrica del sistema de módulos fotovoltaicos. Esto implica lo siguiente:

- Suministrar energía en periodos de baja o nula producción eléctrica.
- Garantizar, junto con el regulador, una estabilidad de la tensión de funcionamiento de la instalación.

Funcionamiento general

En este apartado se darán unas ideas generales de las características del funcionamiento de los acumuladores, concretamente de los acumuladores electroquímicos. Posteriormente, se profundizará en los diferentes casos particulares correspondientes a los distintos tipos de baterías más importantes.

Uno de los aspectos más importantes en el diseño del sistema de acumulación es su tiempo de autonomía. Este parámetro singular viene determinado por las particularidades del sistema, la fiabilidad que se le quiera dar, la tensión mínima que se quiera tener cuando la batería esté descargada, el nivel de descarga máximo, la temperatura, y por supuesto, el tipo de batería elegido.

En las instalaciones solares, dada la naturaleza intermitente y ocasionalmente aleatoria de la incidencia de radiación solar, es necesario disponer de cierto coeficiente de seguridad en la capacidad del sistema de acumulación de forma que el suministro de energía quede garantizado. Este coeficiente de capacidad se suele definir como entre tres y ocho veces la energía consumida durante un día.

Con el fin de explicar el comportamiento de una batería, pese a que la energía se obtiene de un proceso químico, se representa mediante un circuito eléctrico con una fuente de tensión y una resistencia interna en serie:

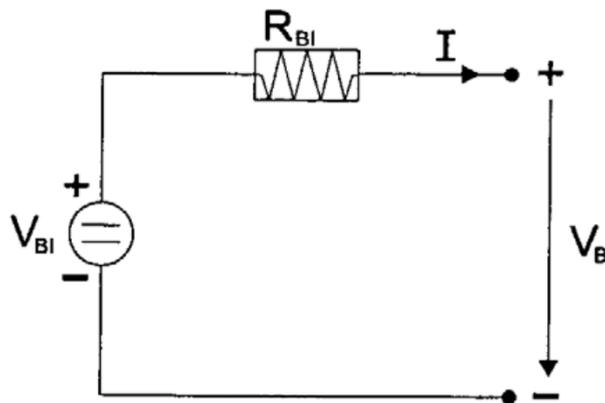


Figura 68 - Esquema de un acumulador

Durante el proceso de carga, la corriente entra por el borne positivo de la batería ocasionando una liberación de iones al electrolito que aumentan la tensión entre las placas V_{BI} , la densidad del electrolito y ocasionan la disminución de la corriente y la resistencia R_{BI} .

Cuando la batería está completamente cargada, la reacción no puede seguir produciéndose por falta de material. En este punto la corriente de carga se disipará mediante la descomposición del electrolito con un aumento de la temperatura y un desprendimiento de gases. Este proceso de sobrecarga hace que el electrolito se degrade de forma irreversible reduciendo la vida útil del acumulador.

Por otro lado, cuando la batería deja de cargarse, y aunque no se requiera energía de ella, se produce un autodescarga con el tiempo. Para compensar esta descarga las baterías se deben mantener en un régimen de carga reducida conocido como régimen de flotación. En este régimen, se aplica una tensión tal que la corriente de carga sea igual a la necesaria para compensar la autodescarga sin ocasionar aumentos de la temperatura o desprendimiento de gases.

En la descarga ocurre el fenómeno opuesto a la carga, es decir, la corriente sale por el borne negativo con una descomposición de iones en el electrolito, lo cual reduce la tensión entre las placas V_{BI} , la densidad del propio electrolito y el aumento de la corriente y la resistencia R_{BI} .

A medida que el proceso de descarga avanza, la materia activa derivada de la transformación química produce una obstrucción de los poros entre las placas dificultando la circulación del electrolito a través de ellas y generando irreversibilidades en la reacción. Para evitar que estos efectos sean importantes se limita la descarga hasta un cierto punto de la tensión entre los bornes cuyo valor depende del régimen de descarga y la temperatura.

Como ya se ha visto, la corriente que un acumulador es capaz de dar varía con el régimen de carga/descarga del mismo. Así, cuanto mayor sea la capacidad, menor será la corriente

circulante y viceversa. Este es un factor muy importante a tener en cuenta en la selección del tamaño y tipo de batería.

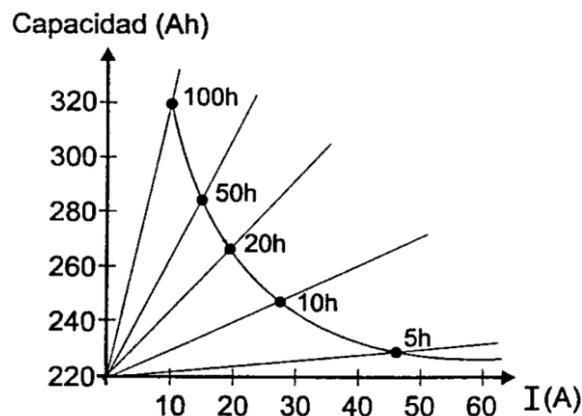


Figura 69 - Evolución de la corriente de una batería durante su descarga

La capacidad de un acumulador también está determinada por la temperatura y el número de ciclos de carga-descarga a los que ha estado sometido.

Un incremento de la temperatura facilita la mayor movilidad de los iones del electrolito, lo que acelera el régimen de carga y descarga. Por el contrario, una temperatura demasiado baja reduce la capacidad máxima de las baterías de manera significativa.

El proceso de cíclico de funcionamiento de las baterías en las aplicaciones fotovoltaicas, con continuas cargas y descargas durante el día y la noche o con periodos estacionales en los que la carga no puede compensar a la descarga, también afectan a su capacidad. A medida que estos procesos se repiten la reversibilidad de las reacciones en el electrolito se reduce y con ella la capacidad máxima de las baterías. Evitar que las descargas alcancen cierta profundidad es importante para evitar estos efectos.

Términos constructivos

Los acumuladores están constituidos por placas, materia activa, rejillas, separadores y electrolito:

- Las placas forman los electrodos positivo y negativo de la célula electroquímica permitiendo la entrada y salida de la corriente que circula por el interior en los ciclos de carga-descarga.
- La rejilla distribuye la corriente por toda la placa y actúa como soporte de la materia activa.

- Los materiales activos son los reactivos que participan en los procesos de carga y descarga.
- Los separadores están intercalados entre las placas positiva y negativa para prevenir el contacto entre ambas. Están compuestos por materiales plásticos con elevada porosidad.
- El electrolito es el medio en el cual ocurre el transporte de carga eléctrica. Puede participar también en las reacciones junto con la materia activa.

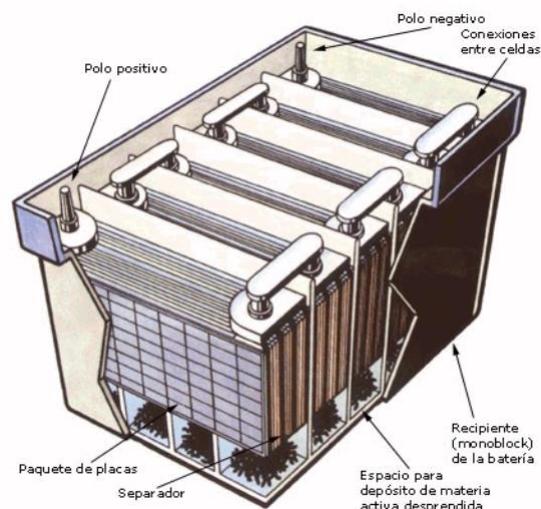


Figura 70 - Características constructivas de una batería

Tipos de baterías

Los acumuladores solares deben cumplir algunos requisitos específicos diferentes a los de otras aplicaciones.

Primero deben ser estacionarios, los cuales tienen placas más delgadas dejando mayor espacio para el electrolito y la superficie activa. Están diseñados para permanecer en estado de flotación durante grandes periodos de tiempo y resistir grandes regímenes de descarga.

Otra de las características importantes de los acumuladores es su elevada profundidad de descarga. Se dice que una batería es de ciclo profundo cuando su capacidad puede caer hasta valores inferiores al 30% sin que el regulador necesite desconectarla.

Así pues, los acumuladores solares deben ser estacionarios de ciclo profundo. Las baterías que cumplen con estas dos condiciones son las siguientes:

- **Baterías de plomo-ácido:** Son las baterías más ampliamente utilizadas a pesar de su baja densidad energética. A su favor tienen su reducido coste, su sencillez, su alta densidad de potencia y el amplio rango de temperaturas en el que pueden trabajar.
- **Baterías de gel:** No sufren los efectos de la gasificación, no requieren mantenimiento y su eficiencia es bastante elevada. Tienen la desventaja de sufrir graves daños frente a altas tasas de carga y descarga y un elevado coste.
- **Baterías AGM:** No requieren mantenimiento, tienen una elevada vida útil, una gran tasa de recarga y gran rango de temperaturas de trabajo. Sin embargo, su coste es bastante alto.
- **Baterías de níquel-cadmio:** Poseen un rango de temperaturas mucho mayor que el de las baterías de plomo, no son tan afectadas por las sobrecargas y salen indemnes ante las sobredescargas. Por el contra está su elevado precio y la gran contaminación que supone el uso del cadmio.

Por supuesto, existen otros modelos de baterías como las de ion-litio, sulfuro de sodio, cinc-bromo, redox-vanadio o las pilas de combustible que carecen de muchos de los problemas que tienen las convencionales y poseen numerosas ventajas, pero que aún no han visto un desarrollo e implantación extendida en aplicaciones solares.

Baterías de plomo

En las baterías de plomo-ácido los materiales activos están hechos de Pb en los electrodos negativos y de PbO₂ en los positivos. Estos electrodos están inmersos en un electrolito líquido formado por una solución de ácido sulfúrico H₂SO₄ y agua.

La reacción global de carga-descarga es la siguiente:

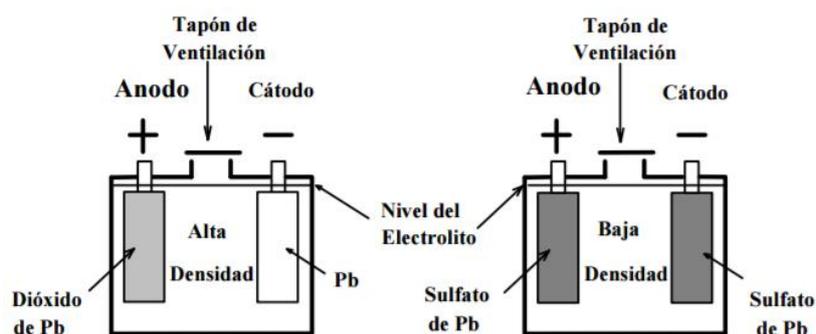
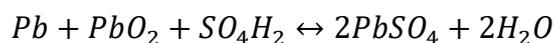


Figura 71 – Reacción global de carga-descarga

Sin embargo, como el plomo es un material bastante débil físicamente, para los acumuladores de plomo-ácido solares, se emplean rejillas de aleaciones de plomo con antimonio o calcio:

- **Baterías de plomo-antimonio:** Utilizan antimonio como elemento de aleación principal proporcionando una resistencia mecánica superior y regímenes de descarga a gran profundidad. También limitan la pérdida de material activo cuando operan a elevadas temperaturas. Por el contrario, tienen una elevada autodescarga y necesitan la adición periódica de agua.
- **Baterías de plomo-calcio:** A través de la adición del calcio como elemento de aleación se consiguen menores niveles de autodescarga, gaseamiento y mantenimiento, pero tienen mal comportamiento ante descargas profundas superiores al 75% generando irreversibilidades que acortan su vida útil. Su comportamiento ante altas temperaturas es peor que el de las aleaciones de antimonio.

Cuando este tipo de baterías se sobrecarga por encima del total de su capacidad se produce un desprendimiento de gases, oxígeno en la placa positiva e hidrógeno en la negativa, un aumento de la temperatura en el electrolito y la corrosión de la rejilla. Este efecto de gaseamiento consume el agua de la solución electrolítica por lo que es necesario reponerla de forma periódica. Una forma de evitar esto es añadir unos tapones de recombinación que catalizan los gases desprendidos retornando el agua a la batería.

El rendimiento se define como la diferencia de voltaje entre la carga y la descarga, el cual está determinado por las resistencias internas del acumulador. Para estas baterías está en valores alrededor del 75%.

La autodescarga no es demasiado importante en sistema fotovoltaicos ya que los módulos solares están cargando las baterías con alta periodicidad. En baterías tipo Pb-Ca es del 2 %/mes y en las de tipo Pb-Sb llega hasta el 6 %/mes.

En cuanto al efecto que tienen los aspectos climáticos, en zonas tropicales como la salvadoreña donde se pueden alcanzar altas temperaturas, este tipo de baterías pueden ver su periodo de vida resentido por la aceleración del envejecimiento. Se recomienda mantener los acumuladores en lugares ventilados y a bajas temperaturas.

Baterías de gel

Este tipo de baterías son una derivación de las baterías de plomo-ácido con aleación de calcio, pero con la particularidad de tener el electrolito inmovilizado. Esta inmovilización se produce con la adición de dióxido de silicio, una silicona que hace que el electrolito se convierta en una masa sólida gelatinosa.

Gracias a este nuevo electrolito, el oxígeno y el hidrógeno desprendidos se recombinan dentro del gel a través de una reacción electroquímica, evitando los efectos de la gasificación y la necesidad de añadir agua durante todo el periodo de vida de la batería.

Además, la adición de ácido fosfórico en el gel mejora la escasa profundidad de descarga de las baterías con aleación Pb-Ca, lo que reduce la corrosión a bajos niveles de carga.

El estado gelatinoso del electrolito hace que este tipo de baterías soporten mucho mejor las vibraciones, los golpes y las altas temperaturas, además de evitar los derrames en caso de rotura de la carcasa.

Como aspecto negativo, estas baterías se tienen que recargar a tensiones bastante bajas, detalle que hay que tener en cuenta en el sistema de regulación y en el cableado.

Baterías AGM

Al igual que las baterías de gel, las baterías AGM son una derivación de las de plomo-ácido. El término AGM hace referencia a *Absorption Glass Mat*, lo que indica que están confeccionadas a base de minúsculos hilos de fibra de vidrio absorbente. Al introducir el electrolito ácido en el interior de la matriz de fibra de vidrio, este queda absorbido por capilaridad como una esponja.

Proporcionan los mismos beneficios que los acumuladores de gel, pero estas cuentan con una tensión de carga equivalente a las de electrolito líquido. En este caso los gases desprendidos se transportan a través de los poros no ocupados por el electrolito.

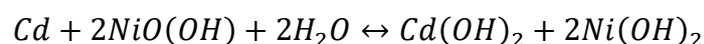
Este tipo de baterías posee muy buenas características para aplicaciones donde se requiere un gran aporte de corriente en poco tiempo.

Baterías de níquel-cadmio

Su construcción es similar a la de las baterías de plomo-ácido, pero con la principal diferencia de que, en este caso, el electrolito no participa en la reacción electródica.

Los materiales activos que participan son óxido de níquel NiO(OH) en el cátodo, cadmio en el ánodo y un electrolito líquido a base de hidróxido potásico KOH al 20%.

La reacción global es la siguiente:



El electrolito juega un papel de mero conductor, motivo por el cual este no sufre cambios ni transformaciones durante los procesos de carga-descarga, todo lo contrario que en las baterías de plomo-ácido.

En general, presentan unas características muy ventajosas frente a las baterías de plomo-ácido:

- Resistencia a la sobrecarga no necesitando la regulación de este aspecto.
- No se ven afectadas por los efectos de las descargas profundas, pudiendo estar largos periodos de tiempo en bajo estado de capacidad.
- Tienen menos irreversibilidades en las reacciones carga-descarga, lo que hace que tengan un periodo de vida superior para los mismos ciclos de uso que las baterías de plomo-ácido.
- No requieren mantenimiento durante periodos de hasta diez años.
- No sufren efectos negativos cuando el electrolito sufre congelación.

No todo en este tipo de acumuladores son ventajas, los inconvenientes más importantes son:

- Baja capacidad en regímenes de descarga lentos.
- Autodescarga superior.
- Elevado coste, hasta el triple que el de las baterías de plomo.
- Gran contaminación del cadmio.

Como respuesta a los inconvenientes que supone el uso del cadmio en este tipo de baterías, también existe la variante del acumulador níquel-metal-hidruro. En estas baterías el cadmio es sustituido por una aleación de hidruro metálico. Así se elimina el riesgo de contaminación, aunque también parte de la capacidad de las baterías originales.

Las baterías de níquel cadmio son quizá la mejor solución cuando se requiere de una fuente de energía en situaciones críticas en las que existe una emergencia energética. Su fiabilidad, resistencia y larga vida útil así lo demuestran.

Conexión de baterías

Las baterías se colocan de forma análoga a como ya se estudió con los módulos solares. Se pueden asociar acumuladores en serie y en paralelo.

Para evitar la inversión de la polaridad, es importante conectar siempre el terminal positivo con el negativo de la siguiente batería, y viceversa.

Conexión en serie

Así, en conexiones serie, el resultado de la asociación tendrá una tensión entre sus terminales igual a la suma de las tensiones de cada batería.

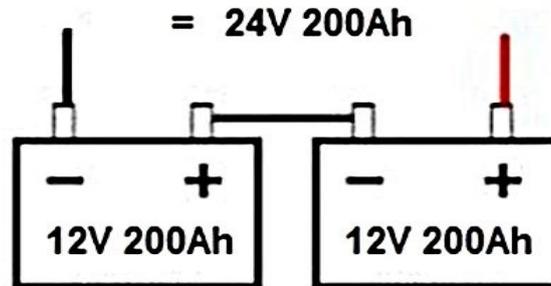


Figura 72 - Conexión serie de baterías

Conexión en paralelo

De la misma forma, una asociación de baterías en paralelo alcanzará un nivel de corriente igual a la suma de las intensidades ofrecidas por cada batería por separado.

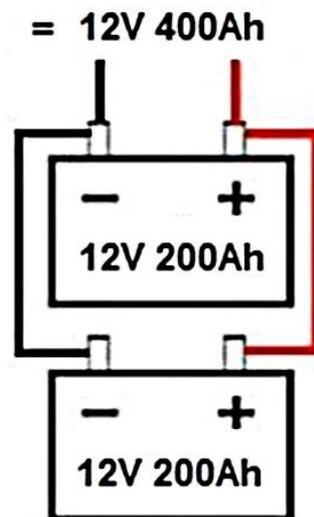


Figura 73 - Conexión paralelo de baterías

Conexión mixta

Si tras el sistema de acumulación lo que se pretende alcanzar es un nivel de tensión e intensidad determinados, superiores a los de una batería por separado, se recurre a una conexión mixta.

En las conexiones mixtas se asocian en serie los acumuladores hasta alcanzar la tensión deseada. Al mismo tiempo, para alcanzar el nivel de corriente requerido, se conectarán en paralelo las asociaciones en serie anteriores.

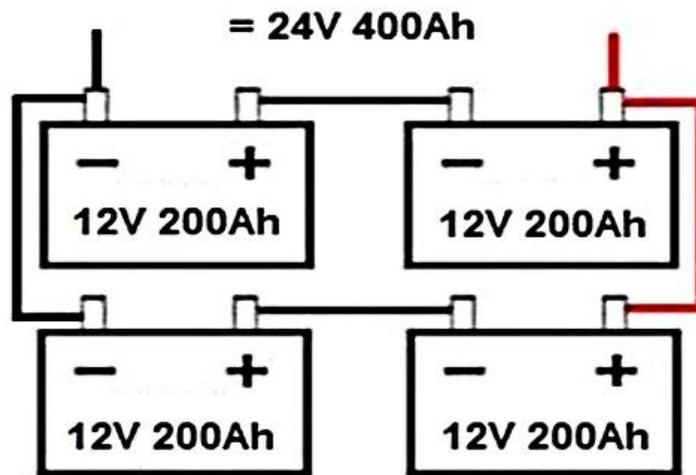


Figura 74 - Conexión mixta de baterías

Sin embargo, en instalaciones fotovoltaicas, la conexión en paralelo no es muy recomendable. La degradación de las baterías no se produce de forma homogénea entre ellas, por lo que puede darse que unas baterías descarguen sobre otras, dañando el sistema de acumulación.

El convertidor

La conversión de energía eléctrica de una forma a otra, continua-alterna, alterna-continua, se basa en los fenómenos de conducción y conmutación. Seleccionando trozos de tensión y corriente en un lado se pueden hacer coincidir con trozos de tensión y corriente en el otro, de esta forma se produce el cambio de forma.

Los convertidores son los dispositivos que realizan estas funciones de transformación de la corriente. Mediante transistores integrados que actúan como interruptores, de forma conmutada, se divide la onda de entrada para producir una onda escalonada a la salida.

Convertidor CC/CC

Existen determinadas aplicaciones en las que es preciso alimentar eléctricamente varios equipos en los que la tensión de funcionamiento no coincide. Una posible solución sería la extracción parcial de tensiones del grupo de baterías, pero el paso secundario de corriente entre los elementos no favorece la vida de los equipos. La alternativa viable en estos casos hace imprescindible implicar a los convertidores continua-continua.

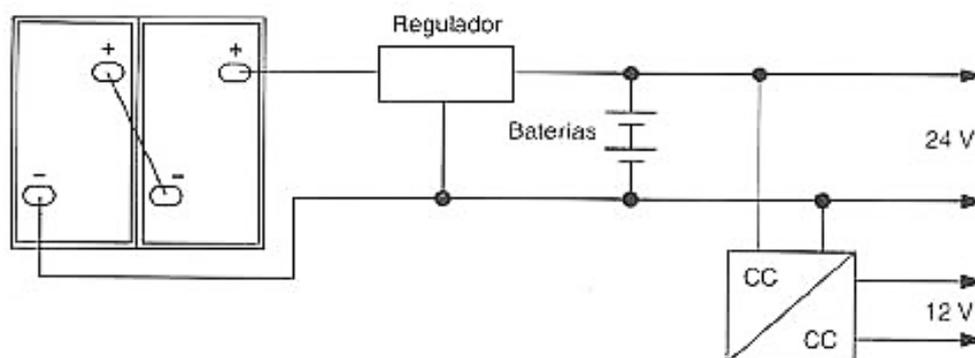


Figura 75 – Uso de un convertidor CC/CC

Mediante el uso del convertidor de la imagen anterior, la descarga de la batería se realiza de forma única mientras que se le permite a la carga conectada al convertidor trabajar de forma correcta.

En un convertidor CC/CC la corriente continua es transformada en una corriente cuya onda adquiere una forma cuadrada mediante el uso de un inversor. Una vez realizado el cambio, se eleva o reduce el voltaje gracias a un transformador hasta el valor deseado. Posteriormente se vuelve a convertir la onda cuadrada modificada en la onda lineal propia de la corriente continua de salida del dispositivo mediante un rectificador.

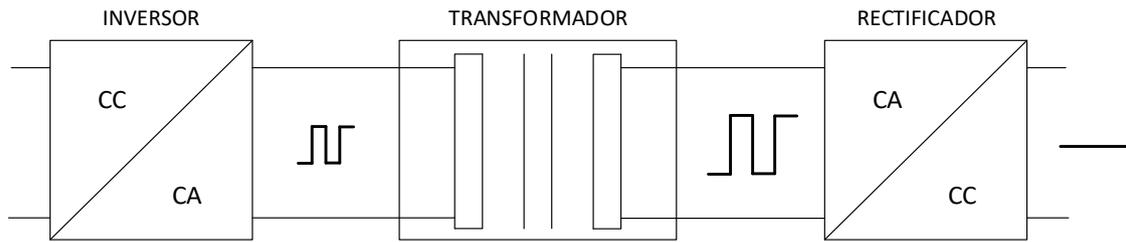


Figura 76 - Esquema de un convertidor CC/CC

Convertidor CC/CA

La mayoría de los equipos de consumo utilizan corriente alterna ya que esta es la forma en la que se distribuye la energía eléctrica convencional. Los equipos de consumo de corriente alterna son más baratos, más fáciles de encontrar y de reparar.

Los convertidores continua-alterna, también llamados inversores u onduladores, son los dispositivos de transformación de la corriente continua de una batería en corriente alterna para los equipos de consumo.

Estos convertidores cuentan con circuitos electrónicos compuestos por transistores que trocean la onda continua y la alteran creando una onda en forma cuadrada. Esta onda se hace pasar por un transformador que la eleva de tensión para finalmente ser filtrada hasta obtener una onda sinusoidal.

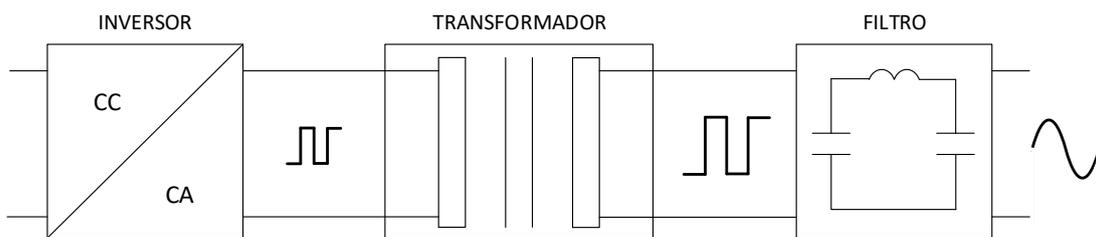


Figura 77 - Esquema de un convertidor CC/CA

Para muchas aplicaciones en energía solar, es suficiente con utilizar convertidores de onda cuadrada, los cuales son más baratos y suficientes para la poca complejidad de las cargas de consumo, como luces incandescentes, pequeños motores, etc.

Rendimiento de un inversor

Tanto en los convertidores CC/CC como en los CC/CA el dispositivo común y el que más relevancia tiene es el inversor. Así, el rendimiento de un convertidor queda determinado por el rendimiento del inversor.

Este rendimiento se deteriora por las pérdidas ocurridas en los semiconductores, son de dos tipos:

- Por conmutación: Debidas a las continuas entradas y salidas de conducción en los semiconductores.
- Por conducción: Pérdidas en forma de calor producidas al pasar una corriente a través de los conductores.

Dado que todos los inversores funcionan a altas frecuencias, 10 kHz, 15 kHz o 20 kHz, las soluciones en semiconductores tratan de solventar las pérdidas por conmutación. Estas se manifiestan en forma de calor por lo que el uso de disipadores es una constante en todos ellos.

Otro de los factores que determina el rendimiento es la relación entre la potencia de entrada y la de salida o factor de carga. La mayoría de los inversores están diseñados para alcanzar el máximo rendimiento cuando la potencia de salida es superior al 50% de la potencia nominal.

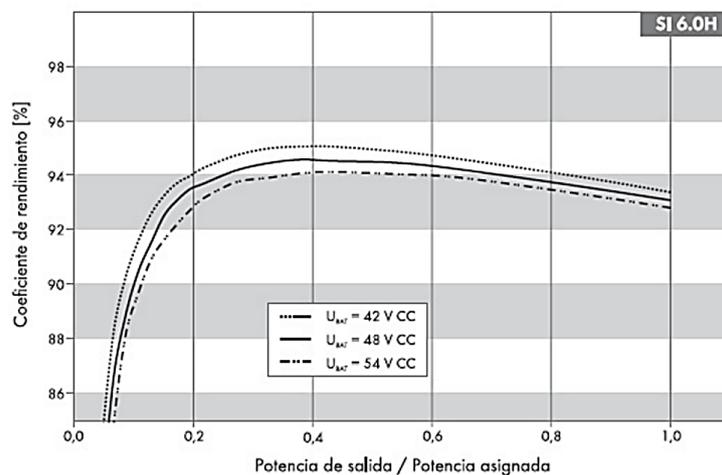


Figura 78 - Rendimiento de un inversor en función del factor de carga

Cableado y protecciones

Todos los equipos de la instalación fotovoltaica están conectados siguiendo un circuito a través del cableado, como ya se ha visto en apartados anteriores. A este circuito hay que añadirle las protecciones necesarias que eviten los peligros en las personas, animales o el entorno producidos por los contactos con la red eléctrica de la instalación.

Cableado

Las caídas de tensiones y los calentamientos en los conductores dependen directamente del tipo de cableado empleado, su sección, su longitud, etc. La tensión de trabajo varía a lo largo del circuito y con ella, también lo hace el grosor del conductor, que a su vez también viene influenciado por su longitud.

En tramos donde la tensión sea pequeña, por ejemplo, entre los módulos y los acumuladores, el grosor del cable deberá ser lo suficientemente grande para que no se produzcan aumentos de la temperatura que puedan dañar el conductor y reducir el rendimiento de la instalación. Una vez que la tensión ha aumentado tras su paso por el convertidor, los cables podrán ser de una sección menor sin ocasionar problemas.

Del grosor del cable no sólo dependerá el voltaje del sistema sino también las distancias que serán necesarias para transportar la corriente desde cada una de las partes. A mayor distancia, mayor grosor deberá tener el conductor. Es importante no posicionar los elementos muy alejados los unos de los otros para no necesitar usar secciones demasiado grandes que puedan aumentar los costes de la instalación.

Como norma general, la caída de tensión admisible entre los elementos es la siguiente:

- Caída de tensión entre el sistema de paneles y el regulador: 3%
- Caída de tensión entre el regulador y las baterías: 1%
- Caída de tensión entre el regulador y el inversor: 1%
- Caída de tensión entre el inversor y las cargas: 3%

La longitud de los cables deberá asegurar, por otra parte, que no se produzcan tensiones mecánicas entre los dispositivos ni entre los propios cables. Los terminales positivos y negativos de la parte continua se colocarán separados, protegidos y señalizados. Y por supuesto, los conductores exteriores, deberán estar protegidos contra los efectos de la intemperie.

Protecciones

En cuanto a las protecciones necesarias que hay que incluir en la instalación, según el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), se pueden resumir en las siguientes:

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones deberá asegurar la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa, no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación fotovoltaica estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible o disyuntor magnetotérmico u otro que cumpla con esta función.

La toma de tierra sirve de unión entre todos los elementos metálicos permitiendo la desviación de la corriente en caso de contacto indirecto o cuando se producen descargas eléctricas de origen atmosférico, eliminando la diferencia de potencial peligrosa entre la instalación y los elementos que la rodean.

Los problemas relativos a los contactos directos e indirectos se pueden solventar haciendo uso de aislantes, barreras, obstáculos o dispositivos de seguridad como los de corriente diferencial residual.

Los fusibles son dispositivos de seguridad de un solo uso que abren el circuito cuando se sobrepasa cierto nivel de intensidad. Por su parte, el magnetotérmico hace los efectos de un interruptor que añade una protección frente a cortocircuitos y sobrecargas.

Método de dimensionado

Hay multitud de factores a tener en cuenta a la hora de diseñar una instalación fotovoltaica. Se necesitan conocer todos los aspectos relacionados con los consumos; si el sistema va a trabajar en corriente continua, alterna o mixta; y la cantidad de días de autonomía que necesitaremos garantizar.

Otros factores de diseño a tener en cuenta son la propia elección de los equipos de la instalación, los elementos de seguridad y de protección y, por supuesto, aquellos relativos a la puesta en marcha, el mantenimiento, su localización, distribución y los costes asociados.

Si nos centramos en las dimensiones de la instalación solar en cuestión, hay dos parámetros importantes en los que es necesario centrarse:

- La determinación de la radiación solar incidente sobre la región geográfica en cuestión, sabiendo que la energía recibida no es constante debido a los efectos climáticos y estacionales.
- El conocimiento de los consumos determinará el tamaño, el rendimiento y la fiabilidad de la instalación.

Tipos de dimensionado

El objetivo que se busca a la hora de dimensionar un sistema fotovoltaico es el cálculo del sistema de generación y el de acumulación de la energía necesario para suministrar con fiabilidad un determinado consumo. A la hora de conseguirlo nos encontramos con dos polos enfrentados, máxima fiabilidad y mínimo coste. Un diseño óptimo combinará estos dos aspectos de la mejor manera.

Hay una gran variedad de métodos de cálculo, pero todos ellos se fundamentan en dos premisas:

- La producción del generador debe garantizar el consumo.
- El sistema de baterías debe abastecer el consumo cuando no exista producción de energía durante un determinado número de días consecutivos.

Algunos de los criterios de cálculo son los siguientes:

- **Criterio del promedio:** Se trata de obtener una única configuración del sistema de forma que, a lo largo del año, se produzca la mayor cantidad de energía.

- **Criterio del error relativo:** Estudiar los meses en los que la radiación es menor y seleccionar la configuración óptima de los equipos de acuerdo a estos.
- **Criterio de optimización global del sistema:** Mediante un método de seguimiento automático se busca la configuración óptima de los módulos en cada momento.
- **Criterio de la máxima energía:** Adecuado para los sistemas que pretenden aprovechar la máxima cantidad de energía durante un periodo determinado.

El criterio de diseño adoptado no es ninguno de los anteriores, sino que es el denominado **Criterio del peor mes**. Este criterio selecciona la configuración del sistema de acuerdo al peor mes, entendiendo por peor mes aquel en el que la proporción energía-consumo es mínima. El sistema fotovoltaico se diseñará para satisfacer la demanda durante el peor mes de un año promedio.

Configuración de la instalación

Antes de empezar a configurar la instalación como tal, es imprescindible esclarecer cómo se van a distribuir en ella los equipos.

Sabemos que en la comunidad objeto de este proyecto, El Pajarito, hay once viviendas repartidas de forma dispersa por la geografía. Sabiendo esto tenemos dos posibilidades:

- Construir una única instalación fotovoltaica que suministre electricidad a todas las viviendas de la comunidad.
- Construir una instalación fotovoltaica por cada una de las viviendas de la comunidad de forma que existan once instalaciones.

A simple vista se deduce que la opción más simple y quizá más viable es la primera. La segunda opción requeriría de una cantidad de datos mucho mayor, información específica de cada vivienda, sus dimensiones, su integridad, su posición y orientación, etc., mientras que de la primera bastaría conocer la información de los consumos totales y la situación del área donde se emplazará la instalación.

Si bien es cierto que los datos exactos del terreno no están disponibles de forma telemática, sino que, para conseguirlos, habría que tener presencia física sobre el terreno, la primera opción es la que menos incertidumbre genera a la hora de diseñar esta instalación.

Con esto concluimos con la ejecución de una única instalación cuyas dimensiones dependerán de la suma de los requerimientos energéticos de cada una de las viviendas de la comunidad.

Cálculo de consumos

El cálculo de los consumos es fundamental para diseñar correctamente la instalación ya que se caracteriza el tamaño de todo el sistema fotovoltaico. En algunos casos los consumos se podrán conocer con exactitud, como en el caso de instalaciones de iluminación o señalización pública, en otros, dependerá principalmente del uso de los aparatos eléctricos por parte de los usuarios finales.

Factores de consumo

La primera decisión a tomar es la elección entre aparatos de corriente continua (CC) o corriente alterna (CA). El uso de consumos de corriente continua permite la conexión directa a través de las baterías y el regulador, sin necesidad de ningún tipo de conversión de la corriente y, por tanto, la consiguiente mejora del rendimiento del sistema. Los aparatos en CC son más eficientes energéticamente, pero son costosos y difíciles de encontrar para ciertas aplicaciones cotidianas.

Los aparatos de CA son más baratos y de fácil adquisición, pero su consumo energético es superior. Con ellos es necesaria la instalación de un inversor, el cual no suele caracterizarse por ser barato e introduce una serie de perturbaciones e interferencias que reducen el factor de potencia y el rendimiento. Además, los inversores se han de dimensionar para cubrir picos de demanda y su rendimiento decrece cuando se utilizan bajo potencias significativamente menores que la nominal.

Otro factor determinante de la instalación es la selección de la tensión de trabajo. En sistemas de CC se pueden seguir tres criterios, los voltajes nominales de los aparatos de consumo, las corrientes máximas pico y las pérdidas por cableado:

- La mayoría de los aparatos de corriente continua operan bajo tensiones de 12 V o 24 V.
- Las corrientes máximas se deberán limitar a 20 A en cada circuito, sin superar los 100 A totales en la instalación.
- La limitación de potencia del circuito, en relación con las pérdidas, viene marcada por el voltaje, 240 W para 12 V y 480 W para 24 V.

En los sistemas de CA el parámetro determinante en la selección de la tensión en las baterías es la potencia pico de demanda. Para potencias de hasta 1500 W se recomienda una tensión de 12 V. Para potencias superiores, de entre 1500 W y 5000 W, será de 24 V. Y para potencias aún más elevadas, superiores a los 5000 W, se usará una tensión de 48 V.

En nuestro caso, la instalación será de corriente alterna ya que es la corriente que utiliza la red eléctrica general y, por tanto, a la que están adaptados la mayor parte de equipos de consumo. En El Salvador la corriente presente es de 120 V y 60 Hz y la nuestra será de las mismas características en consecuencia.

Para el cálculo de los consumos se comenzará recopilando información sobre las cargas de consumo conectadas al sistema, la tensión a la que trabajan, su ciclo de funcionamiento y la potencia que consumen.

Según la petición de la ACSM y los criterios seguidos por este proyecto de cara al mejor cumplimiento de las condiciones de cooperación al desarrollo, cada una de las once viviendas del caserío El Pajarito deberá disponer de una potencia eléctrica mínima capaz de alimentar a tres fuentes de luz, un refrigerador, una licuadora, una radio y un pequeño televisor.

Equipo	Cantidad	Tensión (V)	Potencia (W)	Uso diario (horas/día)	Consumo (Wh/día)
Luces vivienda	3	120	3	5	45
Refrigerador	1	120	150	5	750
Licuadora	1	120	500	0,33	165
Radio	1	120	5	4	20
Televisor	1	120	80	4	320
Consumo total diario (Wh/día)					1300

Figura 79 - Cálculo de los consumos brutos

Como se puede ver en la tabla anterior, los tiempos de uso diario de los elementos de consumo son: 5 horas para la iluminación, 20 min para la licuadora y 4 horas para la radio y el televisor. Para el refrigerador se han supuesto 5 horas de uso ya que, aunque está continuamente conectado, únicamente funciona de forma activa cuando cae la temperatura en su interior.

Estos son los consumos brutos disponibles en cada vivienda. Hay que tener en cuenta además la corrección debida a los factores de pérdidas por efecto Joule, el rendimiento de carga de las baterías y el rendimiento de conversión del inversor.

- Las pérdidas por efecto Joule son las debidas a la circulación de corriente por los conductores. Para que las caídas de tensión sean inferiores al 3% se introduce un rendimiento del **98%**.
- El rendimiento de la batería depende de la profundidad del ciclo diario de la misma. Representa los amperios-hora que se pueden descargar por los amperios-hora empleados en la carga. Por defecto se utilizan valores del **90%**.

- El rendimiento del inversor relaciona la corriente continua entrante con la alterna saliente. Se emplean valores típicos del **90%**.

También como norma general, se suele aplicar un factor de seguridad que compense las posibles condiciones adversas en el sistema fotovoltaico. Según qué referencia de irradiación se haya escogido este factor varía entre el 10 y el 20%. Teniendo en cuenta que nuestro criterio es el de peor mes solar y tendiendo a la seguridad, nuestro factor de seguridad será del **15%**.

Así, nuestro consumo diario neto es el siguiente:

$$\text{Consumo diario corregido} = \frac{1300 \text{ Wh/día} \cdot 1,15}{0,98 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = \mathbf{1\ 883 \text{ Wh/día}}$$

Además del consumo diario, otros valores también son importantes a la hora de diseñar el sistema fotovoltaico.

La potencia pico o potencia máxima que soporta el sistema cuando todos los consumos están funcionando simultáneamente es importante para dimensionar el regulador, el inversor, el cableado y los elementos de protección. A este valor de la potencia se le aplica un coeficiente de simultaneidad que indica la probabilidad de que todas las cargas estén funcionando al mismo tiempo. La máxima potencia cuando se emplean todas las cargas será:

$$\text{Potencia pico} = 3 \cdot 3 + 150 + 500 + 5 + 80 = 744 \text{ W}$$

Si entendemos que la máxima potencia real se produce cuando se conectan de manera simultánea una de las fuentes de luz, la licuadora, el frigorífico y la radio, un factor de simultaneidad adecuado es **0.85**. La potencia pico real será:

$$\text{Potencia pico corregida} = 744 \text{ W} \cdot 0.85 = \mathbf{632 \text{ W}}$$

Para el cálculo de la potencia total de la instalación se aplicará también un coeficiente de simultaneidad que, en este caso, hace referencia a la probabilidad de que todas las viviendas estén consumiendo la potencia pico al mismo tiempo.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los coeficientes de simultaneidad relativos al número de viviendas conectadas a una instalación de generación o suministro eléctrico son:

Nº Viviendas (n)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

Figura 80 - Coeficientes de simultaneidad según el número de viviendas

En nuestro caso tenemos once viviendas, lo que les corresponde un coeficiente de **9.2**. Este coeficiente se multiplica por la potencia unitaria de cada vivienda para obtener la potencia de consumo total real:

$$\text{Potencia total corregida} = 632 \text{ W} \cdot 9.2 = \mathbf{5814 \text{ W}}$$

Con una potencia como esta, superior a los 5000 W, el voltaje que circulará por el sistema será de **48 V**.

En la siguiente tabla se resume la información para cada vivienda y para el conjunto de todas ellas:

	Por vivienda	Por instalación
Consumo total diario (Wh/día)	1300	14300
Consumo total diario corregido (Wh/día)	1883	17327
Potencia pico (W)	744	8184
Potencia pico corregida (W)	632	5814

Figura 81 - Valores relativos al consumo

Para el consumo total corregido de la instalación se ha considerado también el coeficiente de simultaneidad anterior, 9.2.



Este proceso de cálculo que acabamos de realizar se debe implementar para cada mes del año o para cada mes de uso de la instalación solar. En el caso de este proyecto se supone que el perfil de consumo o demanda de la energía es el mismo en todos los meses del año. Entonces, siguiendo con el criterio de cálculo, bastaría con relacionar el mes de menor irradiación solar con el consumo que acabamos de obtener para el denominado *peor mes solar*.

Dimensionado del sistema de acumulación

Los acumuladores que se emplean en esta clase de instalaciones son estacionarios, normalmente en sistema de vasos de 2 V de plomo-ácido. Los recipientes de los acumuladores suelen ser también transparentes o translúcidos para facilitar la revisión del estado de las deposiciones y las necesidades de mantenimiento. También se suelen emplear las baterías gelificadas y enfibradas, muy recomendables para lugares remotos o de difícil acceso gracias a su nulo mantenimiento. En el caso de las baterías de níquel-cadmio, la pérdida de mercado en los últimos años para aplicaciones solares se ha acrecentado conocidas sus desventajas.

En nuestro caso se emplearán acumuladores de plomo-ácido en estado líquido, concretamente plomo-antimonio, dado el buen comportamiento ante ciclos de carga-descarga repetitivos y de cierta profundidad.

Frente al resto de las opciones, este tipo de baterías son con diferencia los más habituales y los que mejor se adaptan a las condiciones de esta clase de instalaciones.

Autonomía de la instalación

El primer factor que hay que fijar en el sistema de acumulación es la autonomía de la instalación o el número de días de autonomía de la misma. El número de días de autonomía de la instalación es la cantidad de días que la instalación puede operar sin radiación solar. Se recomienda que los días de autonomía de una instalación doméstica se sitúen en un rango de entre 3 y 5 días. Para instalaciones críticas o de emergencia este rango aumenta a entre 6 y 10 días.

Tendiendo hacia la seguridad, la autonomía de esta instalación de cada una de las viviendas del caserío El Pajarito será de 5 días.

Capacidad de acumulación

El factor quizá más representativo de un sistema de baterías es la capacidad de carga. Esta está relacionada con la autonomía anterior, el consumo de las cargas, la profundidad de descarga y los factores de rendimiento del sistema de acumulación.

$$\mathbf{Capacidad\ base} = \frac{17\ 327\ Wh/día}{48\ V \cdot 0.9 \cdot 0.8} \cong \mathbf{501\ Ah}$$

Siendo:

- Consumo neto diario de la instalación: 17 327 Wh/día.
- Tensión de trabajo: 48 V.
- Corrección por temperatura: 90%. Expresa la disminución del rendimiento de la batería cuando trabaja a temperaturas inferiores a la nominal.
- Profundidad descarga: 80%. Para baterías de plomo-antimonio la profundidad máxima de descarga es del 80%.

La capacidad de la batería para sostener la autonomía será:

$$\mathbf{Capacidad\ en\ autonomia = 5 \cdot Capacidad\ base = 2\ 505\ Ah}$$

Donde:

- Días de autonomía: 5

$$\mathbf{Capacidad\ total = Capacidad\ base + Capacidad\ en\ autonomia = 3\ 006\ Ah}$$

La capacidad total deberá ser suministrada a partir del grupo de baterías. Estas se conectarán en paralelo de forma que sumen sus capacidades individuales. Sin embargo, no es muy recomendable acoplar en paralelo más de cuatro acumuladores ya que se pueden producir problemas en la inversión de la polaridad entre cada uno de ellos.

Régimen de descarga

El régimen de descarga determina la velocidad a la que la batería ofrece su carga, es decir, se descarga. Para calcularlo se tienen en cuenta la profundidad de descarga, los días de autonomía y el tiempo diario medio de consumo:

- Profundidad de descarga: 0.8 (80%).
- Autonomía: 5 días.
- Tiempo diario medio de consumo: 3.66 horas/día.

$$\mathbf{Régimen\ de\ descarga = \frac{5\ dias \cdot 3.66\ horas/dia}{0.8} \cong 23\ horas}$$

Lo que significa que se necesitará una batería con un régimen C23. La nomenclatura representa que el sistema de acumulación tiene una capacidad de 3 006 Ah funcionando durante 23 horas. Normalmente las capacidades vienen expresadas en regímenes C100, C20 o C10 por lo que la adecuación al régimen de descarga no será la ideal.

Selección del acumulador

La selección de la batería más adecuada se tiene que plantear como la suma de las consideraciones contempladas en esta sección. Se deben cumplir los siguientes elementos:

- Batería de plomo-ácido (plomo-antimonio).
- Tensión nominal de 2 V.
- Evitando el acoplamiento excesivo en paralelo de los acumuladores, capacidad total $\geq 3\ 006$ Ah.
- Régimen de descarga $\leq C23$.

Con todas estas consideraciones, escogiendo de entre los distribuidores que operan en El Salvador, el acumulador que mejor se ajusta a las características anteriores es el modelo **FS 3000** del fabricante Enervolt. No obstante, todos los modelos de baterías solares considerados se recogen en los anexos de este proyecto.



Figura 82 - Imagen de la gama de baterías FS de Enervolt

Las características principales del acumulador son las siguientes:

Características Técnicas	
Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	3343
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	4352
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	24
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.65%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25 °C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	+0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	300
Tensión final de carga (V)	2.35 a 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 horas (V/Elem.)	1.65
Intensidad en corto (A)	18470
Resistencia Interna (mOhm/Elem.)	0.112
Numero de ciclos al 60% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	576x212x797
Peso en seco (kg)	158
Peso con electrolito (kg)	230
Tipo y numero de terminales	M10 / 8

Figura 83 - Características de la batería seleccionada de Enervolt

La batería escogida cumple sobradamente con los requerimientos mínimos que han sido determinados en este apartado:

- Se trata de una batería de plomo-antimonio con una tensión nominal de 2V.
- Es capaz de sostener la capacidad sin necesidad de conectar ninguna batería de forma paralela.
- Tiene una capacidad de 3343 Ah bajo un régimen C10, lo cual nos sitúa en una buena posición de seguridad ya que permite descargas a un régimen bastante superior al que se podría alcanzar en la instalación.

Acoplamiento de baterías

Si los sistemas de acumulación solar están compuestos de baterías de 2 V y la tensión de funcionamiento de la instalación es de 48 V, la cantidad de baterías en serie que será necesario implementar es la siguiente:

$$N^{\circ} \text{ baterías en serie} = \frac{48 \text{ V}}{2 \text{ V}} = 24 \text{ baterías}$$

La cantidad de baterías en paralelo de este sistema, como se acaba de mencionar, es:

$$N^{\circ} \text{ baterias en paralelo} = \frac{3\,006 \text{ Ah}}{3\,343 \text{ Ah}} \approx \mathbf{1 \text{ bateria}}$$

Capacidad útil

Este parámetro será de utilidad posteriormente para el dimensionamiento del sistema de generación. Es la capacidad afectada por el régimen de descarga estacional, que por defecto toma el valor de 0.25. Este factor tiene en cuenta la reducción de la capacidad del grupo de módulos fotovoltaicos cuando se quiere utilizar la batería para abastecer el consumo durante el peor mes solar.

$$C_U = \text{Capacidad seleccionada} \cdot 0.25 = 3\,343 \text{ Ah} \cdot 0.25 \cong \mathbf{836 \text{ Ah}}$$

Ubicación de las baterías

Los acumuladores deberán estar instalados en lugares ventilados y nunca en estancias como sótanos u otras salas bajo el nivel del suelo. Serán alejados también de fuentes de combustión como chimeneas, estufas o calderas. Y por supuesto, bajo ningún concepto deberán estar instalados en lugares donde se almacenen o manipulen alimentos o en habitaciones como dormitorios o salas de estar. Estas precauciones son de relevancia dados los gases que se desprenden como función de las baterías.

El peso de los acumuladores también ha de ser tenido en consideración. Se deberán colocar sobre superficies firmes haciendo uso de la bancada que estos dispositivos suelen incorporar. Se recomienda que estas superficies sean aislantes como maderas o plásticos para evitar que se produzcan manchas o deterioros debido a las posibles deposiciones de los elementos internos del acumulador.

Por último, evitar las largas distancias entre el sistema de acumulación y el regulador para evitar importantes pérdidas de carga e incrementos de los costes en el cableado.

Análisis de los datos de radiación

El criterio de diseño ha sido escogido como el del peor mes. Este criterio dimensiona el sistema fotovoltaico escogiendo el mes con la peor relación consumo-incidencia. Una vez determinado el consumo de cada mes, en nuestro caso el consumo de un mes es equivalente al del resto, la información que queda por obtener es la de la incidencia de radiación solar en la superficie del caserío.

Bases de datos de radiación

La información solar que incide sobre la superficie terrestre se recoge a través de estaciones de medición mediante diferentes dispositivos. Los piranómetros recogen la radiación solar mientras que los heliógrafos miden la cantidad de horas de sol. Esta información se recoge en extensas bases de datos que permiten hacer un modelo de la radiación que incidirá sobre el sistema fotovoltaico en el futuro, asumiendo que los ciclos solares se repiten en el transcurso de los años.

Así pues, son varias las entidades que almacenan y gestionan estas bases de datos, las más relevantes y de utilidad para nuestro caso son las siguientes:

- **Centro Mundial de Datos de Radiación (WRDC):** Localizado en San Petersburgo, Rusia, lleva desde 1964 recogiendo datos de radiación solar a lo largo de más de mil puntos de observación. Algunos de estos datos están disponibles en la red para la consulta pública pero únicamente alcanzan hasta el año 1993.
- **Centro de Datos Científicos Atmosféricos (ASDC):** Como parte del entramado de la NASA, este centro de datos recoge una gran cantidad de datos relacionados con el clima, la radiación o los elementos químicos atmosféricos.
- **Evaluación de Recursos de la Energía Solar y del Viento (SWERA):** Se trata de una iniciativa promovida por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) de los EE.UU. que ofrece información acerca de las energías renovables de manera gratuita. Ofrece también una serie de herramientas de optimización y asesoramiento de gran utilidad. Este programa comenzó en el año 2006 como piloto en algunos países entre los que se encuentra El Salvador.

Es a través de este último programa de donde ha sido posible obtener la mayor parte de la información necesaria para poder hacer un modelo de la radiación incidente en el municipio de Meanguera, gracias a la base de datos existente y a alguna de sus aplicaciones como OpenCarto, PVWatts, HOMER o SAM.

Pero como ninguna base de datos es infalible e infinita, también se ha recurrido a los elementos del ASDC a través de su proyecto *Surface meteorology and Solar Energy (SSE)* para obtener información complementaria a la anterior.

Inclinación de los módulos

La posición de los módulos con relación al sol está determinada por dos ángulos como ya se ha explicado en temas anteriores. Estos ángulos son la **altura solar α** y el **acimut ψ** .

El acimut es el ángulo en la proyección horizontal que forman los rayos solares con el Sur. Los paneles situados geográficamente en el hemisferio norte terrestre deberán estar orientados al Sur por lo que este ángulo tendrá un valor de 0° .

La altura solar, en cambio, es el ángulo en el plano vertical entre los rayos solares y su proyección en el plano horizontal. Su valor es más difícil de determinar ya que se requieren datos experimentales de la situación geográfica concreta de los paneles.

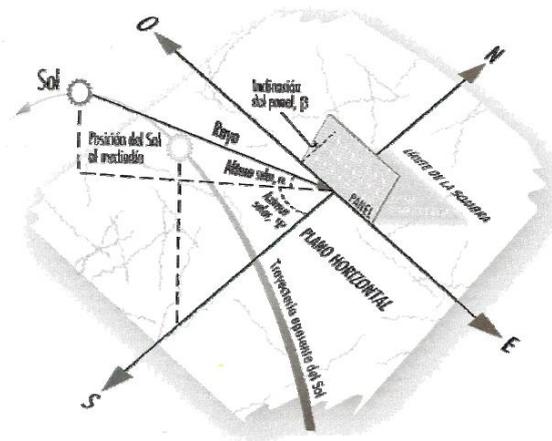


Figura 84 - Posición del Sol en función del acimut y la altura solar

Asumiremos que los módulos no dispondrán de ningún dispositivo de seguimiento ya que, de cualquier otra forma, los costes y la complejidad de la instalación se verían significativamente incrementados. Con esto el acimut queda fijado a la posición designada durante todo el año, así como la altura solar, que aún está por determinar.

Sin embargo, en lugar del ángulo de altura solar, se suele utilizar el de inclinación de los paneles β , que es de mayor utilidad práctica, aunque estén directamente relacionados.

De las fuentes de información citadas, introduciendo las coordenadas espaciales del caserío El Pajarito, se ha podido conseguir la inclinación óptima de los paneles (su altura solar) para cada mes a través de los datos recogidos durante 22 años.

Los resultados son los siguientes:

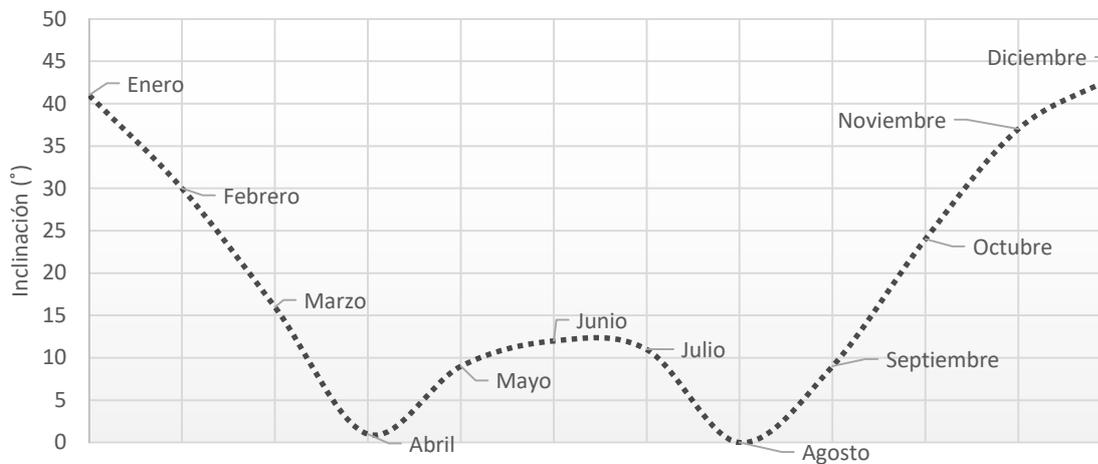


Figura 85 - Inclinación óptima de los paneles para cada mes

Si los paneles carecerán de seguidores solares, la inclinación de los mismos será fija a lo largo del año. Habrá que escoger una inclinación apropiada. De acuerdo con el criterio de cálculo, la inclinación será aquella que sea óptima en el peor mes solar.

Para determinar el peor mes solar el sistema nos ofrece las radiaciones mensuales óptimas, es decir, las radiaciones de los paneles si están orientados de forma óptima cada mes:

Mes	Inclinación óptima (deg)	Radiación óptima (kWh/m ² día)
Enero	41	7,01
Febrero	30	6,86
Marzo	16	6,62
Abril	1	6,3
Mayo	9	5,71
Junio	12	5,72
Julio	11	6,23
Agosto	0	6,06
Septiembre	9	5,26
Octubre	24	5,65
Noviembre	37	6,51
Diciembre	43	6,92

Figura 86 - Radiación óptima de los paneles para cada mes

Según la tabla anterior, el peor mes es el de Septiembre, donde la radiación solar es mínima. El ángulo óptimo de inclinación de los módulos solares en ese mes es 9° por lo que esta será la inclinación a lo largo del año.

Radiación incidente

Como ya hemos visto en la última tabla, la radiación solar óptima sobre la región de Meanguera es curiosamente menor en los meses de verano. Esto es debido a que la estación de lluvias coincide exactamente con estos meses, de mayo a agosto.

Ahora bien, la radiación real que incide sobre los sistemas solares es menor que la expuesta en la tabla anterior ya que esta es la correspondiente a una inclinación óptima en cada mes, como si se dispusiese de un sistema de seguimiento solar.

Sin embargo, como veremos a continuación, la radiación óptima no supone un incremento tan considerable respecto a la radiación sobre unos paneles inclinados 9° sobre el plano horizontal.

Los datos de radiación reales son los siguientes:

Mes	Radiación (kWh/m ² día)
Enero	6,35
Febrero	6,62
Marzo	6,53
Abril	6,20
Mayo	5,71
Junio	5,70
Julio	6,22
Agosto	5,89
Septiembre	5,26
Octubre	5,52
Noviembre	6,05
Diciembre	6,14

Figura 87 - Radiación sobre una superficie inclinada 9°

La mejora del rendimiento por seguimiento solar a un eje, es decir, seguimiento con la inclinación de los módulos, no es sustancial como para que la inversión requerida merezca la pena, en el siguiente gráfico se aprecia con claridad:

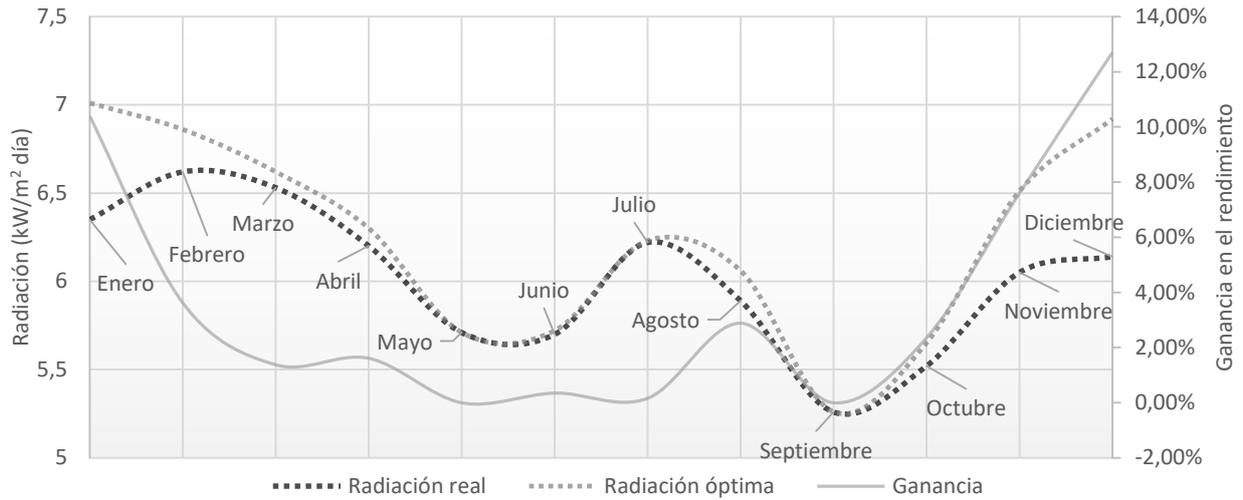


Figura 88 - Comparación entre la radiación óptima y la real

Como se puede ver, la máxima ganancia en el rendimiento es inferior al 13%, lo que corrobora la decisión de no incluir en el generador sistemas de seguimiento solar.

Dimensionado del campo fotovoltaico

Teniendo en cuenta todos los factores considerados hasta este punto, los consumos, la radiación, la orientación, el clima, el mantenimiento, el resto de los dispositivos y los costes, continuamos con el proceso de selección, en este caso, del sistema de generación.

El primer parámetro que se debe tener en cuenta es el denominado hora solar pico (H.S.P.).

Hora solar pico

Este parámetro relaciona la intensidad de radiación con el tiempo y representa la cantidad de horas de sol diarias equivalentes a una irradiancia de 1000 W/m² que incide sobre la superficie de los paneles solares.

Su cálculo se realiza directamente a partir de los datos de radiación solar que ya disponemos sobre una superficie con la inclinación determinada en el capítulo anterior.

$$H.S.P. = \frac{\text{Radiación solar}}{1000 \text{ W/m}^2}$$

Mes	Radiación (kWh/m ² día)	H.S.P. (horas/día)
Enero	6,35	6,35
Febrero	6,62	6,62
Marzo	6,53	6,53
Abril	6,20	6,20
Mayo	5,71	5,71
Junio	5,70	5,70
Julio	6,22	6,22
Agosto	5,89	5,89
Septiembre	5,26	5,26
Octubre	5,52	5,52
Noviembre	6,05	6,05
Diciembre	6,14	6,14

Figura 89 - Valores mensuales de la H.S.P.

Es importante determinar este parámetro porque todos los paneles y sus características están supeditados a unas condiciones estándar de medida (STC en las siglas en inglés). Bajo estas condiciones está una irradiancia de 1000 W/m² y una temperatura de las células de 25 °C.

Corriente del generador

Para obtener la corriente que sale del generador como suma de las corrientes de cada una de las células o módulos primero hay que determinar la corriente de diseño que se tiene que generar. Esta corriente es la que se necesitaría trabajando en las condiciones ideales.

Se determina a partir del consumo corregido de las cargas y las H.S.P. disponibles:

$$I_D = \frac{\text{Consumo diario corregido}}{H.S.P. \cdot \text{Tensión CC}}$$

La tensión en la parte en CC ya se ha determinado como 48 V por lo que, en cada mes, tendremos:

Mes	H.S.P. (horas/día)	I_D (A)
Enero	6,35	56,85
Febrero	6,62	54,53
Marzo	6,53	55,28
Abril	6,20	58,22
Mayo	5,71	63,22
Junio	5,70	63,33
Julio	6,22	58,04
Agosto	5,89	61,29
Septiembre	5,26	68,63
Octubre	5,52	65,39
Noviembre	6,05	59,67
Diciembre	6,14	58,79

Figura 90 - Corriente de diseño en cada mes

Así, como el peor mes solar es el de septiembre, la corriente de diseño alcanzará el valor máximo de **68.63 A**.

A esta corriente habrá que aplicarle una reducción relacionada con la estacionalidad. Es la siguiente:

$$\Delta I_{est} = \frac{C_U}{H.S.P._{MAX} \cdot D.S.M.} = \frac{836 Ah}{5.26 \text{ horas/día} \cdot 45 \text{ días}} = 3.53 A$$

Donde:

- C_U : Capacidad útil del sistema de baterías, parámetro ya calculado.
- $H.S.P._{MAX}$: Hora solar pico correspondiente al peor mes solar, en este caso, septiembre.

- D.S.M.: Días consecutivos de sol mínimo, por defecto se toman valores de 45 días.

Este último resultado se restará del valor obtenido para la corriente de diseño y se aplicará un factor de corrección del módulo que establece que no se está trabajando en las condiciones nominales de operación. Para células de silicio cristalino, este factor es de 0.9:

$$I_{CC} = \frac{I_D - \Delta I_{est}}{\eta_{mod}} = \frac{63.83 A - 3.53 A}{0.9} = 67 A$$

Esta última es la corriente que deberá suministrar el generador.

Tipo de célula solar

La elección del tipo de célula del que van a estar formados los módulos es algo básico para la posterior selección del modelo concreto de panel.

Como ya hemos visto, existen tres tipos de materiales con que están construidas las células: silicio amorfo, policristalino y monocristalino. Cada uno de ellos con características diferentes.

Las células de silicio amorfo son las que tienen el rendimiento más bajo, son útiles cuando no se dispone de demasiado espacio para la implantación de la célula.

Por contra, las células de silicio monocristalino son las que mejor rendimiento ofrecen, pero también las más costosas por lo que, se usan en instalaciones donde lo principal es la obtención de energía con el mayor rendimiento.

Y a medio camino entre ambas, las células de silicio policristalino poseen la mejor combinación de características de las dos opciones anteriores, con un rendimiento, unos costes aceptables.

Por lo cual, los módulos que dimensionaremos estarán compuestos de células de silicio policristalino.

Selección del módulo

Al igual que con el acumulador, se elegirá aquel módulo solar que mejor se ajuste a las condiciones que hemos planteado en este apartado. Estas son las siguientes:

- Células de silicio policristalino.
- Tensión en CC de 48 V.
- Corriente en CC de 67 A.

Con todo esto, la opción que mejor se ajusta a los ajustes, teniendo en consideración también la cantidad de paneles en serie y paralelo, es el modelo **CS6P – 260P** de la marca Canadian Solar.



Figura 91 - Imagen de la gama 60-Cell Standard Panels de Canadian Solar

Sus características principales son las siguientes:

ELECTRICAL DATA | STC*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A
Module Efficiency	16.16%	16.47%	16.79%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 A	6.88 A	6.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

Figura 92 - Características del módulo solar seleccionado de Canadian Solar

Acoplamiento de módulos

La tensión en CC que tenemos que aportar tras el generados es de 48 V, los paneles seleccionados están pensados para trabajar en tensiones de 24 V, por lo que la cantidad de módulos en serie será:

$$N^{\circ} \text{ módulos en serie} = \frac{48 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 2 \text{ módulos}$$

La corriente calculada a la salida es de 67 A, la cantidad de módulos en paralelo es:

$$N^{\circ} \text{ módulos en paralelo} = \frac{67 \text{ A}}{8.56 \text{ A}} \approx 8 \text{ módulos}$$

Ubicación de los módulos solares

La localización de los módulos debe seguir unas normas básicas para que el sistema pueda trabajar de la forma más óptima y segura posible:

- Disponer de un espacio único lo suficientemente grande para la colocación de los módulos.
- Evitar en la medida de lo posible la presencia de sombras sobre la superficie de los módulos.
- Evitar la caída de objetos sobre los módulos.
- Minimizar la longitud del cableado entre el sistema de módulos y el regulador solar y las baterías.
- Elegir una ubicación de fácil acceso para el montaje, mantenimiento y manipulación de los módulos.

Evidentemente los módulos no se van a sujetar o inclinar solos por lo que se montarán sobre unas estructuras soporte que suplirán estas carencias. Las posibilidades de montaje de los paneles solares son las siguientes:

- **Sobre mástiles o postes:** Este montaje es adecuado para instalaciones pequeñas de hasta cuatro módulos no muy voluminosos. Se permite así evitar de una forma sencilla las sombras sobre la superficie de los paneles, pero al mismo tiempo los hace más sensibles a los envites del viento.
- **Sobre el suelo:** Muy apropiado para instalaciones con gran número de módulos. La instalación es sencilla y de fácil acceso, pero tiene el inconveniente de que es más susceptible a la presencia de suciedad y zonas sombreadas.



- **Sobre el tejado:** Opción válida para dimensiones de la instalación acordes con el tamaño del tejado de las viviendas o edificios a los que se quiere dar servicio. Estos montajes se ensucian con mayor dificultad y ofrecen una mayor protección contra accesos indebidos y sombras. En contra tienen que son más vulnerables al viento, tienen difícil acceso para tareas de mantenimiento y su anclaje está muy limitado por las propiedades del tejado.
- **Sobre la fachada:** Igualmente, el tamaño de estas instalaciones depende del tamaño de la fachada. De fácil acceso y con protección contra el viento, no las sombras. Además, su orientación está directamente condicionada por la de la fachada.

Dimensionado del regulador

El cálculo del regulador depende de los parámetros finales del sistema de generación y de acumulación, entre los cuales se interconecta.

Corriente del regulador

El regulador recibe la corriente generada directamente desde el conjunto de módulos. La corriente que habrá de soportar deberá ser superior a la máxima que es capaz de producir el generador solar. La máxima corriente de los paneles solares seleccionados es la de cortocircuito, 8.37 A.

Además, para cubrir eventos aislados en los que el panel pueda producir un exceso de corriente se añade un factor de seguridad del 20% sobre la corriente anterior.

La corriente soportada por el regulador será la siguiente:

$$\begin{aligned} I_{reg} &= N^{\circ} \text{modulos en paralelo} \cdot \text{Corriente s. c. por módulo} \cdot 1.2 = 8 \cdot 9.12 \text{ A} \cdot 1.2 \\ &= \mathbf{87.55 \text{ A}} \end{aligned}$$

Otras recomendaciones

Algunas de las características útiles que un regulador puede tener, de modo que se garantice el óptimo rendimiento y la máxima seguridad entre el conjunto de módulos y baterías, son las siguientes:

- Capacidad de desconexión de las baterías en periodos nocturnos para evitar su descarga.
- Medición de la temperatura de las baterías de forma que se puedan corregir las tensiones de sobrecarga.
- Sistema de modulación de ancho de pulsos (PWM) de forma que los módulos trabajen a la tensión de la batería.
- Rastreo del punto de máxima potencia del sistema de paneles (MPPT) de forma que el regulador obliga a trabajar al sistema en el punto de máxima potencia de los módulos solares.
- Señalización y alarma del corte por baja carga, corte por alta carga y de rearme.

- Caídas de tensión interna entre los terminales de generación y acumulación inferiores al 4% de la tensión nominal.
- Pérdidas por autoconsumo inferiores al 3% del consumo diario de las cargas.

Selección del regulador

Si bien es cierto que es imposible que todas las características anteriormente citadas estén al mismo tiempo en un regulador, sobre todo aquellas que son incompatibles, como los sistemas PWM y MPPT, se intentará que el regulador escogido cumpla con las condiciones de la mejor manera posible.

Con todo, el regulador seleccionado es el modelo **SPS 100** de la casa alemana Phocos. Al igual que con los demás dispositivos, las opciones evaluadas se recogen en los anexos de este documento.



Figura 93 - Imagen de la gama SPS de Phocos

El regulador escogido cumple con los siguientes requerimientos:

- Sistema de rastreo del punto de máxima potencia (MPPT).
- Válido para tensiones nominales de 48 V.
- Corriente nominal de 100 A.

- Contiene pantalla LCD con los que controlar el estado, las anomalías y las alarmas del sistema.
- Control y protección contra la elevada temperatura.
- Protección contra la descarga nocturna.

Sus características principales son las que muestran la imagen:

Type	SPS 100	SPS 200	SPS 300
System voltage	12/24/48 V versions		
Max. charge/load current	100 A	200 A	300 A
Float charge	Adjustable (12-15 V/24-30 V/48-60 V)		
Boost Maximum	Adjustable (13.5-17 V/27-34 V/54-68 V)		
Boost Activation	Adjustable (12-13.5 V/24-27 V/48-54 V)		
Deep discharge protection, Cut-off voltage	Adjustable (11-11.75 V/22-23.5 V/44-47 V)		
Overvoltage protection	Adjustable		
Max. PV panel voltage	23.5 V (12 V systems), 47.5 V (24 V systems), 94 V (48 V systems)		
Temperature compensation	-5mV/°C/cell (with optional remote sensor)		
Idle self-consumption	60mA (typical)/170mA (max)		
Grounding	Positive or Negative ground versions available		
Ambient operating temperature	5°F to 131°F (-15°C to 55°C)		
Max. elevation	16,400 ft (5,000 m)		
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)		
Wire cross section	4/0 AWG (120mm ²)		
Weight	35.3 lbs (16 Kg)		
Dimensions (W x H x D)	19.7 x 15.8 x 8.3 in (500 x 400 x 210 mm)		
Type of protection	IP66 Cabinet		

Figura 94 - Características del regulador de carga solar seleccionado de Phocos

Acoplamiento de reguladores

Como la corriente saliente de los módulos se ha dimensionado para un regulador con un valor de 87.55 A y nuestro dispositivo admite una corriente de hasta 100 A no será necesaria la conexión en paralelo de más de un regulador permitiendo así el control total de los sistemas de generación y acumulación con un único dispositivo, lo cual ofrece gran simplicidad en cuanto al uso y mantenimiento de la instalación:

$$N^{\circ} \text{ reguladores en paralelo} = \frac{87.55 \text{ A}}{100 \text{ A}} \approx 1 \text{ regulador}$$

Ubicación del regulador

El regulador se situará entre el campo fotovoltaico y el cuarto destinado a recoger las baterías. Dado que las caídas de tensión deben ser menores entre el binomio regulador-batería que entre el binomio generador-regulador el emplazamiento para el regulador deberá ser lo más cercano posible al del de las baterías.

Evidentemente, el regulador no deberá dejarse expuesto a los efectos del sol, la lluvia o los continuos cambios en la temperatura por lo que habrá que disponer de una estancia apropiada para contenerlo.

Dimensionado del inversor

El dimensionado del convertidor se realiza atendiendo al estudio de las cargas que trabajaran en corriente alterna. Para instalaciones de cierta envergadura como a la que nos enfrentamos con este proyecto, el cálculo del inversor se realiza en base a la potencia de trabajo de todas las cargas funcionando simultáneamente. A esta potencia se le aplica un factor de seguridad que cubra los picos de tensión producidos por el arranque de algunos aparatos, especialmente aquellos que contienen motores bobinados, como las batidoras.

Potencia del convertidor

La potencia demandada cuando todas las cargas están trabajando de forma simultanea ya se determinó cuando se calcularon los consumos. Recapitulando:

	Por vivienda	Por instalación
Potencia pico (W)	744	8184
Potencia pico corregida (W)	632	5814

Figura 95 - Potencia máxima de la instalación

El factor de seguridad que se suele emplear para grandes instalaciones es del 30%. La potencia que será capaz de suministrar el convertidor es la siguiente:

$$\text{Potencia del convertidor} = 5814 \cdot 1.3 \cong 7558 \text{ W}$$

Selección del convertidor

Además de la potencia que será capaz de suministrar, también hay que considerar otros factores imprescindibles para la correcta aplicación del convertidor:

- Tensión de entrada en CC: 48 V.
- Tensión de salida en CA: 120 V a 60 Hz.
- Rendimiento adaptado a las cargas en cuestión. Los convertidores no suelen soportar grandes rendimientos durante grandes periodos de trabajo por lo que estudiar la configuración del rendimiento es imprescindible.

- Baja distorsión en la onda de salida que pueda ocasionar mal funcionamiento en aparatos como motores o tecnología de alta fidelidad.

De entre las marcas presentes en El Salvador, el modelo escogido es el **Radian Series GS80-48A** de la empresa estadounidense Outback Power. Todos los convertidores contemplados en el estudio aparecen en los anexos de este proyecto.

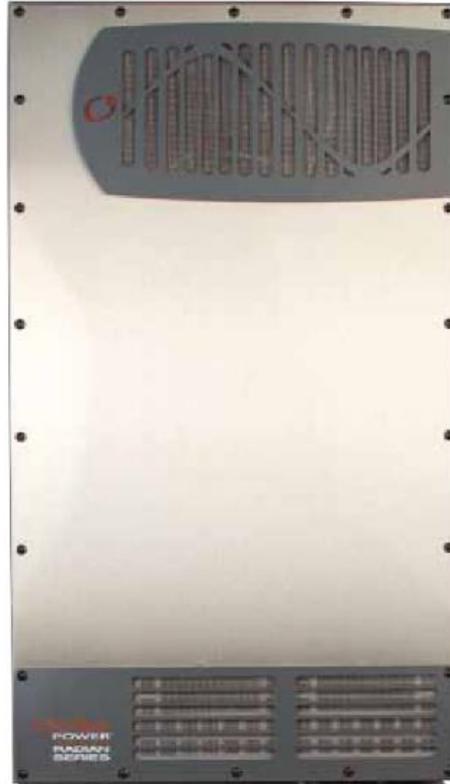


Figura 96 - Imagen del modelo seleccionado de la gama Radian Series

El convertidor seleccionado cumple con lo siguiente:

- Potencia suministrada: 8000 W, será necesario el acople de varios convertidores de este modelo para cumplir con la especificación.
- Tensión de entrada en CC: 48 V.
- Tensión de salida en CA: 120 V a 60 Hz.
- Eficiencia: 92.5%.
- Distorsión armónica: <5%.

Sus características principales aparecen son las que siguen a continuación en la imagen:

Models:	Domestic (For Selected North, Central and Latin American Countries)	
	GS8048A	GS4048A
Nominal DC Input Voltage	48VDC	48VDC
Continuous Output Power (@ 25°C)	8000VA	4000VA
AC Output Voltage (Selectable)	120/240VAC	120/240VAC (200-260VAC)
AC Output Frequency (Selectable)	60Hz (50Hz)	60Hz (50Hz)
Continuous AC Output Current (@ 25°C)	33.3AAC @ 240VAC	16.7AAC
Idle Consumption (Invert Mode, No Load)	34W	34W
Typical Efficiency	92.5%	92.5%
CEC Weighted Efficiency	92.5%	92.5%
Total Harmonic Distortion	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%
Output Voltage Regulation	±2%	±2%
Maximum Output Current	1ms Peak: 100AAC @ 240VAC, 200AAC @ 120VAC 100ms RMS: 70.7AAC @ 240VAC	1ms Peak: 50AAC @ 240VAC 100ms RMS: 35.35AAC @ 240VAC
Overload Capacity	100ms Surge: 16.97kVA 5 seconds: 12kVA 30 minutes: 9kVA	100ms Surge: 8.5kVA 5 seconds: 6.0kVA 30 minutes: 4.5kVA
AC Input Voltage Range (Adjustable)	(L1 or L2) 70 to 280VAC	(L1-N, L2-N) 85 to 140VAC
AC Input Frequency Range (Default)	54 to 66Hz @ 60Hz (45 to 55Hz @ 50Hz)	54 to 66Hz @ 60Hz (45 to 55Hz @ 50Hz)
Grid-Interactive Voltage Range	(L1-N or L2-N) 106 to 132VAC	(L1-N or L2-N) 108 to 132VAC, default
Grid-Interactive Frequency Range	59.3 to 60.5Hz	59.3 to 60.5Hz, default
Maximum AC Input Current	50AAC	50AAC
Continuous Battery Charge Output	115.0ADC	57.5ADC
DC Input Voltage Range	40 to 64VDC	40 to 64VDC
Temperature Range	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C
Accessory Ports	Remote Temperature Sensor, MATE3 & HUB Communications	
Non-Volatile Memory	Yes	Yes
Field Upgradable Firmware	Yes	Yes
Chassis Type	Vented	Vented
Certifications	Listed to UL1741, CE, CSA C22.2 No. 107.1, IEC 62109-1, AS4777.2, AS4777.3, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, RoHS compliant per directive 2011/65/EU	Listed to UL1741, CE, IEC-62109-1 ETL, CSA C22.2 No. 107.1, RoHS compliant per directive 2011/65/EU, FCC Class B, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3
Warranty	Standard 5 year	Standard 5 year
Weight (lb/kg)	Unit: 125.0 / 56.7 Shipping: 140.0 / 63.5	Unit: 82.0 / 37.2 Shipping: 94.0 / 42.6
Dimensions H x W x D (in/cm)	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8

Figura 97 - Características del convertidor escogido de Outback Power

Acoplamiento de convertidores

Hemos visto que la potencia necesaria de la instalación alcanza los 7558 W mientras que el modelo del convertidor escogido es capaz de soportar potencias de hasta 8000 W. No será necesario por lo tanto acoplar varios convertidores de forma paralela:

$$N^{\circ} \text{ convertidores en paralelo} = \frac{7558 \text{ W}}{8000 \text{ W}} \approx 1 \text{ convertidor}$$

Se ha escogido este convertidor en concreto, no solo porque cumplía con las condiciones impuestas, sino porque permitía la existencia de una única línea de corriente como ya hemos estado configurando en los apartados de dimensionamiento anteriores.

Ubicación del convertidor

Al igual que como sucede con el regulador, el convertidor deberá situarse en una posición cercana al de las baterías para evitar caídas de tensión excesivas.

Asimismo, también deberá estar protegido contra la intemperie y especialmente contra los cambios de temperatura, los cuales pueden afectar de forma negativa al rendimiento del dispositivo.

Ubicación de los dispositivos

Siguiendo las indicaciones planteadas en cada uno de los apartados relativos al dimensionado de los dispositivos de la instalación, lo más recomendable será colocar todos ellos de manera contigua entre sí, manteniendo las debidas conveniencias de seguridad y así evitando las excesivas caídas de tensión en el cableado entre los elementos. Los módulos, por tanto, se ubicarán directamente sobre el suelo montados en soportes específicos que les den la rigidez, orientación e inclinación adecuadas. De esta forma será posible ubicar todos los módulos en un mismo grupo y en un mismo lugar.

El caserío El Pajarito está conformado por un grupo de viviendas aisladas, dispersas e independientes entre sí. Entre estas existe una gran cantidad de espacio disponible donde se puede realizar la instalación. Salvo por áreas donde la vegetación adquiere un carácter más boscoso, es en lugares donde únicamente crecen pequeños herbáceos donde se han de ubicar todos los dispositivos. De entre las superficies disponibles, se escogerá aquella que mejor equidiste de las viviendas periféricas de la comunidad de forma que la instalación permanezca accesible para los destinatarios de la misma.

El conjunto de módulos solares es el elemento más crítico dentro de este estudio ya que se requerirá de una gran cantidad de espacio disponible y donde no existan sombras que puedan eclipsar a la luz solar sobre su superficie. Junto a estos, se colocarán dos pequeñas casetas, una para cobijar a las baterías y otra para los reguladores y los convertidores. Abas casetas, a fin de abaratar costes y simplificar su instalación, será de tipo obra, con las dimensiones y características necesarias para garantizar la correcta colocación y separación de los elementos.

La caseta dedicada a la contención del grupo de baterías cumplirá con todos los requisitos de seguridad que ya han sido tratados:

- Buena ventilación para evacuar las emanaciones de gases resultado de los ciclos de carga y descarga.
- Alejada de fuentes de calor o de combustión.
- Alejada de lugares donde se manipulen o almacenen alimentos y de estancias como dormitorios o salas de estar.

El regulador y el convertidor se colocarán de forma aislada al grupo de baterías para así evitar problemas en el deterioro de estos, dada la gran cantidad de acumuladores de la instalación.

Plano de la instalación

A través de la herramienta AutoCAD se ha dibujado un plano simplificado de la situación relativa de los componentes en la instalación. El plano es el siguiente:

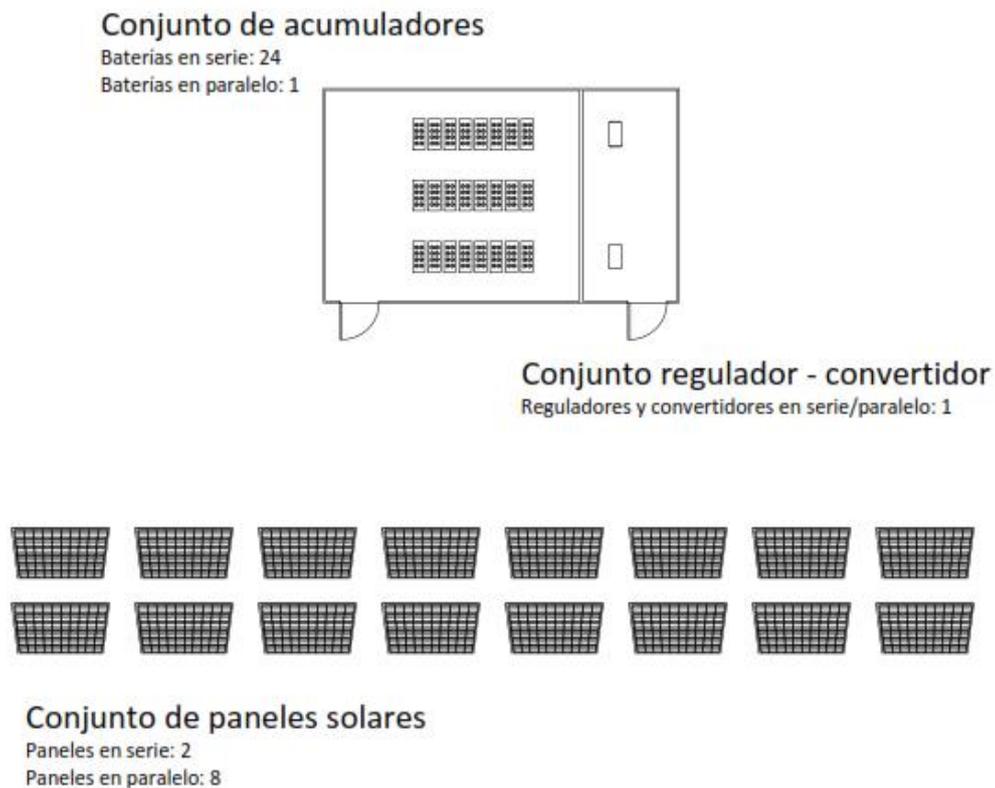


Figura 98 - Plano de la ubicación relativa de los dispositivos de la instalación

En el dibujo se aprecia el conjunto de acumuladores, el regulador, el convertidor y el grupo de paneles solares. Todo ello siguiendo un único circuito en lo que a corriente continua se refiere.

Dimensionado de las conexiones

La magnitud que determina la dimensión de los cables eléctricos es la sección del filamento conductor. Los cables se dimensionan en función del consumo de amperios que va a circular por su interior. La correcta sección de los conductores es un factor crítico ya que si, por ejemplo, es inferior, estos se pueden calentar y actuar como resistencias, lo que causaría que parte de la potencia generada se perdiera en forma de calor.

Este cálculo es especialmente importante en conductores de corriente continua debido a que, con una misma potencia, la tensión es mucho menor (48 V frente a 120 V) y, por tanto, la intensidad de corriente mucho mayor. Necesitaremos cables de sección mucho mayor que para las tensiones existentes en corriente alterna.

La correcta protección de los conductores también es imprescindible para el correcto funcionamiento y la sostenibilidad de la instalación. La mayor parte de los conductores estarán bajo los efectos directos de la intemperie como en el caso de las conexiones entre módulos o con el regulador. Se evitará el contacto directo de estos cables con el exterior mediante soterramientos, jaulas o tubos evitando además los posibles daños ocasionados por roedores u otros animales. Mientas que los conductores relacionados con las baterías deberán estar especialmente protegidos contra los efectos corrosivos de los ácidos de estas o sus gases emanados. Las conexiones entre los reguladores y los convertidores se harán directamente en el interior de la caseta donde se guardan mediante ternas de cables unidas con bridas o cualquier otro soporte.

Atendiendo a esto, el cableado que haga conexión con las baterías deberá tener un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), suficiente para este tipo de requerimientos. El resto de conexiones se realizarán con aislamientos de policloruro de vinilo (PVC). Tendremos entonces las siguientes conexiones:

- Tramo módulo-regulador: PVC
- Tramo regulador-batería: XLPE
- Tramo regulador-convertidor: PVC
- Tramo convertidor-carga: PVC

Cálculo de la sección del conductor

Para el cálculo de la sección del cable se aplica la siguiente expresión:

$$S = \frac{2\rho IL}{\delta}$$

Donde:

- S: Sección del conductor en mm^2 .
- ρ : Resistividad del conductor en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
- I: Intensidad circulante por el conductor en A.
- L: Longitud del conductor en m.
- δ : Máxima caída de tensión permitida en V.

Toda la instalación se realizará con conductores de cobre.

La resistividad es la resistencia que ofrece un conductor por unidad de longitud (m) y sección (mm^2). Es una propiedad que depende del material conductor, del aislante y de la temperatura de operación con la que se va a trabajar.

La máxima caída de tensión entre los dispositivos es la que ya se mostró en el apartado donde se trataban los aspectos del cableado:

- Caída de tensión entre el sistema de paneles y el regulador: 3%
- Caída de tensión entre el regulador y las baterías: 1%
- Caída de tensión entre el regulador y el inversor: 1%
- Caída de tensión entre el inversor y las cargas: 3%

Una vez determinadas las secciones en cada tramo, se tendrán que ajustar a los estándares existentes ya que no existen cables de cualquier dimensión. Este ajuste se realizará al alza para cumplir con las exigencias. Las secciones normalizadas según la Comisión Electrotécnica Internacional son:

International standard wire sizes (IEC 60228)					
0.5 mm^2	0.75 mm^2	1 mm^2	1.5 mm^2	2.5 mm^2	4 mm^2
6 mm^2	10 mm^2	16 mm^2	25 mm^2	35 mm^2	50 mm^2
70 mm^2	95 mm^2	120 mm^2	150 mm^2	185 mm^2	240 mm^2
300 mm^2	400 mm^2	500 mm^2	630 mm^2	800 mm^2	1000 mm^2

Figura 99 - Secciones de conductores normalizadas

Cada una de las secciones anteriores lleva asociada una intensidad máxima por la que puede circular sin que el conductor sea dañado. Esta máxima intensidad admisible depende además de las condiciones ambientales presentes alrededor del propio cable y del aislante de este.

Cálculo de la resistividad

Para dar seguridad a la instalación, la temperatura de operación se estimará como igual a la máxima temperatura que el aislante es capaz de soportar sin deteriorarse. Se sigue la siguiente expresión para el cálculo de la resistividad del conductor:

$$\rho = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \Delta T)$$

Cada término representa lo siguiente:

- ρ_{20} : $0.018 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$, resistividad del cobre a 20°C .
- α : $0.00392^\circ\text{C}^{-1}$, coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura.
- ΔT : ($T_{\text{max}} - 20^\circ\text{C}$), diferencia entre la temperatura máxima soportada por el aislante y la temperatura ambiente (20°C).

El PVC puede trabajar bajo una temperatura máxima de 70°C , la resistividad para estos conductores será:

$$\rho_{PVC} = 0.018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot (1 + 0.00392^\circ\text{C}^{-1}(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) = \mathbf{0.021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}}$$

Para el XLPE, esta temperatura alcanza los 90°C , la resistividad de los conductores será:

$$\rho_{XLPE} = 0.018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot (1 + 0.00392^\circ\text{C}^{-1}(90^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})) = \mathbf{0.023 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}}$$

Tramo módulo-regulador

El regulador acoge a un total de nueve grupos de módulos en serie en instalación subterránea con cableado recubierto de PVC.

En este tramo tendremos lo siguiente:

- Resistividad del conductor: $0.021 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
- Intensidad circulante: Dependerá de cada grupo de conexiones con cada regulador. La corriente de cada módulo que se considera en este cálculo es la máxima, es decir, la de cortocircuito. Para el conjunto de ocho grupos serie la corriente total que circula por el conductor será de 72.96 A .
- Longitud del conductor: La distancia entre los reguladores dentro de la caseta y el punto medio del generador solar es de 10 m .
- Máxima caída de tensión: Se ha estipulado que la caída de tensión permitida en este grupo no supere el 3%. Si la tensión nominal es de 48 V , esta caída será de 1.44 V .

En el conjunto de nueve acoplamientos serie la sección del cable será:

$$S = \frac{2 \cdot 0.021 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 72.96 \text{ A} \cdot 10 \text{ m}}{1.44 \text{ V}} = \mathbf{21.28 \text{ mm}^2}$$

La sección normalizada más próxima es la de **25 mm²**.

Para conductores de secciones de 25 mm² en instalación enterrada con aislamiento de PVC la máxima intensidad admisible alcanza los 140 A > 75.33 A. La sección calculada será válida en cuanto a cuestiones de seguridad y requerimientos eléctricos.

Tramo regulador-batería

En este tramo se conecta el grupo serie de 24 baterías con el regulador. Los conductores van recubiertos de polietileno reticulado (XLPE) protegiéndose de los agentes corrosivos de las baterías en una instalación ventilada.

Los componentes de la expresión del cálculo del tamaño de la sección del conductor son los siguientes:

- Resistividad del conductor: 0.023 Ω mm²/m.
- Intensidad circulante: Esta intensidad se define como la que es capaz de suministrar el regulador. Como el escogido es un regulador MPPT, la intensidad de carga de las baterías será la misma que la de alimentación de los módulos, es decir 72.96 A.
- Longitud del conductor: Las casetas de las baterías y los reguladores son contiguas estando esto dos elementos prácticamente pared con pared. Se le dará al conductor una longitud de seguridad de 2 m.
- Máxima caída de tensión: Se ha estipulado que la caída de tensión permitida en este grupo no supere el 1%. Si la tensión nominal es de 48 V, esta caída será de 0.48 V.

La sección de este conductor será:

$$S = \frac{2 \cdot 0.023 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 72.96 \text{ A} \cdot 2 \text{ m}}{0.48 \text{ V}} = \mathbf{13.98 \text{ mm}^2}$$

La sección normalizada que se ajusta a estas dimensiones es la de **16 mm²**.

Para conductores de secciones de 16 mm^2 en instalación al aire con ventilación y con aislamiento de XLPE la máxima intensidad admisible alcanza los $86 \text{ A} > 72.96 \text{ A}$. Igualmente, la sección calculada será válida en cuanto a cuestiones de seguridad y requerimientos eléctricos.

Tramo regulador-convertidor

En este tramo el regulador se conecta al convertidor en una instalación al aire con ventilación y recubrimientos de PVC.

El cálculo de la sección de los conductores es el siguiente:

- Resistividad del conductor: $0.021 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
- Intensidad circulante: En este tramo la máxima corriente circulante en CC será la demandada en CA por los receptores de consumo. Esta corriente se determina a través de la potencia en la línea. La línea de CA dará suministro a las once viviendas con una potencia de consumo total, considerando picos, de 7558 W , como ya se determinó en el dimensionado del convertidor. La corriente en la línea será:

$$I = \frac{P_{CA}}{V_{CA} \cdot \eta_{inv}} = \frac{7558 \text{ W}}{120 \text{ V} \cdot 0.925} = 68.09 \text{ A}$$

- Longitud del conductor: La distancia entre ambos grupos es muy reducida ya que se han dispuesto en la misma habitación. Se escogerá igual que con el tramo anterior una longitud del conector de 2 m .
- Máxima caída de tensión: La caída de tensión permitida en este grupo no ha de superar el 1% según lo establecido. Si la tensión nominal es de 48 V , esta caída será de 0.48 V .

La sección de este conductor es:

$$S = \frac{2 \cdot 0.021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 68.09 \text{ A} \cdot 2 \text{ m}}{0.48 \text{ V}} = 11.91 \text{ mm}^2$$

En este segundo caso la sección normalizada será la de 16 mm^2 .

En este caso, para conductores de secciones de 16 mm^2 en instalación al aire ventilada y aislamiento de PVC la máxima intensidad admisible alcanza los $71 \text{ A} > 68.09 \text{ A}$. La sección calculada también será válida en cuanto a cuestiones de seguridad y requerimientos eléctricos.

Tramo convertidor-cargas

Este tramo es completamente en corriente alterna y se realizará mediante conductores aéreos colocados sobre postes y protegidos por aislamiento de PVC. Dada la falta de exactitud en la localización de las viviendas, se estima que la máxima distancia entre la instalación y la cargas, es decir, cada una de las viviendas no supere los 50 metros. La distribución de los cables será radial partiendo todos ellos desde el convertidor hasta las viviendas con un total de 9 conductores. En este sentido habrá dos subtramos, uno que parte del convertidor y termina en un circuito divisor de corriente, y otro que nace de este y acaba en cada una de las once viviendas.

Primer subtramo

En el primer subtramo tenemos un único conductor saliente del convertidor en instalación ventilada al aire y recubrimiento de PVC.

El cálculo de la sección del conductor es el siguiente:

- Resistividad del conductor: $0.021 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.
- Intensidad circulante: En esta primera etapa de CA la corriente se determina directamente con la tensión y la potencia total, considerando picos, ya dimensionada:

$$I = \frac{P_{CA}}{V_{CA}} = \frac{7558 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 62.98 \text{ A}$$

- Longitud del conductor: La distancia entre el convertidor y el circuito divisor no será superior a 2 m.
- Máxima caída de tensión: La caída de tensión permitida en todo el tramo de CA no ha de superar el 3% según lo establecido. En este primer subtramo la caída admisible no será superior al 1%. Si la tensión nominal en CA es de 120 V, esta caída será de 1.2 V.

La sección de este conductor es:

$$S = \frac{2 \cdot 0.021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 62.98 \text{ A} \cdot 2 \text{ m}}{1.2 \text{ V}} = 4.41 \text{ mm}^2$$

En este segundo caso la sección normalizada sería la de 6 mm^2 .

Para conductores de secciones de 6 mm^2 en instalación al aire ventilada y aislamiento de PVC la máxima intensidad admisible alcanza los $36 \text{ A} < 62.98 \text{ A}$. Esta sección no es válida

para la corriente saliente del convertidor por lo que se escogerá aquella sección superior que sea apropiada para la transmisión de los 62.98 A. La sección normalizada seleccionada es la de **16 mm²**, con una corriente admisible de 71 A > 62.98 A.

Segundo subtramo

En el segundo subtramo tenemos un total de once conductores salientes del circuito divisor. Todos ellos en condiciones de instalación ventilada al aire y recubrimiento de PVC.

El cálculo de la sección de los conductores es el siguiente:

- Resistividad del conductor: 0.021 Ω mm²/m.
- Intensidad circulante: En este caso la corriente se calcula con la potencia pico de cada vivienda y sus picos, multiplicando por 1.3, y la tensión nominal de la línea en CA:

$$I = \frac{P_{CA}}{V_{CA}} = \frac{1.3 \cdot 632 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 6.85 \text{ A}$$

- Longitud del conductor: La distancia hasta la vivienda más alejada será de 50 m.
- Máxima caída de tensión: En este caso, para cumplir con la máxima caída del 3%, la caída admisible en este subtramo no será superior al 2%. Si la tensión nominal en CA es de 120 V, esta caída será de 2.4 V.

La sección de este conductor es:

$$S = \frac{2 \cdot 0.021 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 6.85 \text{ A} \cdot 50 \text{ m}}{2.4 \text{ V}} = 5.99 \text{ mm}^2$$

En este segundo caso la sección normalizada sería la de **6 mm²**.

Para este tipo de conductores con secciones de 6 mm² en instalación al aire ventilada y aislamiento de PVC la máxima intensidad admisible alcanza los 36 A > 6.85 A. La sección escogida es sobradamente válida para estos últimos tramos.

Dimensionado de las protecciones

Como última etapa en este diseño, las protecciones eléctricas evitan los problemas ocurridos en la instalación por sobreintensidades o contactos no deseados sobre la misma.

Para la parte de corriente continua CC se utilizarán fusibles mientras que para la parte de corriente alterna CA se emplearán interruptores automáticos e interruptores diferenciales.

Para evitar diferencias de potencial que puedan ser peligrosas tanto para los equipos como para las personas se utilizan las tomas de tierra. Los paneles solares escogidos incluyen una derivación a tierra que garantiza esta protección.

Protección en corriente continua

Para este tipo de corriente se usarán protecciones fusibles de propósito general tipo gG. Son cartuchos fusibles de uso general que limitan la corriente mediante un corte en el circuito cuando por él circula una corriente superior a la asignada en el fusible. Con esto se evitan las sobrecargas y los cortocircuitos.

Los fusibles tipo gG tienen el siguiente rango de funcionamiento:

$$I_b \leq I_n \leq 0.9I_z$$

Donde:

- I_b : Intensidad del circuito según la previsión de cargas.
- I_n : Intensidad nominal del circuito de protección, se define por el calibre del fusible asignado.
- I_z : Intensidad máxima admisible por el conductor.

El calibre o tamaño del fusible sigue una normalización según la norma UNE-60269, para España. Se elegirá aquel calibre que se ajuste al rango anterior.

Asimismo, la máxima intensidad que soporta cada circuito viene recogida en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en función de la sección, el tipo de aislante y la situación del conductor.

Los fusibles asociados a cada tramo de la instalación en corriente continua se recogen en la siguiente tabla:

Tramo	Sección del conductor (mm ²)	Calibre del fusible (mm)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	0,9·I _z (A)
Módulo-Regulador	25	22x58	72,96	80	140	126,0
Regulador-Batería	16	--X--	72,96	--	86	77,4
Regulador-Convertidor	16	--X--	68,09	--	71	63,9

Figura 100 - Características de los fusibles por tramo

Como se ve en la tabla, en los tramos Regulador-Batería y Regulador-Convertidor no existe ningún fusible que cumpla con el rango $I_b < I_n < 0.9I_z$ impuesto. La solución a este problema pasa por aumentar la sección del conductor en cada uno de los dos tramos de forma que la máxima intensidad admisible I_z admita en el rango una intensidad nominal I_n normalizada.

En ambos casos, para conductores de 25 mm² las intensidades máximas admisibles son las siguientes:

- Tramo Regulador-Batería: 120 A.
- Tramo Regulador-Convertidor: 96 A.

Tramo	Sección del conductor (mm ²)	Calibre del fusible (mm)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	0,9·I _z (A)
Módulo-Regulador	25	22x58	72,96	80	140	126,0
Regulador-Batería	25	22x58	72,96	80	120	108,0
Regulador-Convertidor	25	22x58	68,09	80	96	86,4

Figura 101 - Características de los nuevos fusibles por tramo

Estas nuevas secciones abarcan un rango válido según la siguiente tabla:

Con esto, todos los fusibles empleados en la parte de CC tienen las mismas características y dimensiones. Las nuevas secciones en los conductores de los tramos en cuestión serán ahora **25 mm²**, igualándose también las secciones en todos los tramos.

Protección en corriente alterna

La protección de la instalación en corriente alterna constará de los siguientes elementos:

- Interruptor automático general (IGA) de corte omnipolar con accionamiento manual.
- Interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual (PIA).

- Interruptor diferencial con garantía de protección frente a contactos indirectos cuya intensidad diferencial-residual sea de 30 mA.

Tanto para el cálculo del IGA, del PIA, como para el del interruptor diferencial se cumple con la siguiente norma:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

- I_b : Intensidad del circuito según la previsión de cargas.
- I_n : Intensidad nominal del circuito de protección.
- I_z : Intensidad máxima admisible por el conductor.

La intensidad nominal de los interruptores debe estar dentro del rango anterior adaptándose a las intensidades normalizadas del mercado.

Ahora bien, tras el convertidor se instalará un IGA que permita interrumpir el paso general de la corriente antes de su división y distribución en caso de problema. El cable del primer subtramo es de 16 mm² y por él circula una corriente de 62.98 A. El IGA normalizado escogido para este pequeño tramo tiene una intensidad nominal de **63 A**.

A cada vivienda llega un conductor de 6 mm² cuya máxima intensidad permitida es de 36 A mientras que la corriente nominal es de 6.85 A. Para evitar que un posible problema en el conductor durante el paso de la corriente hasta las viviendas ocasione un corte general del interruptor anterior, al principio de cada uno de los once tramos se colocará otro IGA. En este caso el interruptor diferencial tendrá una intensidad nominal de **16 A**.

Y finalmente, ya en las viviendas del caserío, el conjunto de protecciones estará compuesto por un IGA para el corte general, tres PIA para el corte parcial de tres circuitos independientes y un interruptor diferencial. Para darle a estas instalaciones individuales un grado de protección superior al de los IGA anteriores y como todos estos elementos siguen el mismo estándar, la corriente nominal de este nuevo IGA, de los PIA y del diferencial será de **10 A**.

FASE III – VIABILIDAD Y PROGRAMACIÓN

Matriz de planificación del proyecto

La matriz de planificación del proyecto (MPP) es una herramienta que relaciona entre sí los objetivos, las actividades, los resultados, los indicadores de éxito, los medios de comprobación y las hipótesis establecidas para que el proyecto se pueda llevar a cabo. Esta herramienta refleja cómo se han de alcanzar los objetivos, como deben asegurarse y los factores que pueden condicionar el éxito del proyecto.

Todo lo anterior se recoge mediante dos lógicas complementarias:

- **Lógica vertical:** Determina lo que el proyecto pretende conseguir, las condiciones necesarias y suficientes, las relaciones de causalidad y las hipótesis e incertidumbres importantes que escapan al control del proyecto.
- **Lógica horizontal:** Mide los efectos del proyecto, los recursos empleados, los indicadores clave y las fuentes donde estos se pueden encontrar.

La matriz refleja, por un lado, el impacto del proyecto a medio y largo plazo a través del fin último y el objetivo general, refleja lo que el proyecto es en sí mismo, es decir, las acciones y los resultados esperados y finalmente refleja las necesidades del entorno y del ambiente que rodean al proyecto para que este se pueda concluir con éxito.

Al combinar todos estos elementos, a través de este proyecto, seremos capaces de estipular los siguientes hechos:

- Si concluimos las actividades y las suposiciones resultan ser ciertas, se alcanzarán los resultados esperados.
- Si se cumplen las condiciones ajenas a este proyecto y que, por tanto, escapan a su control, se alcanzará el propósito u objetivo de este proyecto.
- Si se cumple con el objetivo del proyecto y los supuestos asociados a este se cumplen, se conseguirá un aporte significativo para con el fin último de este proyecto.

Cada MPP lleva asociado un solo objetivo general, en nuestro caso, el único objetivo a medio plazo que tenemos es el de la construcción de una instalación que permita el acceso a la electricidad a la comunidad El Pajarito. Por lo tanto, solo será necesaria la formulación de una MPP.

Jerarquía de objetivos

La jerarquía de objetivos representa un conjunto de hipótesis vinculadas con la relación causa-efecto. Se asocian aquí el fin último del proyecto, el objetivo general, los resultados esperados y las actividades realizables de este.

Tal y como se vio en el apartado de construcción del árbol de objetivos, el fin último es el máximo objetivo al cual este proyecto va a contribuir.

El objetivo general define los cambios directos que este proyecto va a producir tras su ejecución en el plazo estipulado.

Al final del proceso se obtienen los resultados esperados, que constituyen los productos reales y tangibles responsables de la ejecución final del proyecto.

Las actividades son las acciones principales definidas para la ejecución planificada del proyecto con los recursos disponibles para ello. Estas acciones tendrán a su vez como producto los resultados directos del proyecto.

Esta jerarquía es ascendente según el esquema siguiente:

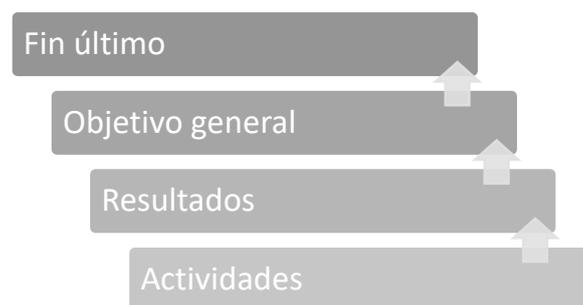


Figura 102 - Jerarquía de objetivos

Indicadores

Los indicadores nos manifiestan cómo reconocer el resultado exitoso de los objetivos. El uso de indicadores pone de manifiesto las condiciones que señalan al éxito. Estos indicadores deben exhibir una característica objetiva, independientemente de que sea cualitativa o cuantitativa.

La única excepción a este nivel es el indicador asociado al fin último, el cual queda fuera del alcance directo del proyecto.

Fuentes de verificación

Son las fuentes de información que se encargan de demostrar lo que se ha realizado. Estas fuentes verifican el cumplimiento de los indicadores y están ligadas directamente a ellos, si una fuente de verificación no pudiese comprobar un indicador habría que cambiar de indicador, o de fuente, para que la relación fuese válida.

Igualmente, si no existe un indicador asociado al fin último, es ilógico buscar una fuente de verificación del mismo.

Supuestos

Expresan la incertidumbre que existe entre cada uno de los niveles de la jerarquía de objetivos. Se manifiestan como condiciones externas que deben cumplirse para que el proyecto tenga éxito. Estas condiciones no se contemplan como una responsabilidad del proyecto y, como tal, no están controladas por él. Cuanto menor sea la incertidumbre de que los supuestos sean válidos, mayores serán las probabilidades de éxito.

Todos los proyectos de cooperación tienen un fin último al que contribuyen de forma indirecta alcanzando objetivos en una escala menor. Se han de contemplar los supuestos y las hipótesis de cumplimiento para estos objetivos, los aspectos fuera de este ámbito quedan excluidos del estudio y, por lo tanto, si no se va a controlar el logro del fin último, tampoco se contemplarán los supuestos y las condiciones de este.

La matriz de planificación de este proyecto, según lo expuesto en este capítulo y con la información recogida hasta ahora en este documento, se representa en la siguiente página:

Jerarquía de objetivos	Indicadores	Fuentes de verificación	Hipótesis
Fin último			
Mejora de la calidad de vida			
Objetivo general	<ul style="list-style-type: none"> ·Correcto acceso a la corriente eléctrica generada ·Seguridad de las derivaciones en cada una de las viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> ·Medida de los niveles de tensión y corriente ·Comprobación de los elementos de seguridad 	
Acceso al servicio de electricidad			
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ·Niveles de potencia generada adecuados ·Correcto funcionamiento de los dispositivos ·Seguridad durante el uso de la instalación 	<ul style="list-style-type: none"> ·Medida de los niveles de tensión y corriente en las entradas y salidas de cada dispositivo ·Comprobación de los elementos de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> ·Condiciones climáticas desfavorables bajo los límites estimados ·Condiciones de vegetación y fauna sin repercusión en la instalación
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ·Colocación y distribución de los elementos según lo estipulado ·Orientación e inclinación óptima de los módulos ·Cumplimiento de la planificación de tareas 	<ul style="list-style-type: none"> ·Comprobación de la interconexión de todos los elementos ·Comprobación de la colocación de todos los elementos ·Control de los tiempos de duración de las actividades 	<ul style="list-style-type: none"> ·Entrega e instalación a tiempo de los dispositivos ·Existencia de un solar adecuado para ubicar la instalación
Diseño y construcción de una instalación de energía solar fotovoltaica			

Figura 103 - Matriz de planificación del proyecto

Programación – Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica destinada a la planificación y programación de tareas o actividades a lo largo de un periodo determinado. Permite realizar el seguimiento y control de cada una de las etapas de un proyecto reproduciendo la duración, la secuencia y el lugar temporal de las tareas.

Se muestra como un diagrama de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en una secuencia de tiempo concreta. Las acciones quedan vinculadas entre sí por su posición en el cronograma.

En nuestro proyecto, las tareas a realizar como parte de la construcción de la instalación solar son las siguientes:

Actividades	Duración (días)
Elección de la ubicación	5
Obtención de los materiales y dispositivos	10
Construcción de la caseta de baterías	2
Construcción de la caseta de regulador-convertidor	2
Montaje estructura paneles	5
Montaje paneles	2
Interconexión paneles	1
Montaje baterías	1
Interconexión baterías	1
Montaje regulador	0,5
Montaje convertidor	0,5
Conexión panel-regulador	0,5
Conexión batería-regulador	0,5
Conexión regulador-convertidor	0,5
Protecciones de CC	0,5
Pruebas y optimización de CC	2
Conexión convertidor-divisor	0,5
Conexión divisor-vivienda	10
Protecciones de CA	3
Pruebas y optimización de CA	3

Figura 104 - Lista de tareas del proyecto

El comienzo de las operaciones de construcción e instalación de todos los dispositivos del sistema solar se realizará cuando concluya la estación lluviosa para facilitar los trabajos. El lunes 30 de Octubre será el día previsto en el que se comiencen las operaciones

descritas en el cuadro anterior. Si se sigue la programación marcada, la instalación solar debería estar operativa 47 días naturales después de comenzar, para el día 5 de Enero del año 2018, teniendo en cuenta los días no laborables y los festivos en la región salvadoreña.

Para la ejecución de estas tareas se dispondrá de 2 a 3 operarios trabajando al mismo tiempo de tal modo que cada tarea se realice de forma unitaria y secuenciada según indicará la programación.

Estos operarios serán profesionales cualificados, personal de la ACSM o las propias personas residentes en el caserío El Pajarito o los alrededores. Para ello, también se solicitará asistencia y colaboración al Instituto Tecnológico Padre Segundo Montes de Meanguera a través de su personal o su alumnado, pudiendo complementar así mutuamente sus funciones con las de ejecución de nuestras actividades.

En la siguiente página, mediante el software de Microsoft Project, se representa el diagrama de Gantt indicando la consecución de las tareas definidas:

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Elección de la ubicación	5 días	lun 30/10/17	mar 07/11/17
2	Obtención de los materiales y dispositivos	10 días	mar 07/11/17	mar 21/11/17
3	Construcción de la caseta de baterías	2 días	mar 07/11/17	jue 09/11/17
4	Construcción de la caseta del regulador-convertidor	2 días	jue 09/11/17	lun 13/11/17
5	Montaje estructura paneles	5 días	mar 21/11/17	mar 28/11/17
6	Montaje paneles	2 días	mar 28/11/17	jue 30/11/17
7	Interconexión paneles	1 día	jue 30/11/17	vie 01/12/17
8	Montaje baterías	1 día	vie 01/12/17	lun 04/12/17
9	Interconexión baterías	1 día	lun 04/12/17	mar 05/12/17
10	Montaje regulador	0,5 días	mar 05/12/17	mar 05/12/17
11	Montaje convertidor	0,5 días	mar 05/12/17	mié 06/12/17
12	Conexión panel-regulador	0,5 días	mié 06/12/17	mié 06/12/17
13	Conexión batería-regulador	0,5 días	mié 06/12/17	jue 07/12/17
14	Conexión regulador-convertidor	0,5 días	jue 07/12/17	jue 07/12/17
15	Protecciones de CC	0,5 días	jue 07/12/17	vie 08/12/17
16	Pruebas y optimización de CC	2 días	vie 08/12/17	mar 12/12/17
17	Conexión convertidor-divisor	0,5 días	mar 12/12/17	mar 12/12/17
18	Conexión divisor-vivienda	10 días	mar 12/12/17	mié 27/12/17
19	Protecciones de CA	3 días	mié 27/12/17	mar 02/01/18
20	Pruebas y optimización de CA	3 días	mar 02/01/18	vie 05/01/18

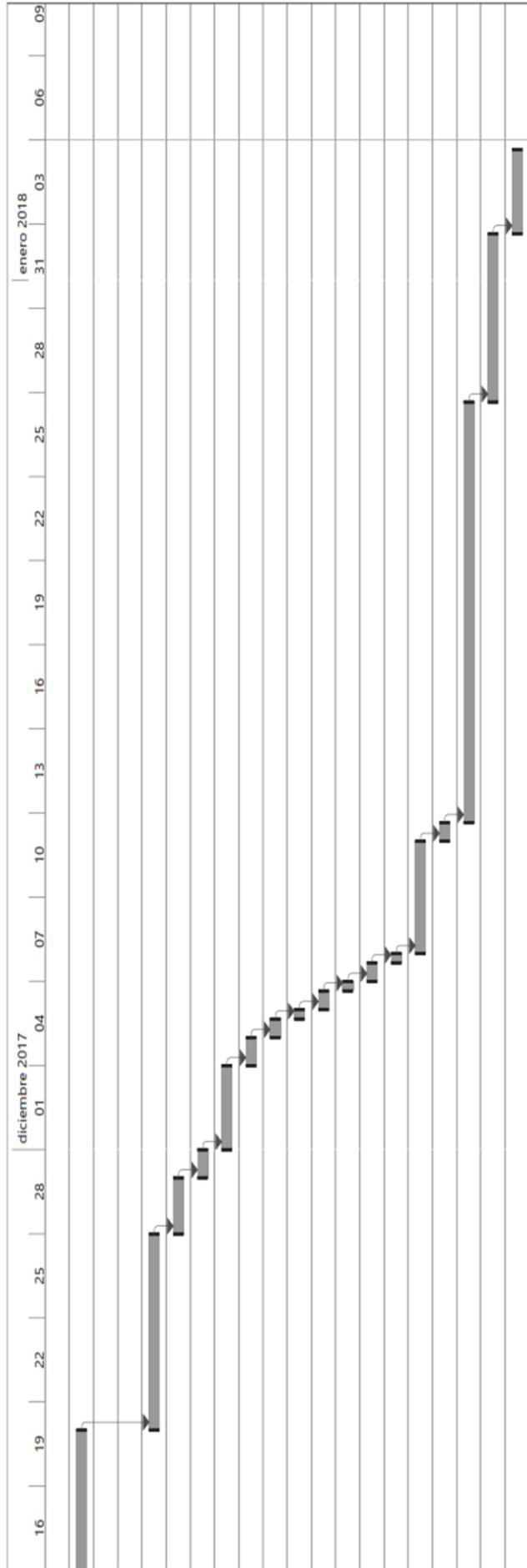


Figura 105 - Diagrama de Gantt

Análisis de sostenibilidad

La sostenibilidad de un proyecto se basa en la habilidad del mismo para mantener su operación, el cumplimiento de los objetivos y las repercusiones que debe tener en el entorno a lo largo de todo su horizonte de vida. También se entiende por sostenibilidad a la posibilidad de que los beneficios del proyecto se mantengan o incluso se incrementen una vez finalizada la vida útil del propio proyecto.

Es difícil evaluar la sostenibilidad real de un proyecto a priori, sin embargo, en el diseño del proyecto sí que se puede tener una perspectiva de sostenibilidad si se incorporan en él aspectos que faciliten o influyen la conservación de los principios y objetivos del proyecto.

En este capítulo se recogen los aspectos en este marco, algunos de ellos ya se han indicado en apartados anteriores.

Apoyo institucional

El soporte de las instituciones locales o estatales es un factor que puede afectar positiva o negativamente al desarrollo de un proyecto.

En El Salvador más de la mitad de la energía eléctrica generada es de origen renovable, existe una gran cultura y conciencia en el uso de este tipo de fuentes energéticas. Más aún, el estado salvadoreño promueve y subvenciona el uso de energías renovables en instalaciones de baja potencia para el autoconsumo.

De esta forma podemos obtener no solo una visión favorable para la ejecución del proyecto sino un apoyo administrativo e incluso económico en favor de las metas que aquí nos planteamos.

Sostenibilidad medioambiental

Uno de los pilares, incluso antes de comenzar a esbozar lo que es este documento, es la conservación y el respeto por el entorno natural y ecológico de la región. La perturbación del medioambiente habría de ser la mínima posible durante la implementación y el uso de los elementos instalados.

En la etapa de elección de las alternativas de electrificación, se eligió la energía solar, entre otros aspectos, por tener un impacto ambiental muy reducido. Con este objetivo se ha conseguido, o al menos pretendido, no alterar los procesos ecológicos que afectan

al clima, a la pureza del aire o el agua, la natural circulación de esta, sin afectar a la flora y a la fauna y empleando como fuente de energía una que es completamente renovable y sin ninguna repercusión en el entorno.

El uso de fuentes solares, además de ser una energía limpia e ilimitada, tiene a favor que es completamente accesible y gratuita, al menos en países como El Salvador.

Implicación de los actores

Cualquier proyecto tendrá una escasa repercusión si los actores afectados por el mismo no participan activamente en su desarrollo. Esto es especialmente remarcable si hablamos de un proyecto de cooperación.

Si en las etapas de redacción y diseño del proyecto ha existido una colaboración estrecha entre los agentes de la Universidad de Valladolid y los de la contraparte de la ACSM, es en el proceso de ejecución y posteriores etapas donde los beneficiarios finales de este trabajo han de colaborar con el resto de implicados.

Esta colaboración se tiene que hacer de forma responsable, de manera que las personas del caserío El Pajarito se involucren en las actividades y formen parte de las mismas, que se apropien del proyecto como suyo.

También es una pretensión de este documento el implicar a estas personas en las tareas de mantenimiento y cuidado de los equipos. Salvo cuestiones más técnicas, la limpieza y la recarga de elementos como las baterías, por ejemplo, no supone la mayor de las complicaciones.

Objeto del proyecto

El paradigma de un proyecto de cooperación al desarrollo es la realización de unas acciones centradas en una determinada población a fin de mejorar su calidad de vida en algún aspecto. Es muy importante por tanto que estas personas, las destinatarias del proyecto, se sepan identificadas como el fin último de todos los trabajos que se realizan bajo el amparo del proyecto. Porque este proyecto no tiene otro objetivo que el de avanzar en el desarrollo de los habitantes de la comunidad salvadoreña de El Pajarito.

Por ello una gran parte de este documento se ha dedicado a conocer los aspectos históricos, socioeconómicos y culturales que envuelven a estas personas. Todo lo que ha sido formulado aquí es para mejorar las condiciones de los actores objetivo.

Incluir la participación y los recursos locales facilita que las implicaciones de las acciones de los trabajos sean más evidentes para las personas beneficiarias. De esta forma, la

participación y la colaboración que estas puedan aportar se vuelve más útil y eficaz. Del mismo modo, la prolongación temporal de los objetivos del proyecto se hará también con el apoyo de los habitantes del caserío.

No dependencia

Todas las acciones que se puedan aplicar como parte de un proyecto serán también insostenibles si los actores objetivo se vuelven dependientes de la cooperación como medio para mejorar su calidad de vida.

Salvo contadas excepciones como en el caso de catástrofes naturales o escenarios de guerra, lo más apropiado cuando se habla de cooperación al desarrollo es crear o incrementar las oportunidades que permiten a las personas desarrollar actividades por su cuenta y así mejorar sus condiciones. Se pretende que, con el impulso de la cooperación, estos grupos de personas realicen sus tareas profesionales para que puedan incrementar su calidad de vida y seguir avanzando.

Este proyecto en cuestión tiene como objetivo el satisfacer la necesidad del consumo de electricidad. Con ello se pretende no solo la simple cobertura de las necesidades asociadas al uso de una batidora, sino permitir que estas personas puedan hacer uso de la electricidad para desarrollar sus profesiones de una forma mucho más eficaz.

Tecnología duradera

El aspecto que quizá pueda condicionar a la sostenibilidad del proyecto es la vida útil de los equipos seleccionados. No tiene demasiado sentido proponerse un objetivo a largo plazo si para ello, los equipos instalados tienen un uso a corto plazo.

En general, las tecnologías orientadas a la energía solar permiten disponer de dispositivos cuya vida útil es bastante larga. Los estándares de cada fabricante pueden variar, pero en general, con un correcto mantenimiento, una instalación solar puede dar un servicio a máximo rendimiento durante más de una década.

La instalación que aquí hemos planteado no es una excepción a esta norma. Mientras que dispositivos sensibles como el regulador o el inversor pueden alcanzar sin problemas vidas de hasta 15 años, los paneles solares y las baterías pueden llegar hasta los 25, y después de este tiempo seguir funcionando, pero a un rendimiento inferior.

Este aspecto y el aseguramiento de un mantenimiento, cuidado y limpieza de los equipos con la correcta periodicidad harán que la instalación solar esté operativa durante el tiempo suficiente como para ver cumplidos los objetivos a largo plazo.





FASE IV — FINANCIACIÓN

Presupuesto del proyecto

El presupuesto de un proyecto recoge todas las inversiones económicas que se requerirán para poder realizar y sostener cada una de las etapas, desde el inicio y concepción del proyecto, hasta su ejecución y posterior evaluación del mismo.

La estructura del plan presupuestario incluye dos bloques diferenciados, uno referente a los costes directos del proyecto, asociados a su diseño, puesta en marcha, ejecución y evaluación; y un segundo bloque donde se indican los costes indirectos, asociados a la gestión y administración de los diferentes recursos implicados.

Dadas las circunstancias y los factores que no se conocen con completa exactitud, el presupuesto de los costes directos se estimará de forma aproximada atendiendo a los precios locales y regionales. A ello se le sumará una partida de coste adicional del 10% referente a los gastos adicionales no tenidos en cuenta en las categorías principales.

Como costes de mano de obra, sabiendo que los salarios medios del sector alcanzan remuneraciones de 15 \$/día, si se dispondrá de un total de tres trabajadores participando activamente durante toda la ejecución de las tareas programadas, durante un tiempo total de 47 días, según lo planificado, los costes relativos a los salarios serán:

$$\text{Salarios} = 3 \text{ trabajadores} \cdot 15 \text{ \$/día} \cdot 47 \text{ días} \approx 2200 \text{ \$}$$

El bloque de costes directos desglosado es el siguiente:

COSTES DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Coste unitario	Coste total
Módulos solares	16	\$ 350,00	\$ 5.600,00
Soporte 16 módulos + accesorios	1	\$ 500,00	\$ 500,00
Baterías	24	\$ 1.250,00	\$ 30.000,00
Regulador	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Convertidor	1	\$ 3.300,00	\$ 3.300,00
Cableado CC	-	-	\$ 50,00
Cableado CA	-	-	\$ 710,00
Protecciones CC	-	-	\$ 10,00
Protecciones CA	-	-	\$ 590,00
Caseta Baterías	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Caseta Acu.-Conv.	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Salario operarios	-	-	\$ 2.200,00
Gastos adicionales (10 %)	-	-	\$ 4.500,00
TOTAL			\$ 49.060,00

Figura 106 - Costes directos

Los costes indirectos se dividen únicamente en dos categorías, una para la parte administrativa española, la Universidad de Valladolid; y otra para la participación local, la ACSM como contraparte del proyecto.

El estándar en la cooperación marca que la proporción de los gastos directos destinada a cubrir los gastos indirectos no supere el 8%. Para ello, se repartirán estos de forma equitativa, 4% para la parte internacional, 4% para la parte local.

Los gastos indirectos quedarán de la siguiente manera:

COSTES INDIRECTOS		
Descripción	Porcentaje C.D.	Coste total
Administración UVA	4%	\$ 1.962,40
Administración ACSM	4%	\$ 1.962,40
TOTAL		\$ 3.924,80

Figura 107 - Costes indirectos

El presupuesto total del proyecto servirá para cubrir las dos partidas de gasto, costes directos e indirectos:

PRESUPUESTO TOTAL		
Costes directos	\$	49.060,00
Costes indirectos	\$	3.924,80
TOTAL	\$	52.984,80

Figura 108 - Presupuesto total

Estudio de financiación

Para poder llevar a cabo el programa diseñado para este proyecto es necesario conseguir recursos económicos cuya obtención no es posible mediante las capacidades locales o los medios de que disponen los beneficiarios.

Existe una gran variedad de entes y organizaciones que se dedican a promover, apoyar y financiar actividades en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo. Desde agentes regionales hasta agentes internacionales, los fondos de cooperación siempre han estado presentes como parte de los presupuestos de cada organismo.

Una vez conseguida una o varias fuentes financieras que puedan cubrir con los recursos económicos presupuestados, el siguiente paso es redactar un plan de financiación donde se estructuren los fondos aportados, quién los va a aportar y las condiciones del pago de los mismos.

De los posibles organismos que pueden estar interesados en financiar este tipo de proyectos, a continuación se presentan los más destacados:

Fuentes provenientes de los estados latinoamericanos

Este tipo de cooperación Sur-Sur es muy habitual entre los países latinoamericanos y del Caribe, habiendo gran cantidad de agencias, algunas propias de cada uno de los países y otras como colaboración entre ellos. Todas ellas están gestionadas por la Secretaría Permanente del Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA).

Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI)

Es el mayor grupo latinoamericano de integración. La ALADI propicia la creación de un área de preferencias económicas en la región, con el objetivo final de lograr un mercado común latinoamericano.

Ofrece mecanismos de intercambio y suministro recíproco de bienes, materiales, equipos y servicios necesarios para la ejecución de proyectos en el ámbito cultural, económico y científico.

Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América (ALBA)

Organización internacional de ámbito regional enfocada en los países de América Latina y el Caribe que pone gran énfasis en la lucha contra la pobreza y la exclusión social. Se

concentra en un proyecto de complementación política, económica y social entre los países de la región.

La modalidad de cooperación es de financiación de proyectos y la promoción cultural en los ámbitos de la educación, las infraestructuras, la ciencia, la tecnología, la energía, el medioambiente, las telecomunicaciones y la salud.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID es la principal fuente de financiamiento y pericia multilateral para el desarrollo económico, social e institucional sostenible de América Latina y el Caribe. Posee diferentes programas y fondos de financiación, los más importantes son los siguientes:

- Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN): Se trata del mayor proveedor de asistencia técnica en toda la región con aproximadamente 100 proyectos anuales. Apoya el desarrollo liderado por el sector privado en beneficio de poblaciones con escasos ingresos, aportando las herramientas para que estos aumenten. Sus mecanismos permiten el acceso a los mercados, la competitividad en ellos, el acceso a la financiación y el acceso a servicios básicos, incluyendo las tecnologías verdes.
- Fondo de Multidonantes en Beneficio de los Mercados de Bajos Ingresos: Es un medio de movilización de recursos, financieros o no, que permita garantizar el éxito de negocios innovadores a pequeña escala.
- Fondo de Donaciones del programa de Empresariado Social (PES): Promueve el desarrollo y la implementación de mecanismos financieros que permitan aportar soluciones sostenibles a los programas socioeconómicos que afectan a las poblaciones pobres o marginadas.

Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)

Conformado por 18 países latinos, caribeños y europeos, así como 14 bancos privados de la región andina, se orienta a la promoción del desarrollo sostenible y la integración regional mediante la movilización de recursos a clientes de los sectores públicos y privados.

Sus fondos se focalizan en las áreas relativas a las infraestructuras, el desarrollo social, el medio ambiente, las políticas públicas y la investigación.

Organización de Estados Americanos (OEA)

Ofrece un apoyo en el fortalecimiento de la capacidad institucional y humana que permita el acceso a las oportunidades de desarrollo de aptitudes. Para ello se aportan becas y se financian proyectos de capacitación en los ámbitos de la pobreza y el desarrollo económico, entre otros.

Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica

Mecanismo de integración regional que constituye un espacio político que articula los esfuerzos de cooperación, desarrollo e integración de diez países, entre ellos El Salvador, facilitando la gestión y la ejecución de proyectos orientados a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región mesoamericana.

Posee dos ejes de acción, el primero de interconexión e integración de servicios eléctricos, de infraestructuras de transporte y de telecomunicaciones; y el segundo de aspectos medioambientales, sanitarios, competitivos y de prevención de desastres naturales.

Sistema de Integración Centroamericana (SICA)

Es el marco de la integración regional centro americana creado por los estados de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. Posee dos grandes iniciativas:

- Alianza con Energía y Ambiente con Centroamérica: Formada por organismos de cooperación finlandeses y austriacos con el objetivo de promover las energías renovables en los países centroamericanos contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mitigación del cambio climático.
- Programa de Apoyo a la Integración Regional Centroamericana: Promovido por la Unión Europea, combina diferentes mecanismos adaptados a las necesidades de las partes interesadas, a las áreas temáticas y a las necesidades de transferencia de recursos, todo ello mediante la cooperación financiera y técnica.

Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR)

Organismo de ámbito regional que tiene como objetivo construir una identidad y ciudadanía suramericanas y desarrollar un espacio regional integrado. Para ello se dedica a la financiación de proyectos en el ámbito del desarrollo social y humano con inclusión y equidad para erradicar la pobreza y superar las desigualdades en la región.

Fuentes provenientes de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

Con más de 55 años, la OCDE agrupa a 35 países de todos los continentes en su misión de promover políticas de bienestar económico y social de las personas a lo largo del globo.

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)

La AECID es el órgano de gestión de la política española en materia de cooperación internacional para el desarrollo. Su objetivo es el fomento, la gestión y la ejecución de las políticas públicas de cooperación dirigidas a la lucha contra la pobreza y la consecución de un desarrollo humano sostenible.

Este organismo brinda cooperación por vía de mecanismos de cooperación técnica, asistencias técnicas y microcréditos, todo ello a lo largo de, entre otros, los siguientes programas:

- Fondo España-SICA: Es una herramienta de canalización de la cooperación española hacia los distintos países de la región centroamericana con el objeto de obtener un mayor desarrollo humano y una mejora en la eficiencia de la lucha contra la pobreza. Las áreas de cooperación en las que participa este fondo se implican en la gobernabilidad y la modernización del tejido público, el desarrollo sostenible y la gestión de los recursos naturales y el fortalecimiento de los sectores productivos.
- Fondo Mixto de Cooperación Científica y Técnica CARICOM-España: Destinado a la financiación de programas y proyectos de cooperación entre las partes, mediante contribuciones monetarias y en especie.
- Fondo PNUD-España para el logro de los Objetivos del Milenio: Trata de acelerar el progreso hacia la conquista de los Objetivos del Milenio mediante el apoyo a políticas y programas que promueven un impacto significativo, el impulso a la aportación de innovaciones en las prácticas del desarrollo y la adopción de mecanismos que mejoren la calidad de la ayuda al desarrollo.
- Fondo para la Promoción del Desarrollo (FONPRODE): Contempla operaciones de concesión de créditos, préstamos y líneas de financiación dirigidos al desarrollo del tejido social y productivo de los países menos adelantados, de renta media y baja.

Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)

Institución financiera pública que actúa para mitigar la pobreza, apoyar el crecimiento económico y participar en la valoración de los bienes públicos mundiales en los países en desarrollo, los países emergentes y en sus provincias de ultramar.

En respuesta a la especificidad de las necesidades de sus socios, la AFD moviliza una amplia gama de instrumentos, préstamos, subvenciones, ayudas presupuestarias, garantías, inversiones y asistencia técnica. Para maximizar su acción, la AFD colabora y cofinancia proyectos con otros actores de la cooperación.

Agencia Australiana para el Desarrollo Internacional (AUSAID)

Es la agencia que maneja los programas de ayuda del gobierno australiano de cara a la lucha contra la pobreza y el alcance de los Objetivos del Milenio. A través de un fondo de cuatro años, la AUSAID promueve ayudas, becas, voluntariado, financiación de proyectos para asistir a las regiones más desfavorecidas de Latinoamérica.

Trabajando conjuntamente con los socios de la OCDE, los países de América Latina, diferentes ONG y organizaciones multilaterales, se promueven iniciativas para manejar la pobreza y los desafíos que enfrenta el desarrollo con especial interés en el progreso rural, la gestión de recursos naturales, el cambio climático y el desarrollo sostenible.

Agencia Austriaca del Desarrollo (ADA)

Esta agencia estatal dependiente del ministerio de extranjería austriaco plantea diferentes planes y programas orientados a ofrecer soporte en Centroamérica en su sostenible desarrollo económico, social y democrático.

Se promueven iniciativas dirigidas a los actores locales de la región de América Central con el objeto de mejorar la competitividad, la creación de negocios sostenibles y reforzar las relaciones comerciales.

Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ)

El BMZ despliega las líneas en las que está basada la política de desarrollo alemana. A través de este organismo se disponen las estrategias de cooperación a largo plazo con la implicación de diferentes actores.

La cooperación financiera tiene una gran relevancia a modo de inversiones en infraestructuras, materiales y equipamientos en los países con más pobreza. Estas

inversiones también adquieren la forma de créditos suaves o a fondo perdido a través de instituciones financieras locales.

La otra gran modalidad es la cooperación técnica junto a entes de todos los ámbitos, desde grandes instituciones gubernamentales a pequeñas asociaciones de ayuda. Se da también asistencia a proyectos dirigidos por otros actores como gobiernos, fundaciones u ONG.

Los sectores en los que se centra el BMZ son la educación, la salud, el desarrollo rural, la democracia, y el desarrollo económico sostenible.

Agencia Canadiense Internacional para el Desarrollo (CIDA)

Esta agencia gestiona los esfuerzos del estado canadiense en sus políticas de desarrollo internacional. Para ello se dispone de una serie de fondos económicos para dar soporte a los gobiernos de los países desfavorecidos y a las regiones perjudicadas y de una serie de herramientas de asistencia técnica destinadas a obtener resultados de alto nivel.

Los objetivos de esta agencia se resumen en la seguridad alimentaria, la seguridad de la juventud, el crecimiento económico sostenible, el aseguramiento de la democracia y el apoyo de los elementos de seguridad y estabilidad de los estados y las regiones.

Agencia Islandesa Internacional para el Desarrollo (ICEIDA)

ICEIDA es una agencia autónoma bajo el amparo del Ministerio de Asuntos Extranjeros islandés. El objeto consiste en mejorar el entramado económico y competitivo, el progreso social y la independencia política de los países en desarrollo.

Su principal programa consiste en mejorar el sector energético en Centroamérica promoviendo el uso de fuentes de energía sostenibles, principalmente la geotérmica.

La Fundación Inter-Americana (IAF)

Esta fundación es una agencia independiente del gobierno de los Estados Unidos. Fue creada con la misión de proporcionar un canal directo de asistencia en el desarrollo de los países latinoamericanos y del Caribe. Proporciona becas y ayudas a las ideas más creativas orientadas al desarrollo sostenible de los grupos de la región.

Las áreas en las que la IAF desempeña sus funciones son las relacionadas con el desarrollo empresarial, la producción de comida y la agricultura, la educación y el eco-desarrollo.

Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)

La JICA se ha convertido en un medio directo de la asistencia en la cooperación japonesa. Actúa como un socio con los países en desarrollo a través de actuaciones sobre el terreno cooperando con entes públicos y privados, mediante la agrupación de experiencias, recursos y tecnologías de los gobiernos locales, las ONG y el resto de los actores en la cooperación al desarrollo.

En Sudamérica actúa mediante mecanismos de cooperación triangular, apoyando las acciones en el ámbito de la cooperación Sur-Sur. Las acciones más habituales del JICA consisten en el apoyo de proyectos en países en desarrollo para que, una vez hayan alcanzado su madurez, puedan ser exportados y divulgados a países en condiciones similares.

Fuentes provenientes de órganos internacionales y del sistema de las Naciones Unidas

Según dice la ONU, uno de sus pilares desde su fundación en 1945 ha sido:

“Lograr la cooperación internacional en la solución de los problemas de carácter económico, social, cultural o humanitario y en el desarrollo y estímulo del respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales de todos, sin distinción por motivos de raza, sexo, idioma o religión.”

El concepto de desarrollo ha cambiado con el tiempo, actualmente se apuesta profundamente por el desarrollo sostenible, el cual fomenta la prosperidad y las oportunidades económicas, un mayor bienestar social y la protección del medio ambiente como medio más responsable y eficaz para mejorar la calidad de vida de las personas.

Fondo Común para los Productos Básicos (CFD)

El CFD es una institución financiera intergubernamental formada por 105 estados y diez instituciones internacionales. Da soporte a los países en desarrollo para mejorar y diversificar la producción y el comercio de productos básicos. Los proyectos respaldados por el CFD ayudan a acabar con la pobreza a través del desarrollo socioeconómico de las comunidades.

El fondo da apoyo a los proyectos que promueven el incremento y la diversificación de la producción mejorando las vías comerciales y el procesamiento de los productos.

Fondo Internacional para el Desarrollo de la Agricultura (IFAD)

Este fondo es una agencia especial de la ONU dedicada a la erradicación de la pobreza rural en los países en desarrollo. Trabajando con los gobiernos de estos países, con donantes, ONG y grupos de gente local, la meta del IFAD es incrementar el acceso de las personas con pocos recursos a los servicios financieros, los mercados, la tecnología, la tierra y los recursos naturales.

Las áreas de cooperación en las que se mueve este fondo son el desarrollo de la agricultura, los servicios financieros, las infraestructuras rurales, la ganadería, la pesca, el procesamiento de los alimentos y la creación de pequeñas y medianas empresas.

Fondo Nórdico de Desarrollo (NDF)

Esta institución multilateral está formada por Noruega, Suecia, Finlandia, Islandia y Dinamarca. Su objetivo es facilitar las inversiones relacionadas con la lucha contra el cambio climático en países con pocos recursos.

Proveen servicios como el de asistencia técnica, financiación, consultoría y aportación de bienes y equipos.

Fondo Pérez-Guerrero para Proyectos de Cooperación Sur-Sur (PGTF)

Este fondo se establece como medio para dar soporte a las actividades en la cooperación económica y técnica en los países en desarrollo. Ofrece apoyo en las políticas de desarrollo de cada país.

Sus principales áreas de acción son el comercio, la tecnología, la producción de alimentos, la energía, los recursos naturales y la cooperación técnica.

Dirección General de Desarrollo y Cooperación (EuropeAid)

EuropeAid es la dirección única responsable de las políticas de desarrollo y del suministro de ayuda de la Unión Europea a través de proyectos y programas en todo el mundo. Las líneas dirigidas a América Latina cuentan con una diversidad de fondos y programas orientados, entre otros, a fomentar el desarrollo de la cooperación Sur-Sur y la integración regional. Para ello tiene tres enfoques complementarios, el de proyectos, el sectorial, y el macro.

La cooperación de la UE brinda especial interés por la cohesión y la integración social, el fortalecimiento de la gobernabilidad y el de las entidades públicas, la educación superior y el desarrollo sostenible.

Entre los programas de interés cabe destacar el programa Euro-Solar, cuyo objetivo general es el de reducir la pobreza ofreciendo acceso a fuentes de energía renovables a comunidades rurales aisladas que carecen de electricidad.

Fuentes españolas de cooperación local

En España, la competencia para ofrecer servicios de cooperación internacional al desarrollo no es exclusiva del estado como ente nacional. En casi todas las comunidades autónomas y provincias se dedica una partida presupuestaria para realizar estas actividades. Incluso en organismos de gobierno como los ayuntamientos de algunas de las más grandes ciudades se aportan fondos para estas causas.

Cooperación en el País Vasco

Con casi cuatro veces más cantidad presupuestada, en términos porcentuales, que la segunda autonomía, el País Vasco, a través de su agencia de cooperación al desarrollo es la comunidad española que más esfuerzos aporta a estos fines. Su misión es la de contribuir a la lucha contra la pobreza, la promoción del desarrollo humano, la educación, la equidad de género, la acción humanitaria y el fomento de la acción cooperante.

Para llevar a cabo esta visión, se conceden ayudas a proyectos y programas de cooperación al desarrollo, becas de formación y de apoyo a la actividad cooperante, publicaciones, fondos de emergencia, entre otros. Gran parte de la actividad se realiza en colaboración con agentes sociales, ONG, universidades e institutos o instituciones públicas, españolas y de todo el mundo.

Cooperación en la Generalitat Valenciana

En la comunidad valenciana, el ente encargado de ejercer las competencias de cooperación es la Dirección General de Cooperación y Solidaridad. Sus principales objetivos son la educación para el desarrollo, la sensibilización social, el codesarrollo y el voluntariado social para propiciar el desarrollo humano sostenible y endógeno de los países y poblaciones empobrecidos, facilitando el progreso socioeconómico, la sostenibilidad medioambiental y la defensa de los derechos humanos.

A través de este organismo, la Generalitat Valenciana se ha convertido en el principal agente financiero de la ACSM en El Salvador, permitiendo el desarrollo de sus actividades durante los últimos años.

Cooperación en la Junta de Castilla y León

En Castilla y León los mecanismos de cooperación internacional para el desarrollo están recogidos y gestionados por la Consejería a la Presidencia a través de los denominados Planes Director de Cooperación al Desarrollo. Estos planes de cuatro años de vida recogen los objetivos y las actuaciones a realizar.

Estos objetivos pasan por garantizar el cumplimiento de los derechos humanos corrigiendo y solventando las dificultades allí donde las haya, proveer de provisión y ayuda humanitaria en caso de necesidad y promover el pensamiento y la conciencia crítica como medio para alcanzar un desarrollo humano sostenible.

Los mecanismos de cooperación consisten en la asistencia técnica, económica y financiera y la educación y la formación para el desarrollo. Todo ello con la colaboración y asociación con ONG, universidades y otras instituciones de enseñanza, agentes privados y organismos públicos.

Cooperación en la Diputación Provincial de Valladolid

A nivel provincial, la diputación de Valladolid gestiona y financia proyectos y programas de cooperación a través del servicio de Acción Social.

Mediante su fondo de cooperación, las acciones están dirigidas a promover el desarrollo humano a nivel socioeconómico, la defensa de los derechos humanos, la acometida de los desafíos del milenio y la atención por el desarrollo sostenible.

Cooperación en el Ayuntamiento de Valladolid

El Consejo Municipal de Cooperación al Desarrollo es el organismo encargado de acometer y gestionar los retos de la cooperación internacional al desarrollo por parte del consistorio de la ciudad de Valladolid.

Sus funciones principales son la asesoría en aspectos de cooperación, recopilar y gestionar la información, conectar entre sí agentes sociales públicos y privados y coordinar las actuaciones y las actividades relativas a la cooperación al desarrollo.

Cooperación en la Universidad de Valladolid

En los primeros capítulos de este proyecto se mencionó que la UVa gestiona los asuntos relativos a la cooperación al desarrollo mediante el Área de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Para ello dispone de un fondo dedicado a financiar, promover y



coordinar los proyectos de cooperación en los que la Universidad de Valladolid esté implicada.

Como una entidad de unión entre el alumnado y los diferentes grupos y asociaciones de cooperación al desarrollo, la Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo es la que ha hecho posible proyectos como este en la Universidad de Valladolid.



CONCLUSIONES

Es aquí donde terminan las etapas previas y de diseño, aquí es donde finalmente podría dar comienzo la materialización del proyecto. Las etapas V y VI, si seguimos la numeración romana ya utilizada, equivalen a la ejecución y la posterior evaluación, respectivamente.

Este es el punto de inflexión, ahora es cuando el abanico de posibilidades reales de este proyecto se revela y nos permite ver más allá del velo. Podríamos estar ante la completa y total conclusión de las tareas y esfuerzos acometidos, dando con ello un destello de esperanza a las familias del pequeño caserío salvadoreño de El Pajarito; o, sin embargo, sin financiación, nos encontraríamos algo opuesto, todo este trabajo como proyecto de cooperación carecería de valor práctico alguno, como papel mojado, todo el tiempo y el esfuerzo dedicados habrían sido vacuos, carentes de objetivo.

Afortunadamente no todo es blanco o negro, existen muchos matices de gris que dependen de tantos factores que serían imposibles de contar. El objetivo es adquirir los medios y recursos suficientes para dar luz a la primera de las actividades programadas y a las que vienen a continuación, evidentemente. Esto se puede conseguir por parte de cualquiera de las fuentes anteriormente citadas, por ninguna de ellas sino cualquier otra que haya podido ser obviada, por una sola o por un grupo de ellas, ahora mismo o dentro de dos años.

Si los medios no fuesen suficientes, o si la primera propuesta no fuese atractiva, la modificación de este documento sería casi imperativa. Más aún, si las circunstancias y este entorno de causalidad en el que todos vivimos no permitiesen siquiera la plantación de la primera piedra, aunque no para cumplir con las metas fijadas, este proyecto con suerte serviría como medio para la realización de otros trabajos, otros proyectos, en este ámbito o en cualquier otro, aprovechando alguno de los contenidos aquí incluidos. Sin duda, una victoria pírrica no buscada ni pretendida, pero una victoria después de todo.

Estas son algunas de las infinitas posibilidades. El siguiente salto no depende tanto de este documento o de la persona que lo ha redactado, sino de cuestiones que escapan al control y la manipulación propias de los procesos de confección de este proyecto. No es posible discernir donde nos llevará este salto, lo sabremos cuando aterricemos, en un lugar o en cualquier otro.

Pero no, este no ha sido un proyecto de cooperación al uso. Como parte de un Trabajo de Fin de Grado, el peso del resultado real del proyecto y del que supone el trabajo, académicamente hablando, es, sin embargo, compartido por este documento. No por ello haciéndolo más fácil, este TFG se ha tenido que adaptar a las condiciones de la petición, con ello la necesidad de incluir determinados apartados ajenos al contenido explícito de un proyecto en este ámbito. Apartados que han necesitado contextualizar lo qué es la cooperación internacional para el desarrollo y una de sus herramientas para hacerla posible: el proyecto de cooperación.

Como tal, este escrito es válido para los fines académicos adscritos a la universidad. Para ámbitos exclusivamente relacionados con la cooperación al desarrollo, a este trabajo le sobran, si cabe, algunas partes. Aunque sería excesivamente presuntuoso negar la carencia de otras. Contenidos, por ejemplo, que concretasen aún más algunas de las actuaciones. Información como la de la situación exacta de las viviendas o del terreno que ha sido necesariamente estimada, aproximada a base de supuestos, en ausencia de una certeza total, el orgullo del cartógrafo. La conclusión a estas cuestiones se realizaría fácilmente mediante trabajos directos sobre el mismo suelo, medios que no siempre están disponibles.

Viendo todo esto en retrospectiva, este trabajo representa la materialización de una petición de ayuda, ayuda que afortunadamente en la Universidad de Valladolid, en España o en el mundo actual en el que vivimos tenemos a bien ofrecer. Porque aún podemos decir que la solidaridad sigue siendo uno de los pilares de nuestra sociedad. Que la sociedad no cambie y regrese a tiempos más oscuros donde el altruismo y el progreso colectivo eran ideas extrañas, dejando a un lado la inquina y las barreras de este mortecino mundo. Que sigamos avanzando, ayudando a aquellos que injustamente no han tenido las mismas oportunidades que nosotros, únicamente por haber nacido en el lugar o el tiempo equivocados.

Y este trabajo no es otra cosa que la materialización de este sentimiento, un medio más para cambiar las cosas. Un pequeño cambio tras otro, que en conjunto hagan de este mundo un sitio mejor, si bien no para nuestros propios hijos, si para los hijos de otros.

Este será el legado final tras el paso por la universidad, que con el transcurrir de los años, si este proyecto se hiciese realidad, mereciera la pena el esfuerzo y el tiempo invertidos, si con ellos la vida de una persona, aunque solo una, se pudiera cambiar. Por eso existe la cooperación, por ellos, por nadie más.





REFERENCIAS Y FUENTES

Documentos especializados

- [1] Diagnóstico de la subcuenca del Torola – Agencia Española de Cooperación Internacional (España).
- [2] Propuesta metodológica para impulsar la participación ciudadana en el municipio de Osicala, Morazán: Estudio comparativo Osicala y Meanguera, Morazán – Universidad de El Salvador
- [3] Testimonios de la guerra civil en la Comunidad Segundo Montes y su influencia en la lengua y la cultura en general – Universidad de El Salvador
- [4] Presentación de la Comunidad Segundo Montes de El Salvador – Universidad de Burgos
- [5] Plan Maestro para el desarrollo de la Energía Renovable en El Salvador – Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [6] Instalación de sistemas solares sobre techos – Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [7] Estrategia Nacional de Cambio Climático – Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador), Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Alemania)
- [8] Identificación y formulación de proyectos de cooperación para el desarrollo: gestión del ciclo del proyecto y enfoque del marco lógico – Universidad Politécnica de Cataluña
- [9] Tecnología y desarrollo humano desde el enfoque de capacidades. Energía solar en comunidades aisladas de Bolivia – Universidad de Málaga
- [10] Una introducción a la cooperación internacional al desarrollo – Universidad Católica de Honduras
- [11] La cooperación internacional para el desarrollo – Universitat Politècnica de Valencia
- [12] Contexto geográfico, social, cultural, económico y político para proyectos en El Salvador – Dirección general de estadística y censos (El Salvador)
- [13] Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada – Universidad de Costa Rica
- [14] Estudio de una instalación mixta, fotovoltaica y eólica, aplicada a una casa rural – Universidad de Valladolid
- [15] Estudio de una planta solar fotovoltaica para un centro educativo y de acogida en Kenia – Universidad de Valladolid

- [16] Manual de mantenimiento de una planta solar fotovoltaica sobre la cubierta de una nave industrial – Universidad de Sevilla
- [17] Proyecto de sistema fotovoltaico conectado a red en edificio público existente – Universidad Internacional de Andalucía
- [18] Normas de uso y mantenimiento de paneles solares – Ministerio de Educación (Perú)
- [19] Manual de uso y mantenimiento del sistema solar fotovoltaico comunitario – Programa EURO-SOLAR (Unión Europea)
- [20] Sistematización de la experiencia organizacional de ACSM en Morazán – ACSM
- [21] Perfil de la Asociación Comunal Segundo Montes – ACSM
- [22] Manual de formulación de proyectos de cooperación – Agencia Presidencial de Cooperación Internacional (Colombia)
- [23] Manual de formulación de proyectos de cooperación internacional – Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional (Colombia)
- [24] Informe de Desarrollo Humano El Salvador – Programa de las naciones Unidas para el Desarrollo
- [25] Fondo de cooperación internacional para el desarrollo – Universidad de Valladolid
- [26] Área de cooperación internacional para el desarrollo – Universidad de Valladolid
- [27] Determinación del potencial eólico y solar en El Salvador – Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [28] Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2014 – Ministerio de Economía (El Salvador)
- [29] Mapeo de organización de pequeños productores y productoras de los departamentos de La Unión, Morazán, San Miguel y Usulután – Agencia Japonesa de Cooperación Internacional
- [30] Ficha País: El Salvador – Ministerio de Asuntos Exteriores (España)
- [31] Distribución mensual de lluvias - Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [32] Sector eléctrico de El Salvador - Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [33] Fomentando el uso de fuentes renovables de energía en El Salvador - Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Alemania)

- [34] El negocio de la distribución eléctrica en Centroamérica y El Salvador – Asociación Paz con Dignidad (España)
- [35] Boletín de estadísticas eléctricas – Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (El Salvador)
- [36] Política energética nacional – Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [37] Informe Mundial de Energía – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- [38] Diseño y fabricación de células solares – Universidad Politécnica de Cataluña
- [39] Componentes de una instalación solar fotovoltaica – McGraw-Hill Education
- [40] Caracterización de módulos fotovoltaicos con dispositivo portátil – Universidad Carlos III
- [41] Guía técnica de aplicación para instalaciones de energías solares – Consejería Canaria de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías
- [42] Diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto Yantsa II Etsari – Universidad de Cuenca
- [43] La batería de Plomo-Ácido – Universidad Politécnica de Cataluña
- [44] Proyecto de una instalación solar fotovoltaica autónoma – Universidad Politécnica de Cartagena
- [45] Análisis comparativo de inversores fotovoltaicos de conexión a red – Universidad Carlos III
- [46] Dimensionado de sistemas fotovoltaicos – Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (España)
- [47] Fuentes de datos de radiación solar – SOLARTRONIC S.A.
- [48] Hora solar pico – Energema S.A.
- [49] Cálculo de líneas de instalación fotovoltaica – Universidad Miguel Hernández
- [50] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (España)
- [51] Guía para la gestión de proyectos de cooperación – Departamento Vasco de Vivienda y Asuntos Sociales
- [52] Intensidad admisible de los conductores eléctricos de baja tensión – Cables RCT
- [53] Fusibles cilíndricos – dfElectric

- [54] Previsión de cargas para suministros en baja tensión – Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (España)
- [55] Interruptores automáticos de caja moldeada – Legrand
- [56] Interruptores diferenciales – Legrand
- [57] Factores de viabilidad y sostenibilidad en un proyecto de desarrollo – Universidad Rey Juan Carlos
- [58] Directorio de fuentes de cooperación para la financiación de la Cooperación Sur-Sur y de la Cooperación Triangular para los países de América Latina y el Caribe - Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (Venezuela)

Material didáctico de la Asociación LACECAL

Como parte del curso Diseño de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica impartido por la asociación LACECAL (Laboratorio de Calibración Eléctrica de Castilla y León), los contenidos empleados son los siguientes:

- [1] La célula fotovoltaica
- [2] Paneles fotovoltaicos
- [3] Elementos de una instalación fotovoltaica: Acumuladores
- [4] Elementos de una instalación fotovoltaica: Convertidores
- [5] Instalación y conexión de paneles y equipos
- [6] Dimensionado de emplazamientos
- [7] Optimización y elección de emplazamientos
- [8] Aplicaciones: Características y dimensionamientos
- [9] Ensayo de módulos fotovoltaicos
- [10] Integración fotovoltaica en edificios
- [11] Normativa legal

Fuentes procedentes de internet

Casos y guías prácticas de ayuda para el proyecto

- [1] Guía para la formulación de proyectos de electrificación rural -----
<http://es.slideshare.net/huulkiinn/disenodelectrificacionrural>

- [2] Portfolio de proyectos de electrificación rural -----
<http://es.slideshare.net/NelsonCasanova/electrificacion-rural-caso-practico-y-plantilla-34780021>
- [3] Guía para la instalación de paneles solares en El Salvador -----
<http://technologysolar.blogspot.com.es/>
- [4] Guía para el mantenimiento de paneles solares -----
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia22/HTML/articulo02.htm>
- [5] Guía para instalaciones solares en viviendas -----
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

Información contextual

- [6] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales -----
<http://www.marn.gob.sv/>
- [7] Dirección General del Observatorio Medioambiental -----
<http://www.snet.gob.sv/>
- [8] Ministerio de Obras Públicas -----
<http://www.mop.gob.sv/>
- [9] Dirección general de Estadística y Censos -----
<http://www.digestyc.gob.sv/>
- [10] UNICEF El Salvador -----
<http://www.unicef.org/elsalvador/resources.html>
- [11] Conmemoración de la creación de la Ciudad Segundo Montes -----
<http://verdaddigital.com/archivo/index.php/32-social/13883-segundo-montes-cumple-25-anos-de-regresar-del-exilio-y-desarrollar-la-comunidad>
- [12] Economía en El Salvador -----
<http://www.elsalvadmipais.com/economia-de-el-salvador>
- [13] Información de Morazán -----
<http://departamentomorazan.blogspot.com.es/2007/06/departamento-de-morazan.html>
- [14] Diagnóstico agro-socio-económico del municipio de Jocoro en Morazán-----
<https://books.google.es/books?id=eL4qAAAAYAAJ&pg=PA7&lpg=PA7&dq=morazan+orografia&source=bl&ots=KeHfIRN9rH&sig=0JiR9KLoUZfBJzHeStnyugA5wAo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiXvsLy2cjQAhULtBoKHUPYDAQQ6AEIQTAF#v=onepage&q=morazan%20orografia&f=false>

- [15] Información sobre el suelo -----
<http://diegocris.blogspot.com.es/>
- [16] Información salarial en el Salvador -----
<http://www.elsalvadmipais.com/salario-minimo-en-el-salvador>
- [17] Normativa legal para el autoconsumo -----
http://www.pv-magazine-latam.com/noticias/detalles/articulo/normativa-de-autoconsumo-en-consulta-pblica-en-el-salvador_100018883/
- [18] Empresa de suministro eléctrico en Morazán -----
<http://www.aes-elsalvador.com/>

Información sobre la energía solar y sus dispositivos

- [1] ACCIONA Solar -----
<http://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/>
- [2] Información acerca de la energía solar fotovoltaica -----
<http://www.galeon.com/sotecins/solar/Trabajo.htm>
<http://www.webosolar.com/foro/>
- [3] Laboratorio nacional de Energías Renovables (EE.UU.) -----
<http://www.nrel.gov/>
- [4] Tipos de células solares -----
<http://enersave.es/medicion-neta/energia-solar>
- [5] Regulador de carga solar -----
<http://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/instalaciones-autonomas/reguladores-carga>
<http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com.es/2006/01/el-regulador-de-carga.html>
<http://eliseosebastian.com/dimensionamiento-del-regulador-de-carga/>
- [6] El módulo solar -----
<http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>
- [7] Seguimiento solar -----
<http://www.valldoreix-gp.com/las-ventajas-de-los-seguidores-solares/>
- [8] Bases de datos de radiación solar -----
<http://www.lawebdelasenergiasrenovables.com/radiacion-solar/>
<http://www.nrel.gov/>
<https://eosweb.larc.nasa.gov/>

- [9] La batería solar -----
<https://www.tecnocio.com/blog/diferencias-entre-baterias-de-gel-plomo-agm-y-litio-caracteristicas/>
- [10] Ubicación de los módulos solares -----
<http://solar-energia.net/>
- [11] Cálculo de cables eléctricos -----
<http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.es/2012/09/calculo-seccion-cables-instalacion-electrica.html>

Fuentes de financiación

- [1] Agencia vasca de cooperación al desarrollo -----
<http://www.elankidetza.euskadi.eus/x63-homev7/es/>
- [2] Dirección General de Cooperación y Solidaridad Valenciana -----
<http://www.transparencia.gva.es/web/cooperación>
- [3] Servicio de cooperación de la Junta de Castilla y León -----
http://www.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionPublica/es/Plantilla66y33/1201083811384/_/_/_
- [4] Cooperación al desarrollo en la diputación de Valladolid -----
<http://www.diputaciondevalladolid.es/ciudadanos/ciu-accion-social/modulo/cooperacion-internacional/>
- [5] Consejo Municipal de Cooperación al Desarrollo del Ayuntamiento de Valladolid --
<http://www.valladolid.es/es/ciudad/participacion-ciudadana/servicios/consejo-municipal-cooperacion-desarrollo>
- [6] Oficina de Cooperación Internacional para el Desarrollo de la Uva -----
<http://www.eii.uva.es/webcooperacion/index.php>

Referencia de las figuras

- [1] Figura 1 – Funciones de los actores principales -----
Identificación y formulación de proyectos de cooperación para el desarrollo: gestión del ciclo del proyecto y enfoque del marco lógico – Universidad Politécnica de Cataluña
- [2] Figura 2 – Ciclo de un proyecto de cooperación -----
Elaboración propia

- [3] Figura 3 – Diseño y viabilidad de un proyecto -----
Identificación y formulación de proyectos de cooperación para el desarrollo:
gestión del ciclo del proyecto y enfoque del marco lógico – Universidad Politécnica
de Cataluña
- [4] Figura 4 – Relación entre los implicados en el proyecto -----
Elaboración propia
- [5] Figura 5 – Grupo de trabajo de la ASCM -----
ASCM
- [6] Figura 6 – José Adán Vásquez, de 54 años, junto a la cabaña donde trabaja -----
-ASCM
- [7] Figura 7 – Regreso del exilio en el año 1989 -----
<http://verdaddigital.com/archivo/index.php/32-social/13883-segundo-montes-cumple-25-anos-de-regresar-del-exilio-y-desarrollar-la-comunidad>
- [8] Figura 8 – El Salvador en Centroamérica -----
<http://www.taringa.net/posts/turismo/19487516/Vivir-en-El-Salvador-Parte-1.html>
- [9] Figura 9 – Distribución departamental de El Salvador -----
https://es.wikipedia.org/wiki/El_Salvador
- [10] Figura 10 – El municipio de Meanguera en Morazán -----
Propuesta metodológica para impulsar la participación ciudadana en el municipio
de Osicala, Morazán: Estudio comparativo Osicala y Meanguera, Morazán –
Universidad de El Salvador
- [11] Figura 11 – División territorial del municipio de Meanguera -----
Propuesta metodológica para impulsar la participación ciudadana en el municipio
de Osicala, Morazán: Estudio comparativo Osicala y Meanguera, Morazán –
Universidad de El Salvador
- [12] Figura 12 – Localización geográfica del caserío El Pajarito -----
Elaboración propia
- [13] Figura 13 – Población y densidad de población por departamento -----
Elaboración propia
- [14] Figura 14 – Pirámide de población de El Salvador -----
Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2014 (El Salvador)
- [15] Figura 15 – Distribución de la población del municipio de Meanguera por residencia
Elaboración propia

- [16] Figura 16 – Distribución de la población del municipio de Meanguera por sexo ----
Elaboración propia
- [17] Figura 17 – Distribución de las actividades económicas en Morazán -----
Elaboración propia
- [18] Figura 18 – Progresión del porcentaje de hogares en pobreza en Morazán -----
Elaboración propia
- [19] Figura 19 – Tasa de analfabetismo por departamento -----
Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2014 (El Salvador)
- [20] Figura 20 – Relación entre población y número de viviendas -----
Elaboración propia
- [21] Figura 21 – Material con qué están construidas los suelos de las viviendas de cada departamento -----
Elaboración propia
- [22] Figura 22 – Material de las paredes de las viviendas en relación al del suelo, Morazán Elaboración propia
- [23] Figura 23 – Orografía de El Salvador – Morazán -----
<http://www.mapadeelsalvador.com/el-salvador>
- [24] Figura 24 – Hidrografía de El Salvador – Morazán -----
http://www.zonu.com/mapas_el_salvador/Mapa_Hidrologico_El_Salvador.htm
- [25] Figura 25 – Rio Torola durante la época seca -----
<http://mapio.net/pic/p-45832728/>
- [26] Figura 26 – Mapa de precipitaciones acumuladas durante la época seca -----
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [27] Figura 27 – Mapa de precipitaciones acumuladas durante la época lluviosa -----
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [28] Figura 28 – Alrededores del caserío El Pajarito durante la estación lluviosa -----
ASCM
- [29] Figura 29 – Distribución de la capacidad energética de El Salvador -----
Elaboración propia
- [30] Figura 30 – Reparto de empresas distribuidoras de energía eléctrica -----
Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [31] Figura 31 – Árbol de problemas -----
Elaboración propia

- [32] Figura 32 – Árbol de objetivos -----
Elaboración propia
- [33] Figura 33 – Estrategia 1 -----
Elaboración propia
- [34] Figura 34 – Estrategia 2 -----
Elaboración propia
- [35] Figura 35 – Distancia de la comunidad El Pajarito al río Torola -----
Elaboración propia
- [36] Figura 36 – Clasificación de la densidad potencial del viento -----
Laboratorio Nacional de Energías Renovables (EE.UU.)
- [37] Figura 37 – Mapa de la densidad potencial del viento, a 30 m sobre el suelo -----
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [38] Figura 38 – Mapa de la densidad potencial del viento, a 50 m sobre el suelo -----
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [39] Figura 39 – Mapa de radiación solar – promedio anual -----
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
- [40] Figura 40 – Posición del Sol en función del acimut y la altura solar -----
Asociación LACECAL
- [41] Figura 41 – Influencia de la atmósfera en la radiación solar -----
Instalación de sistemas solares sobre techos – Consejo Nacional de Energía (El Salvador)
- [42] Figura 42 – Efecto fotoeléctrico -----
https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_fotoel%C3%A9ctrico
- [43] Figura 43 – Regiones tipo n y tipo p en el Si -----
Asociación LACECAL
- [44] Figura 44 – Estructura de una célula de silicio convencional -----
<https://users.dcc.uchile.cl/~roseguel/celdasolar.html>
- [45] Figura 45 – Fabricación de una célula solar -----
Elaboración propia
- [46] Figura 46 – Tipos de células -----
<http://www.marjoya.com/blog/2016/01/25/relojes-sistema-energia-solar/>
- [47] Figura 47 – Circuito equivalente de una célula solar -----
Asociación LACECAL

- [48] Figura 48 – Curva I - V -----
Asociación LACECAL
- [49] Figura 49 – Punto de máxima potencia -----
Asociación LACECAL
- [50] Figura 50 – Circuito equivalente de una célula solar con efectos extrínsecos -----
Asociación LACECAL
- [51] Figura 51 – Efectos de las resistencias serie y paralelo -----
Asociación LACECAL
- [52] Figura 52 – Efectos de la temperatura -----
Asociación LACECAL
- [53] Figura 53 – Efectos de la intensidad radiante -----
Asociación LACECAL
- [54] Figura 54 – Elementos de una instalación solar fotovoltaica -----
Componentes de una instalación solar fotovoltaica – McGraw-Hill Education
- [55] Figura 55 – Constitución de un panel solar -----
Componentes de una instalación solar fotovoltaica – McGraw-Hill Education
- [56] Figura 56 – Conexiones del regulador de carga -----
Componentes de una instalación solar fotovoltaica – McGraw-Hill Education
- [57] Figura 57 – Esquema de una instalación con inversor -----
Componentes de una instalación solar fotovoltaica – McGraw-Hill Education
- [58] Figura 58 – Esquema eléctrico de un generador fotovoltaico -----
Asociación LACECAL
- [59] Figura 59 – Característica I - V de un generador fotovoltaico -----
Asociación LACECAL
- [60] Figura 60 – Conexión serie-paralelo de módulos fotovoltaicos -----
Asociación LACECAL
- [61] Figura 61 – Cableado intermedio para la reducción de las pérdidas por dispersión -
Asociación LACECAL
- [62] Figura 62 – Diodos bypass para minimizar los efectos del punto caliente -----
<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/efecto-de-las-sombras-en-un-panel-solar-fotovoltaico/>
- [63] Figura 63 – orientación estacional de los paneles solares -----
<http://edificacions-construccion.blogspot.com.es/2015/06/inclinacion-placas-solares.html>

- [64] Figura 64 – Métodos de seguimiento en un eje -----
Asociación LACECAL
- [65] Figura 65 – Seguimiento en dos ejes -----
<http://www.valldoreix-gp.com/las-ventajas-de-los-seguidores-solares/>
- [66] Figura 66 – Incremento de la captación con los sistemas de seguimiento -----
<http://www.valldoreix-gp.com/las-ventajas-de-los-seguidores-solares/>
- [67] Figura 67 – Esquema de un regulador shunt -----
Guía técnica de aplicación para instalaciones de energías solares – Consejería
Canaria de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías
- [68] Figura 68 – Esquema de un acumulador -----
Guía técnica de aplicación para instalaciones de energías solares – Consejería
Canaria de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías
- [69] Figura 69 – Evolución de la corriente de una batería durante su descarga -----
Asociación LACECAL
- [70] Figura 70 – Características constructivas de una batería -----
<http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/acumuladorplomo.html>
- [71] Figura 71 - Reacción global de carga-descarga -----
<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/equipamiento-fotovoltaico-baterias-solares/>
- [72] Figura 72 – Conexión serie de baterías -----
<http://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>
- [73] Figura 73 – Conexión paralelo de baterías -----
<http://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>
- [74] Figura 74 – Conexión mixta de baterías -----
<http://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>
- [75] Figura 75 – Uso de un convertidor CC/CC -----
Asociación LACECAL
- [76] Figura 76 – Esquema de un convertidor CC/CC -----
Elaboración propia
- [77] Figura 77 – Esquema de un convertidor CC/CA -----
Elaboración propia

- [78] Figura 78 – Rendimiento de un inversor en función del factor de carga -----
<http://www.solarweb.net/forosolar/fotovoltaica-sistemas-aislados-la-red/32338-eficiencia-conversion-inversor-victron-phoenix-compact-12-1200-va-segun-carga.html>
- [79] Figura 79 – Calculo de consumos brutos -----
Elaboración propia
- [80] Figura 80 – Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas -----
Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (España)
- [81] Figura 81 – Valores relativos al consumo -----
Elaboración propia
- [82] Figura 82 – Imagen de la gama de baterías FS de Enervolt -----
Enervolt
- [83] Figura 83 – características de la batería seleccionada de Enervolt -----
Enervolt
- [84] Figura 84 – Posición del Sol en función del acimut y la altura solar -----
Asociación LACECAL
- [85] Figura 85 – Inclinación óptima de los paneles para cada mes -----
Elaboración propia
- [86] Figura 86 – Radiación óptima de los paneles para cada mes -----
Elaboración propia
- [87] Figura 87 – Radiación sobre una superficie inclinada 9° -----
Elaboración propia
- [88] Figura 88 – Comparación entre la radiación óptima y la real -----
Elaboración propia
- [89] Figura 89 – Valores mensuales de la H.S.P. -----
Elaboración propia
- [90] Figura 90 – Corriente de diseño cada mes -----
Elaboración propia
- [91] Figura 91 – Imagen de la gama 60-Cell Standard Panels de Canadian Solar -----
Canadian Solar
- [92] Figura 92 – Características del módulo solar seleccionado de Canadian Solar -----
Canadian Solar
- [93] Figura 93 – Imagen de la gama SPS de Phocos -----
Phocos

- [94] Figura 94 – Características del regulador de carga solar de Phocos -----
Phocos
- [95] Figura 95 – Potencia máxima de la instalación -----
Elaboración propia
- [96] Figura 96 – Imagen del modelo seleccionado de la gama Radian Series -----
Outback Power
- [97] Figura 97 – Características del convertidor escogido de Outback Power -----
Outback Power
- [98] Figura 98 – Plano de la ubicación relativa de los dispositivos de la instalación -----
Elaboración propia
- [99] Figura 99 – Secciones de conductores normalizadas -----
Comisión Electrotécnica Internacional
- [100] Figura 100 – Características de los fusibles por tramo -----
Elaboración propia
- [101] Figura 101 – Características de los nuevos fusibles por tramo -----
Elaboración propia
- [102] Figura 102 – Jerarquía de objetivos -----
Elaboración propia
- [103] Figura 103 – Matriz de planificación del proyecto -----
Elaboración propia
- [104] Figura 104 – Lista de tareas del proyecto -----
Elaboración propia
- [105] Figura 105 – Diagrama de Gantt -----
Elaboración propia
- [106] Figura 106 – Costes directos -----
Elaboración propia
- [107] Figura 107 – Costes indirectos -----
Elaboración propia
- [108] Figura 108 – Presupuesto final -----
Elaboración propia



Software utilizado

- [1] Microsoft Word
- [2] Microsoft Excel
- [3] Microsoft Visio
- [4] Microsoft Project
- [5] AutoDesk AutoCAD
- [6] Google Maps
- [7] HOMER Energy
- [8] NREL SAM



ANEXOS

Catálogo de acumuladores

Gama de baterías Enervolt

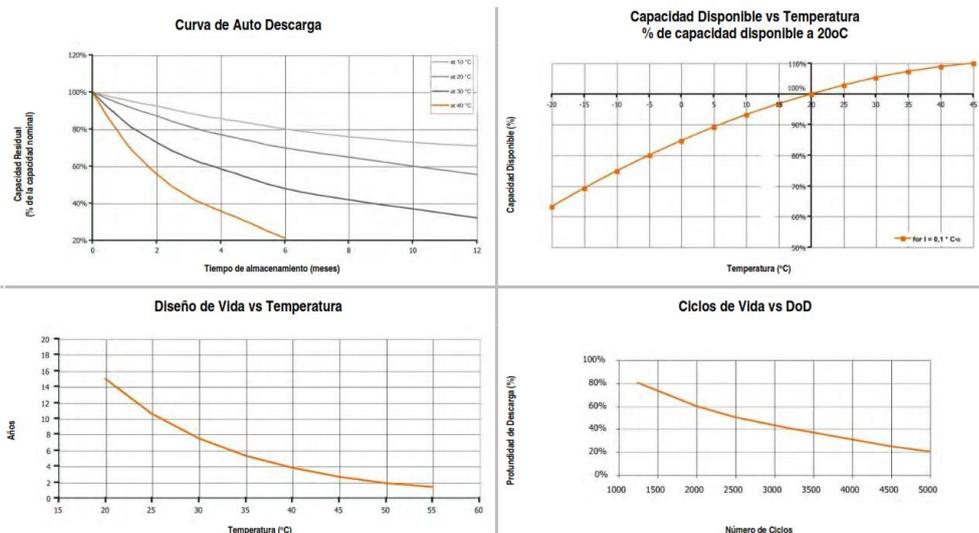
ELEMENTOS 2V



RESUMEN MODELOS FS DISPONIBLES

MODELO	DESCRIPCIÓN	Capacidad (Ah) C10 (1,8 V/Elm, 20°C)	Capacidad (Ah) C100	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	PESO
FS 100	2 OPzS 100	115	179,3	103	206	380	13,8
FS 150	3 OPzS 150	171	242,6	103	206	380	15,7
FS 200	4 OPzS 200	215	295,8	103	206	380	17,5
FS 250	5 OPzS 250	270	373	124	206	380	21,4
FS 300	6 OPzS 300	323	445	145	206	380	25,7
FS 350	5 OPzS 350	387	534	124	206	496	28,4
FS 420	6 OPzS 420	465	639	145	206	496	33,5
FS 490	7 OPzS 490	542	744	166	206	496	38,6
FS 500	5 OPzS 500	589	811	145	206	671	42
FS 600	6 OPzS 600	656	940	145	206	671	45,8
FS 700	7 OPzS 700	811	1106	191	210	671	60
FS 800	8 OPzS 800	875	1255	191	210	671	63,8
FS 900	9 OPzS 900	1031	1407	233	210	671	73
FS 1000	10 OPzS 1000	1095	1570	233	210	671	78,2
FS 1200	12 OPzS 1200	1312	1889	275	210	671	91,3
FS 1400	11 OPzS 1400	1581	2077	275	210	821	110,5
FS 1500	12 OPzS 1500	1669	2229	275	210	821	115,1
FS 1700	14 OPzS 1700	2021	2659	397	212	797	143,3
FS 1875	15 OPzS 1875	2136	2816	397	212	797	148,9
FS 2000	16 OPzS 2000	2227	2946	397	212	797	154,5
FS 2250	18 OPzS 2250	2574	3339	487	212	797	184
FS 2500	20 OPzS 2500	2791	3636	487	212	797	201
FS 3000	24 OPzS 3000	3343	4352	576	212	797	230

Gráficas

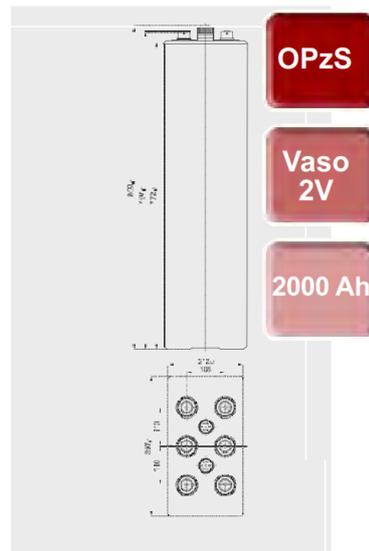


Baterías

Elemento 2V OPzS FS 2000 16 OPzS 2000

Características Técnicas

Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	2227
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	2946
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	15
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.65%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25 °C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	+0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	200
Tensión final de carga (V)	2.35 a 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 hora (V/Elem.)	1.65
Intensidad en corto (A)	12400
Resistencia Interna (mOhm/Elem.)	0.167
Número de ciclos al 60% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	397 x 212 x 797
Peso en seco (kg)	108,8
Peso con electrolito (kg)	154,5
Tipo y número de terminales	M10 / 6



Intensidad de descarga constante a 20°C (A/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	1967.2	1621.3	1335.6	1163.9	926.8	778.3	595.0	484.8	412.5	360.7	291.8	242.9	137.0
1.65	1773.6	1490.5	1256.4	1112.9	901.1	761.8	585.5	478.6	407.3	356.7	288.8	240.6	136.6
1.70	1567.7	1340.9	1152.2	1034.7	859.4	735.4	571.2	469.0	399.7	351.0	284.5	237.5	134.3
1.75	1315.3	1152.7	1019.6	934.6	794.4	689.7	547.3	454.0	387.8	342.9	277.5	231.7	131.4
1.80	1082.7	982.7	887.5	825.6	714.3	632.3	510.5	427.7	368.5	325.9	264.8	222.7	126.5
1.83	946.2	863.9	790.4	742.1	652.2	581.2	474.4	399.6	347.3	307.9	252.0	211.7	119.8
1.85	858.8	792.5	729.5	687.9	605.4	540.6	443.6	375.6	325.6	290.0	239.1	201.5	114.0
1.87	771.2	715.4	659.5	622.6	551.2	492.5	409.9	350.6	307.2	274.8	226.7	191.3	109.7
1.90	634.5	590.7	550.2	523.2	470.6	426.5	359.8	309.5	271.4	244.8	203.2	173.0	99.2

Potencia de descarga constante a 20°C (W/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	3212.6	2759.3	2327.2	2062.3	1667.4	1421.9	1095.1	902.4	773.6	679.8	552.6	461.2	261.0
1.65	2978.1	2585.0	2212.8	1981.7	1625.1	1393.6	1078.4	891.1	764.0	672.4	547.0	456.9	258.4
1.70	2713.7	2377.6	2059.7	1860.3	1555.2	1347.9	1053.3	874.0	750.2	662.0	539.0	451.1	255.8
1.75	2337.1	2072.6	1843.7	1696.8	1454.8	1271.3	1018.6	850.6	730.3	647.8	527.9	443.0	250.9
1.80	1969.3	1789.3	1623.7	1515.6	1318.0	1174.3	955.3	804.8	697.5	618.5	505.3	426.0	244.0
1.83	1741.9	1598.8	1461.7	1371.6	1215.0	1089.2	895.7	760.1	660.1	586.3	484.3	407.8	233.3
1.85	1598.6	1477.9	1362.4	1285.9	1137.3	1019.9	844.9	716.4	623.4	555.5	462.3	391.3	221.6
1.87	1453.7	1348.1	1245.3	1177.1	1044.7	937.3	785.4	675.0	593.4	530.7	440.6	372.8	214.0
1.90	1208.8	1126.7	1051.3	1000.9	902.8	821.6	697.2	599.9	527.8	476.7	397.5	341.1	196.9

ELEMENTOS 2V

Elemento 2V OPzS FS 2250 18 OPzS 2250

OPzS

Vaso
2V

2250 Ah



Características Técnicas

Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	2574
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	3339
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	18
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.65%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25 °C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	+0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	225
Tensión final de carga (V)	2.35 a 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 hora (V/Elem.)	1.65
Intensidad en corto (A)	14600
Resistencia Interna (mOhm/Elem.)	0.140
Numero de ciclos al 60% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	487x212x797
Peso en seco (kg)	125
Peso con electrolito (kg)	184
Tipo y numero de terminales	M10 / 8

Intensidad de descarga constante a 20°C (A/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	2211.2	1819.5	1496.7	1303.0	1038.8	873.8	674.5	554.6	478.2	418.2	338.2	280.5	157.6
1.65	1993.7	1672.7	1408.0	1245.9	1010.0	855.3	663.7	547.5	472.2	413.5	334.6	277.8	156.0
1.70	1762.2	1504.8	1291.2	1158.3	963.3	825.7	647.5	536.6	463.3	406.9	329.7	274.2	154.4
1.75	1472.1	1290.0	1141.4	1046.4	891.0	774.2	620.7	519.8	448.5	396.0	320.8	267.3	151.5
1.80	1209.8	1099.9	995.0	926.6	803.9	710.8	580.1	490.1	426.7	378.2	305.9	257.4	144.5
1.83	1058.3	967.2	886.0	832.6	733.6	654.4	539.6	458.4	401.9	356.4	291.1	243.5	137.6
1.85	960.3	888.0	818.9	773.2	682.1	608.9	504.9	430.7	378.2	336.6	277.2	233.6	130.7
1.87	864.3	801.9	740.6	699.9	620.7	554.4	466.3	402.9	357.4	318.8	263.3	220.8	125.7
1.90	712.8	662.3	617.8	588.1	530.6	481.1	410.9	356.4	315.8	284.1	236.6	201.0	114.8

Potencia de descarga constante a 20°C (W/Elem.)

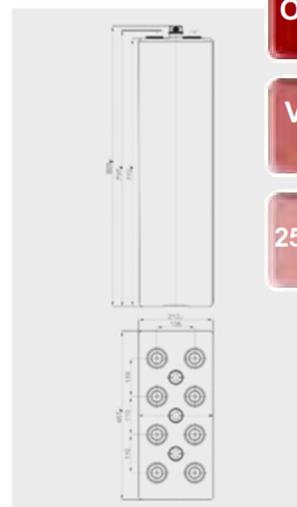
V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	3611.2	3096.6	2607.9	2308.7	1869.0	1596.5	1241.4	1032.3	896.8	788.0	640.4	532.4	300.2
1.65	3347.6	2901.0	2479.8	2218.5	1821.5	1564.7	1222.4	1019.4	885.8	779.5	633.9	527.6	297.2
1.70	3050.3	2668.3	2308.2	2082.6	1743.1	1513.3	1194.0	999.9	869.7	767.3	624.6	520.8	294.2
1.75	2615.7	2319.5	2063.8	1899.7	1631.7	1427.1	1155.4	973.7	844.5	748.0	610.2	511.2	289.3
1.80	2200.5	2002.6	1820.3	1701.1	1483.3	1320.1	1085.5	922.2	807.6	717.7	583.8	492.5	278.7
1.83	1948.3	1790.0	1638.5	1538.9	1366.6	1226.3	1018.8	871.9	763.9	678.8	559.4	469.2	267.9
1.85	1787.5	1656.0	1529.4	1445.5	1281.4	1148.6	961.6	821.3	724.0	644.7	536.0	453.7	254.1
1.87	1629.0	1511.0	1398.3	1323.4	1176.6	1055.2	893.5	775.7	690.2	615.7	511.7	430.3	245.3
1.90	1357.9	1263.2	1180.5	1125.1	1018.0	926.8	796.1	690.9	614.1	553.3	462.9	396.2	227.8



Elemento 2V OPzS FS 2500 20 OPzS 2500

Características Técnicas

Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	2791
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	3636
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	20
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.65%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25 °C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	+0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	250
Tensión final de carga (V)	2.35 a 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 horas (V/Elem.)	1.65
Intensidad en corto (A)	15880
Resistencia Interna (mOhm/Elem.)	0.130
Número de ciclos al 60% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	487x212x797
Peso en seco (kg)	135
Peso con electrolito (kg)	201
Tipo y número de terminales	M10 / 8



OPzS

Vaso
2V

2500 Ah

Intensidad de descarga constante a 20°C (A/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	2465.2	2035.3	1679.0	1464.7	1163.6	977.8	746.9	609.5	517.1	453.1	365.8	304.5	172.9
1.65	2220.2	1867.2	1575.3	1396.3	1130.2	956.2	734.6	600.8	510.7	447.5	362.0	301.8	171.1
1.70	1961.1	1676.8	1440.6	1293.4	1074.0	921.1	716.2	588.2	501.0	440.3	356.8	297.9	168.7
1.75	1641.9	1438.8	1273.7	1168.1	993.4	863.1	687.9	571.0	486.0	429.3	347.9	291.1	164.7
1.80	1350.0	1227.0	1108.6	1031.6	893.7	790.2	639.0	536.4	462.4	409.0	331.9	279.1	158.0
1.83	1179.9	1078.5	987.2	927.2	815.6	726.9	593.6	501.1	434.2	384.9	315.1	265.1	150.2
1.85	1070.7	989.0	910.7	858.9	756.8	676.3	554.8	469.3	408.3	363.9	300.1	252.9	142.4
1.87	962.2	893.0	823.6	777.7	688.7	615.3	512.1	439.1	384.8	343.5	284.7	239.3	137.1
1.90	791.7	737.5	687.1	653.5	589.1	533.2	449.9	386.9	339.9	305.6	254.8	217.0	124.5

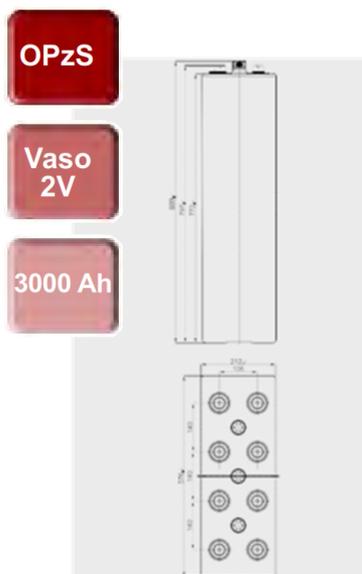
Potencia de descarga constante a 20°C (W/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	4022.0	3457.5	2920.7	2591.2	2090.1	1784.0	1372.2	1132.0	969.0	852.7	691.2	578.1	328.5
1.65	3729.2	3235.9	2772.2	2484.1	2034.0	1747.4	1350.4	1116.3	957.2	842.6	684.3	573.0	325.2
1.70	3394.3	2973.4	2575.3	2325.6	1942.1	1687.2	1318.0	1094.1	939.6	829.3	674.6	565.8	320.6
1.75	2916.8	2587.6	2303.0	2120.3	1818.6	1589.4	1279.3	1067.2	915.3	811.1	661.4	554.8	314.6
1.80	2458.0	2234.2	2028.4	1893.9	1647.4	1468.3	1195.6	1008.8	874.1	774.4	633.4	533.8	304.7
1.83	2173.5	1996.5	1826.3	1714.3	1519.3	1362.0	1121.6	950.9	826.4	734.0	606.3	511.4	291.1
1.85	1994.4	1844.7	1701.5	1606.6	1421.7	1275.7	1056.7	896.2	780.6	696.0	579.2	489.8	278.3
1.87	1813.6	1683.0	1555.6	1471.0	1305.3	1172.4	983.2	844.5	743.1	663.8	551.4	467.5	268.6
1.90	1507.4	1407.1	1313.2	1250.3	1128.6	1027.6	871.9	751.2	660.5	596.8	497.7	426.8	247.2

Baterías

ELEMENTOS 2V

Elemento 2V OPzS FS 3000 24 OPzS 3000



Características Técnicas

Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	3343
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	4352
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	24
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.65%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25 °C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	+0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	300
Tensión final de carga (V)	2.35 a 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 hora (V/Elem.)	1.65
Intensidad en corto (A)	18470
Resistencia Interna (mOhm/Elem.)	0.112
Numero de ciclos al 60% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	576x212x797
Peso en seco (kg)	158
Peso con electrolito (kg)	230
Tipo y numero de terminales	M10 / 8

Intensidad de descarga constante a 20°C (A/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	2966.5	2448.3	2019.2	1761.1	1402.2	1171.3	895.7	730.1	619.7	543.1	437.9	365.2	206.4
1.65	2669.1	2242.6	1892.5	1677.8	1361.1	1145.3	880.9	720.0	611.8	536.9	433.1	361.9	204.2
1.70	2354.4	2012.3	1728.1	1551.1	1291.5	1102.3	858.4	704.7	600.6	528.0	426.7	357.1	201.2
1.75	1967.2	1725.4	1526.6	1399.7	1191.1	1032.3	822.3	682.5	582.6	514.0	425.8	348.3	197.3
1.80	1618.5	1469.9	1328.6	1236.7	1071.1	947.6	765.8	642.6	554.0	489.7	398.0	334.3	189.6
1.83	1414.7	1293.6	1183.1	1110.5	977.0	870.4	711.4	600.3	520.7	461.6	378.2	317.4	179.9
1.85	1283.1	1186.1	1092.2	1030.1	908.1	809.8	664.7	562.6	488.9	435.6	359.3	303.0	171.1
1.87	1153.1	1070.2	987.8	933.1	826.2	738.0	614.1	525.4	461.3	412.2	340.7	286.6	163.8
1.90	948.9	883.1	823.2	783.2	704.9	639.1	539.8	464.1	407.6	366.4	304.8	260.1	149.0

Potencia de descarga constante a 20°C (W/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.60	4837.1	4158.7	3511.8	3114.8	2518.4	2137.9	1646.5	1356.8	1162.0	1021.9	828.0	692.4	394.3
1.65	4482.9	3887.7	3329.3	2982.5	2449.1	2093.4	1619.8	1338.1	1147.5	1010.8	819.5	686.1	390.2
1.70	4075.9	3568.5	3088.9	2788.3	2335.4	2020.0	1580.4	1312.1	1125.8	994.8	807.5	677.4	384.5
1.75	3495.5	3101.7	2761.0	2542.2	2181.2	1901.2	1528.9	1277.2	1096.7	972.5	788.0	665.2	376.8
1.80	2945.8	2678.4	2431.8	2270.7	1975.6	1760.9	1433.3	1209.3	1047.1	927.9	759.4	639.2	365.0
1.83	2605.1	2392.5	2188.7	2054.7	1820.7	1632.7	1344.2	1140.2	990.4	879.3	726.4	612.7	348.5
1.85	2390.3	2210.9	2039.4	1925.8	1704.2	1528.7	1266.4	1074.5	935.6	833.4	694.2	587.0	333.7
1.87	2173.5	2017.4	1864.3	1762.7	1564.3	1405.7	1178.1	1011.9	890.1	796.1	661.1	559.9	321.8
1.90	1806.8	1686.3	1573.8	1498.6	1351.9	1231.1	1044.7	899.7	791.6	715.1	596.4	511.8	296.1

Gama de baterías Rekoser

RKS OPzS Series Serie OPzS

Ha sido diseñada para un bajo mantenimiento, adecuados para el uso en sistemas solares industriales de tipo medio.

It has been designed for low maintenance, suitable for use in industrial solar systems average.

Model	Voltage	Capacity (A h) 10Hr	Dimension			Total Height mm	Terminal	Weight (kg)
			Length mm	Width mm	Height mm			
RKS2-100	2	100	103	206	354	409	F10	7
RKS2-150	2	150	103	206	354	409	F10	10.5
RKS2-200	2	200	103	206	354	409	F10	13
RKS2-300	2	300	145	206	354	409	F10	17
RKS2-350	2	350	124	206	470	525	F10	20.5
RKS2-420	2	420	145	206	470	525	F10	23.5
RKS2-600	2	600	145	206	645	700	F10	32
RKS2-800	2	800	191	210	645	700	F10	42
RKS2-1000	2	1000	233	210	645	700	F10	51.5
RKS2-1200	2	1200	275	210	645	700	F10	61.5
RKS2-1500	2	1500	275	210	795	850	F10	71
RKS2-2000	2	2000	399	210	771	826	F10	98
RKS2-2500	2	2500	487	212	771	826	F10	131
RKS2-3000	2	3000	576	212	771	826	F10	155
RKS12-100	12	100	409	176	225	225	F11	42.5
RKS12-150	12	150	522	238	218	218	F12	52.5
RKS12-200	12	200	522	269	220	220	F12	69.5
RKS12-250	12	220	522	269	220	220	F12	74

Características

Exceden el estándar especificado en DIN40736 and IEC60896-21

Seguridad y fiabilidad

Alto rendimiento

Features

Exceeds DIN40736 and IEC60896-21

Security and reliability

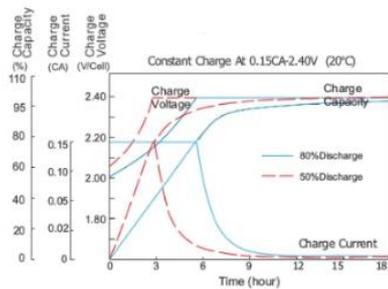
High performance

RKS

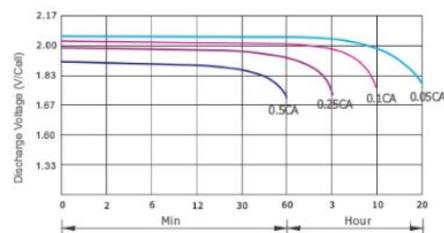


Performance characteristics Características de desempeño

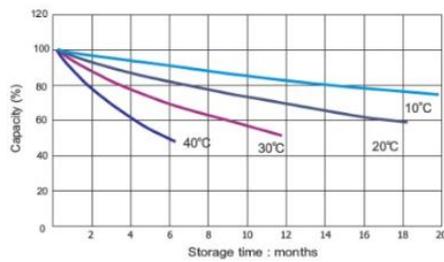
CHARGE CHARACTERISTICS



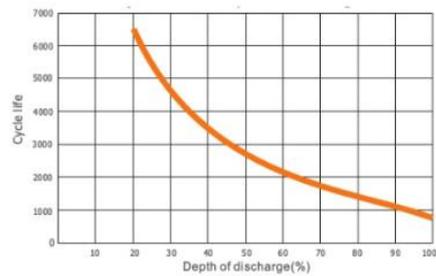
DISCHARGE CHARACTERISTIC 25°C



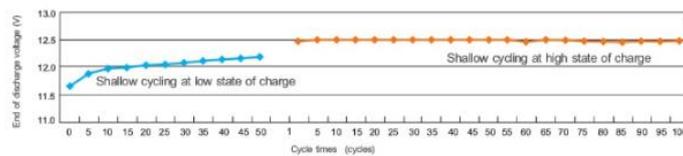
SELF DISCHARGE CHARACTERISTICS



FLOAT VOLTAGE VS FLOAT LIFE



CYCLE DISCHARGE VOLTAGE CURVE
(Test standard BS EN 61427:2005)



Certifications Certificaciones

Complied standards

- IEC 60896-11
- DIN40736
- IEC61427
- Eurobat guide, long life
- BS6290 part 4
- UL1989



ISO9001



ISO14001



RKS

RKV OPzV Series Serie OPzV

Pensada para obtener una mayor vida útil, sin interrupciones.

Designed for longer life, without interruption.

Model	Voltage	Capacity (A h)		Dimension			Terminal	Weight (kg)
		10 Hr	Length mm	Width mm	Height mm	mm		
RKV2-150	2	150	103	206	354	390	F10	14.7
RKV2-200	2	200	103	206	354	390	F10	16.3
RKV2-250	2	250	124	206	354	390	F10	20.3
RKV2-300	2	300	145	206	354	390	F10	24
RKV2-350	2	350	124	206	471	506	F10	28.5
RKV2-420	2	420	145	206	471	506	F10	32
RKV2-500	2	500	166	206	471	506	F10	35.5
RKV2-600	2	600	145	206	646	681	F10	43.5
RKV2-800	2	800	191	210	646	681	F10	58.5
RKV2-1000	2	1000	233	210	646	681	F10	72
RKV2-1200	2	1200	275	210	646	681	F10	84
RKV2-1500	2	1500	275	210	796	831	F10	105
RKV2-2000	2	2000	399	212	772	807	F10	156
RKV2-2500	2	2500	487	212	772	807	F10	185
RKV2-3000	2	3000	576	212	772	807	F10	220

Características

Mejor rendimiento y resistencia a la temperatura

Mejor rendimiento de ciclo profundo

Mejor aceptación de la carga

Superior rendimiento a baja corriente

Features

Better performance and temperature resistance

Better performance deep cycle

Better charge acceptance

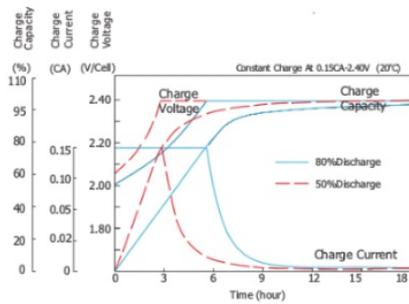
Superior performance at low current

RKV

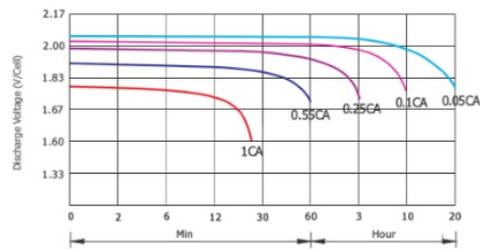


Performance characteristics Características de desempeño

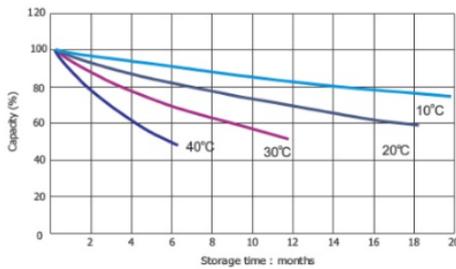
CHARGE CHARACTERISTICS



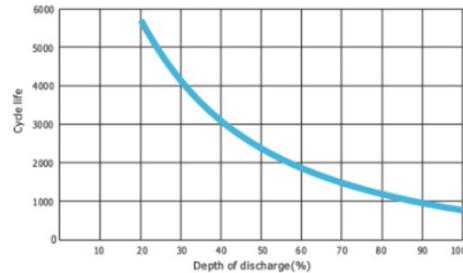
DISCHARGE CHARACTERISTIC



SELF DISCHARGE CHARACTERISTICS



FLOAT VOLTAGE VS FLOAT LIFE



Certifications Certificaciones

Complied standards

- IEC 60896-21/22
- DIN40742
- IEC61427
- YD/T1360
- Eurobat guide, long life
- BS6290 part 4
- UL1989



ISO9001



ISO14001



RKV

Catálogo de módulos solares

Gama de módulos de Canadian Solar



CS6P-260 | 265 | 270P

The high quality and reliability of Canadian Solar's modules is ensured by 15 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency of up to 16.79 %
-  Outstanding low irradiance performance of up to 96.5 %
-  No. 1 PTC High PTC rating of up to 92.0 %
-  IP67 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 6000 Pa, wind load up to 4000 Pa *

 **CanadianSolar**



*Black frame product can be provided upon request.

 **25 years linear power output warranty**

 **10 years product warranty on materials and workmanship**

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2008 / Quality management system
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / TÜV-Rheinland / CE / MCS / JET / SII / CEC AU / INMETRO / CQC
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1
IEC 60068-2-68: SGS
Take-e-way



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

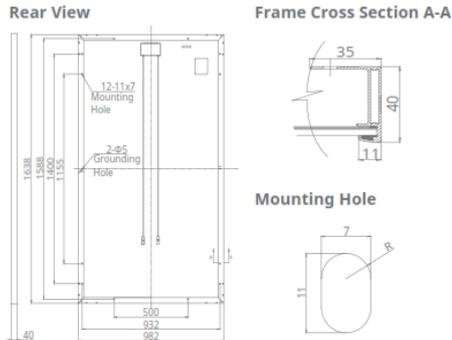
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 17 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

*For detail information, please refer to Installation Manual.

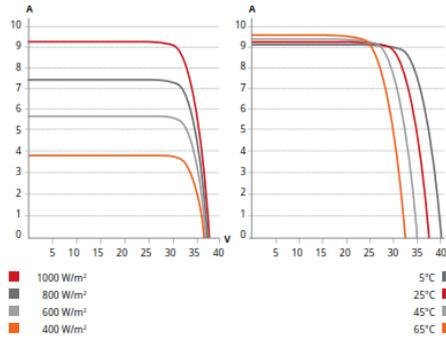
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6P-265P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.56 A	8.66 A	8.75 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.5 V	37.7 V	37.9 V
Short Circuit Current (Isc)	9.12 A	9.23 A	9.32 A
Module Efficiency	16.16%	16.47%	16.79%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	15 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NOCT*

CS6P	260P	265P	270P
Nominal Max. Power (Pmax)	189 W	192 W	196 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	27.7 V	27.9 V	28.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.80 A	6.88 A	6.97 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.5 V	34.7 V	34.8 V
Short Circuit Current (Isc)	7.39 A	7.48 A	7.55 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 96.5 % from irradiances, between 1000 W/m² and 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6 × 10)
Dimensions	1638 × 982 × 40 mm (64.5 × 38.7 × 1.57 in)
Weight	18 kg (39.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm ² (IEC) or 4 mm ² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm (39.4 in) (650 mm (25.6 in) is optional)
Connectors	T4 series or PV2 series
Per Pallet	26 pieces, 515 kg (1135.4 lbs)
Per Container (40' HQ)	728 pieces

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.41 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.31 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.053 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45 ± 2 °C

PARTNER SECTION



Scan this QR-code to discover solar projects built with this module



Gama de módulos de Kyocera



OFF-GRID MODULES | d.Blue Modules

Kyocera Empowers Your Future

40-135 WATT POWER RANGE
MODULES FEATURE CONDUIT-READY JUNCTION BOX
HEAVY-DUTY ANODIZED ALUMINUM FRAME
20-YEAR POWER OUTPUT WARRANTY



SOLAR by KYOCERA



KYOCERA'S d.Blue technology is a process of texturing the surface of the solar cells to reduce reflection. This keeps more of the light energy within the cell, creating a gain in output power. The cell texturing and the new three-bus-bar electrodes combine to raise module performance to a new level.

KYOCERA d.Blue Modules

KYOCERA has also gone from two bus bars per cell to three. By adopting three-bus electrode circuitry in combination with its "d.Blue" solar cell technology, KYOCERA has increased the power output of its solar modules by as much as seven percent without affecting the physical size of the modules. This gives the KYOCERA OFF-GRID Modules line a broad power range – from 40 watts to 135 watts—providing a solution for nearly every application.



OFF-GRID MODULES SPECIFICATIONS



	KD135SX	KC85T	KC65T	KC50T	KC40T
Maximum Power	135W	87W	65W	54W	43W
Tolerance	+5%/-5%	+10%/-5%	+10%/-5%	+10%/-5%	+10%/-5%
Maximum System Voltage	600V	600V	600V	600V	600V
Maximum Power Voltage	17.7V	17.4V	17.4V	17.4V	17.4V
Maximum Power Current	7.63A	5.02A	3.75A	3.11A	2.48A
Open Circuit Voltage	22.1V	21.7V	21.7V	21.7V	21.7V
Short Circuit Current	8.37A	5.34A	3.99A	3.31A	2.65A
Length	59.1"	39.6"	29.6"	25.2"	20.7"
Width	26.3"	25.7"	25.7"	25.7"	25.7"
Depth	1.8"	2.3"	2.1"	2.1"	2.1"
Weight	27.5 lbs	18.3 lbs	13.2 lbs	11.0 lbs	9.9 lbs
Warranty	20 Years	20 Years	20 Years	20 Years	20 Years
Frame Color	Black Anodized	Clear Anodized	Clear Anodized	Clear Anodized	Clear Anodized
Termination Method	Conduit Ready Junction Box	Conduit Ready Junction Box			
<small>Kyocera reserves the right to modify these specifications without notice. All specification at 25°C. cell temperature, 1.5 AM and 1000W/m². Modules have a conduit ready junction box.</small>				KYOCERA SOLAR, INC. 800-223-9580 toll-free 800-523-2329 fax www.kyocerasolar.com	
<small>© 2010 Kyocera Solar, Inc. All rights reserved.</small>					

Gama de Módulos de Rekoser

REKOSER

Datasheet

160Wp — 200Wp

Polycrystalline solar PV module



Model Number	RSP160P	RSP170P	RSP180P	RSP190P	RSP200P
Maximum Power (pmax)	160Wp	170Wp	180Wp	190Wp	200Wp
Optimum Operating Voltage/Vmp	24V	24V	24V	24V	24.2V
Optimum Operating Current/Imp	6.67A	7.08A	7.5A	7.92A	8.26A
Open Circuit Voltage /Voc	28.8V	28.8V	28.8V	28.8V	28.8V
Short Circuit Current /Isc	7.27A	7.68A	8.1A	8.52A	8.86A
Module Efficiency	12.2%	13%	13.8%	14.5%	15.3%
Power Tolerance (%)				±3	
Maximum Series Fuse Rating				15A	
Maximum system voltage				1000 V DC	

Maximum Data

Operating Temperature	-40°C~+80°C	°C
Storage temperature	from -40°C~+80°C	°C
Instulation cut voltage	1000	DC
Maximum wind resistance	60m/s	N/m² or max Km/h
Surface maximum load capacity	200	Kg/m²
Maximum hail load capacity	25mm	80km/h

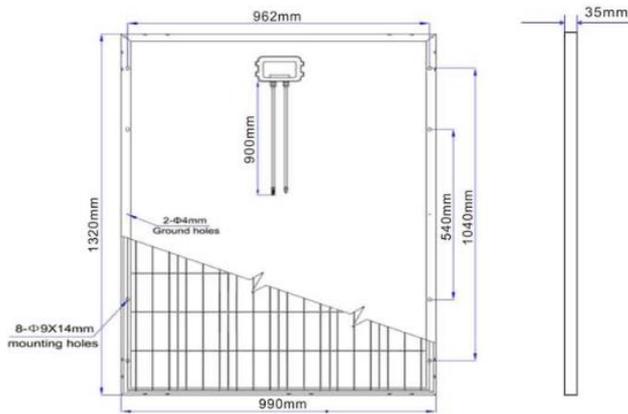
EFFICIENCY

- Low voltage-temperature coefficient allows higher power output at high-temperature condition
- High efficient, high reliable solar cells ensure our product output stability

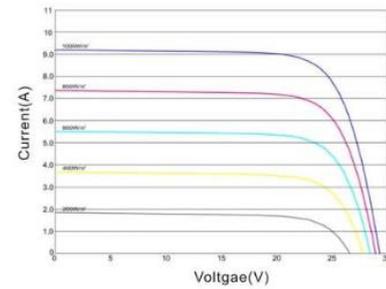
www.whitewallenergy.com



Physical Characteristics



I-V Curve



Laminating Data

Cell dimension (mm)	156 x 156
Dimensions (mm)	1320x990x40
Number of cells	48(6*8)
Weight	16Kg
Frame Material	Clear anodized aluminium frame
Thickness of glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Laminating material	EVA
Backsheet material	TPT
Junction Box	Ip65

STC

AM condition	AM1.5
Intensity of illumination	1000W/m ²
temperature	25°C

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.45%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.050%/°C

Superior Warranty



- 10** 10-years Manufacturing warranty.
- 12** 12-years warranty 90% power output.
- 25** 25-years warranty 80% power output.

REKOSER

Datasheet

210Wp — 235Wp

Polycrystalline solar PV module



Model Number	RSP210P	RSP215P	RSP220P	RSP225P	RSP230P	RSP235P
Maximum Power (pmax)	210Wp	215Wp	220Wp	225Wp	230Wp	235Wp
Optimum Operating Voltage/Vmp	27V	27V	27V	27V	27V	27V
Optimum Operating Current/Imp	7.78A	7.96A	8.15A	8.33A	8.52A	8.70A
Open Circuit Voltage /Voc	32.4V	32.4V	32.4V	32.4V	32.4V	32.4V
Short Circuit Current /Isc	8.38A	8.56A	8.75A	8.93A	9.12A	9.30A
Module Efficiency	14.3%	14.7%	15%	15.4%	15.7%	16%
Power Tolerance (%)				±3		
Maximum Series Fuse Rating				15A		
Maximum system voltage				1000 V DC		

Maximum Data		
Operating Temperature	-40°C~+80°C	°C
Storage temperature	from -40°C ~+80°C	°C
Instulation cut voltage	1000	DC
Maximum wind resistance	60m/s	N/m ² or max Km/h
Surface maximum load capacity	200	Kg/m ²
Maximum hail load capacity	25mm	80km/h

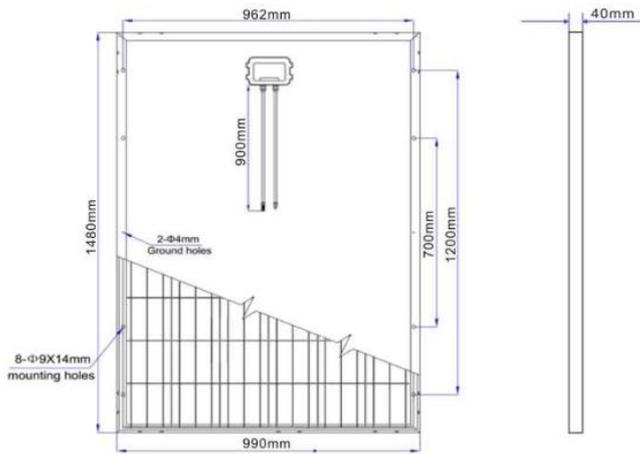
EFFICIENCY

- Low voltage-temperature coefficient allows higher power output at high-temperature condition
- High efficient, high reliable solar cells ensure our product output stability

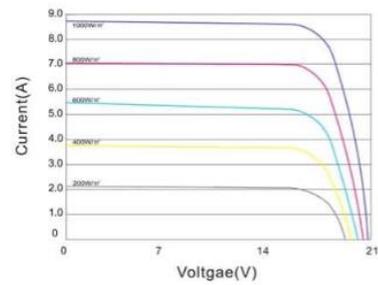
www.whitewallenergy.com



Physical Characteristics



I-V Curve



Laminating Data

Cell dimension (mm)	156 x 156
Dimensions (mm)	1480x990x40
Number of cells	54(6*9)
Weight	17.5Kg
Frame Material	Clear anodized aluminium frame
Thickness of glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Laminating material	EVA
Backsheet material	TPT
Junction Box	Ip65

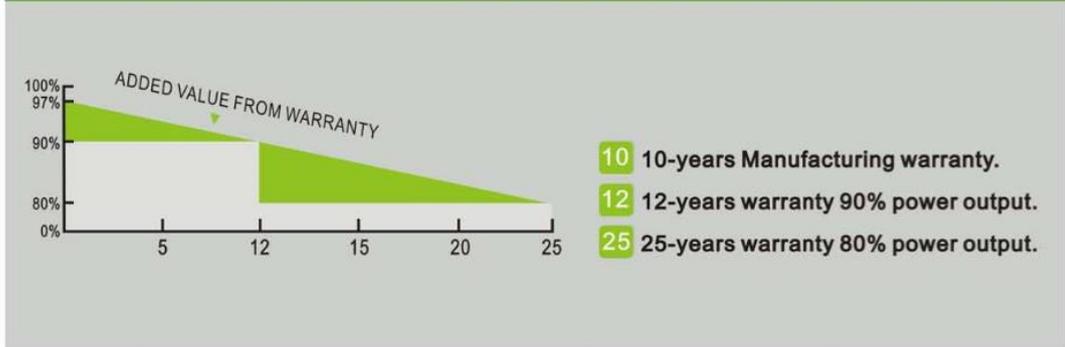
STC

AM condition	AM1.5
Intensity of illumination	1000W/m²
temperature	25°C

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.45%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.050%/°C

Superior Warranty



www.whitewallenergy.com

REKOSER

Datasheet

240Wp — 255Wp

Polycrystalline solar PV module



Model Number	RSP240P	RSP245P	RSP250P	RSP255P
Maximum Power (pmax)	240Wp	245Wp	250Wp	255Wp
Optimum Operating Voltage/Vmp	30V	30V	30V	30V
Optimum Operating Current/Imp	8A	8.17A	8.33A	8.5A
Open Circuit Voltage /Voc	36V	36V	36V	36V
Short Circuit Current /Isc	8.6A	8.77A	8.93A	9.2A
Module Efficiency	14.7%	15%	15.3%	15.6%
Power Tolerance (%)				±3
Maximum Series Fuse Rating				15A
Maximum system voltage				1000 V DC

Maximum Data		
Operating Temperature	-40°C~+80°C	°C
Storage temperature	from -40°C~+80°C	°C
Instulation cut voltage	1000	DC
Maximum wind resistance	60m/s	N/m² or max Km/h
Surface maximum load capacity	200	Kg/m²
Maximum hail load capacity	25mm	80km/h

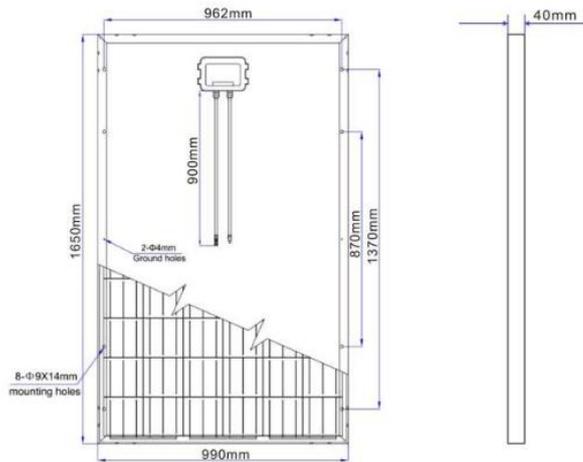
EFFICIENCY

- Low voltage-temperature coefficient allows higher power output at high-temperature condition
- High efficient, high reliable solar cells ensure our product output stability

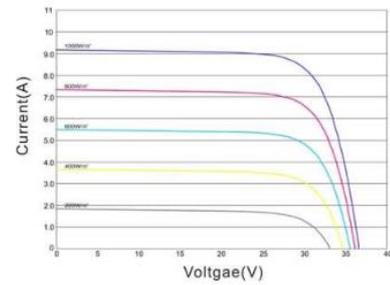
www.whitewallenergy.com



Physical Characteristics



I-V Curve



Laminating Data

Cell dimension (mm)	156 x 156
Dimensions (mm)	1650x990x40
Number of cells	60(6*10)
Weight	19Kg
Frame Material	Clear anodized aluminium frame
Thickness of glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Laminating material	EVA
Backsheet material	TPT
Junction Box	Ip65

STC

AM condition	AM1.5
Intensity of illumination	1000W/m ²
temperature	25°C

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.45%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.050%/°C

Superior Warranty



- 10** 10-years Manufacturing warranty.
- 12** 12-years warranty 90% power output.
- 25** 25-years warranty 80% power output.

www.whitewallenergy.com

REKOSER

Datasheet

260Wp — 300Wp

Polycrystalline solar PV module



Model Number	RSP260P	RSP270P	RSP280P	RSP290P	RSP300P
Maximum Power (pmax)	260Wp	270Wp	280Wp	290Wp	300Wp
Optimum Operating Voltage/Vmp	36V	36V	36V	36V	36V
Optimum Operating Current/Imp	7.22A	7.5A	7.78A	8.06A	8.33A
Open Circuit Voltage /Voc	43.2V	43.2V	43.2V	43.2V	43.2V
Short Circuit Current /Isc	7.92A	8.2A	8.48A	8.76A	9.13A
Module Efficiency	13.5%	14%	14.5%	15%	15.5%
Power Tolerance (%)				±3	
Maximum Series Fuse Rating				15A	
Maximum system voltage				1000 V DC	

Maximum Data		
Operating Temperature	-40°C~+80°C	°C
Storage temperature	from -40°C~+80°C	°C
Instulation cut voltage	1000	DC
Maximum wind resistance	60m/s	N/m² or max Km/h
Surface maximum load capacity	200	Kg/m²
Maximum hail load capacity	25mm	80km/h

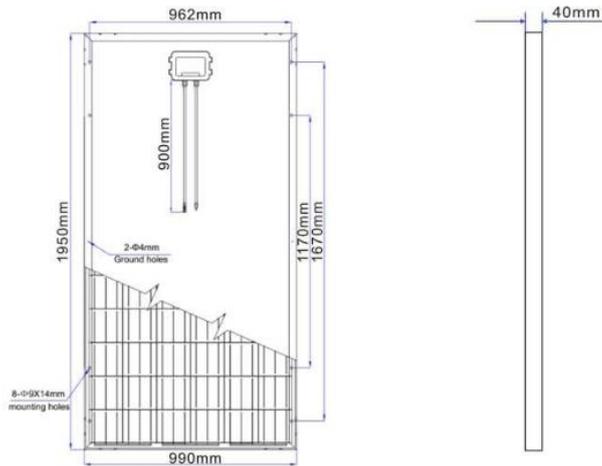
EFFICIENCY

- Low voltage-temperature coefficient allows higher power output at high-temperature condition
- High efficient, high reliable solar cells ensure our product output stability

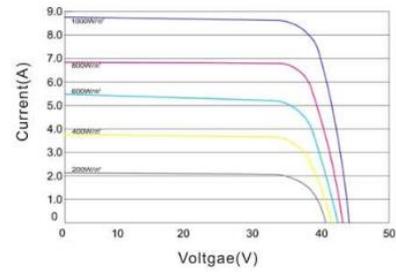
www.whitewallenergy.com



Physical Characteristics



I-V Curve



Laminating Data

Cell dimension (mm)	156 x 156
Dimensions (mm)	1950x990x40
Number of cells	72(6*12)
Weight	22Kg
Frame Material	Clear anodized aluminium frame
Thickness of glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Laminating material	EVA
Backsheet material	TPT
Junction Box	Ip65

STC

AM condition	AM1.5
Intensity of illumination	1000W/m ²
temperature	25°C

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.45%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.050%/°C

Superior Warranty



www.whitewallenergy.com

Gama de módulos de SolarWorld

Sunmodule[®] Plus

SW 260 POLY

Data sheet



HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of Solarworld's high-quality modules. All production steps, from silicon to module, are established at our production sites, ensuring the highest quality for our customers every step of the way. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- ☑ Especially stable, despite its low weight mechanical resilience of up to 8.5 kN/m²
- ☑ Tested in extreme weather conditions – resistance to salt spray, frost and hail-proof, resistance to ammonia, dust and sand
- ☑ PID-resistant and proven hotspot guarantee
- ☑ Highly-efficient cells for the highest possible yields
- ☑ Harmonized components such as mounting systems, connector cables, inverters and energy storage systems can be delivered as complete system
- ☑ Patented drainage corners for optimized self-cleaning
- ☑ Front glass with an anti-reflective coating
- ☑ Long-term safety and guaranteed top performance – 25-year linear performance warranty 10-year product warranty

www.solarworld.com

Sunmodule[®] Plus SW 260 POLY



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

SW 260		
Maximum power	P_{max}	260 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	38.4 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	31.4 V
Short circuit current	I_{sc}	8.94 A
Maximum power point current	I_{mp}	8.37 A
Module efficiency	η_m	15.51 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

SW 260		
Maximum power	P_{max}	192.4 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	34.8 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	28.5 V
Short circuit current	I_{sc}	7.35 A
Maximum power point current	I_{mp}	6.76 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +5 Wp
Maximum system voltage SC II	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

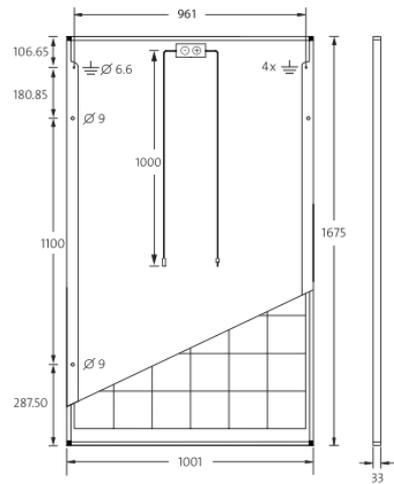
Cells per module	60
Cell type	Poly crystalline
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Clear anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	H4

DIMENSIONS / WEIGHT

Length	1675 mm	THERMAL CHARACTERISTICS	NOCT	46 °C
Width	1001 mm	TK I_{sc}		0.051 %/K
Height	33 mm	TK U_{oc}		-0.31 %/K
Weight	18.0 kg	TK P_{mp}		-0.41 %/K

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000008	Sunmodule Plus SW 260 poly



CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	10 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

90001216 | V2 2016-09-02 EN

Sunmodule[®] Plus SW 265 POLY



Data sheet



HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of Solarworld's high-quality modules. All production steps, from silicon to module, are established at our production sites, ensuring the highest quality for our customers every step of the way. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- Especially stable, despite its low weight mechanical resilience of up to 8.5 kN/m²
- Tested in extreme weather conditions – resistance to salt spray, frost and hail-proof, resistance to ammonia, dust and sand
- PID-resistant and proven hotspot guarantee
- Highly-efficient cells for the highest possible yields
- Harmonized components such as mounting systems, connector cables, inverters and energy storage systems can be delivered as complete system
- Patented drainage corners for optimized self-cleaning
- Front glass with an anti-reflective coating
- Long-term safety and guaranteed top performance – 25-year linear performance warranty 10-year product warranty



www.solarworld.com

Sunmodule[®] Plus SW 265 POLY



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

SW 265		
Maximum power	P_{max}	265 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	38.7 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	31.8 V
Short circuit current	I_{sc}	9.0 A
Maximum power point current	I_{mp}	8.43 A
Module efficiency	η_m	15.81 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

SW 265		
Maximum power	P_{max}	196 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	35.0 V
Maximum power point voltage	U_{mp}	28.8 V
Short circuit current	I_{sc}	7.4 A
Maximum power point current	I_{mp}	6.81 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +5 Wp
Maximum system voltage IEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Poly crystalline
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Clear anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	H4

DIMENSIONS / WEIGHT

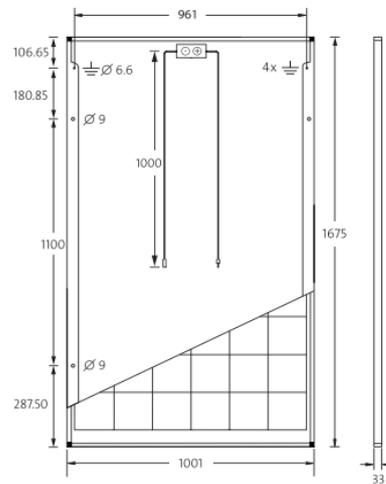
Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.051 %/K
TK U_{oc}	-0.31 %/K
TK P_{mp}	-0.41 %/K

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000010	Sunmodule Plus SW 265 poly



CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	10 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

900024801 | V2.2016-08-30 EN

Catálogo de reguladores

Gama de reguladores de Morningstar



TRISTAR MPPT™ 600V

SOLAR • VIENTO • HYDRO

ALTO VOLTAJE DE CARGA DEL CONTROLADOR

Controlador de carga TriStar MPPT de Morningstar 600V se puede utilizar con una mayor tensión fotovoltaica (PV) matrices, las turbinas eólicas o sistemas hidroeléctricos. Este producto permite a los siguientes escenarios de aplicación:

- La adición de módulos de forma incremental, sin problemas de cadena de tamaño
- Fuera de la red PV, sistemas eólicos o hidroeléctricos con voltajes de entrada superior a 150V
- Menos circuitos combinados y menor corriente de alambre largo se extiende desde la matriz al controlador
- Los nuevos sistemas de instalación de conexión a red PV con batería de respaldo
- Adaptación de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red que incluye la batería de respaldo sin cambiar la configuración de la matriz PV
- Carga suplementaria para los sistemas fotovoltaicos de CA acoplados



Estándar Con la caja de desconexión opcional Con interruptor de transferencia DC Pre-conexión con GFPPD - 600V

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

- **Alta capacidad de voltaje**
 - Tensión máxima de entrada de 600 V
 - Funciona con red de PV Voc tensiones hasta 525 Voc
 - Viento, voltajes operativos hidroeléctricos de hasta 500 Vcc
 - Pre-establecido para los sistemas de baterías de 48 V CC
 - Programable para 24V, 36V y 60V sistemas de baterías
 - Permite hilos largo se extiende desde la matriz al controlador
 - El voltaje más alto reduce la caída de tensión y los costos de alambre
 - No hay cajas de conexiones necesarios para los sistemas de cadena simple o dos
 - Mejor permite a los sistemas fotovoltaicos de conexión a red con batería de respaldo
 - Permite la fácil expansión del array fotovoltaico que los sistemas de tensión más baja y tiene capacidad para cargas crecientes
 - Soporta fotovoltaicos, eólica, hidráulica y otros sistemas de energía de la batería base en energía solar de alta tensión de corriente continua
- **Extremadamente Alta Fiabilidad**
 - Diseño térmico robusto y no hay ventiladores de refrigeración
 - No hay partes móviles
 - Protección contra rayos Superior de voltaje / puntas de corriente inducidos por rayos cercanos
 - Protecciones electrónicas
 - Epoxi inductores y placas de circuito impreso con revestimiento encapsulado
- **Muy Alta Eficiencia**
 - Con la máxima eficiencia del 97,9%
 - Algoritmo de seguimiento patentada reduce al mínimo las pérdidas de potencia
 - Bajo el autoconsumo
 - El funcionamiento continuo a plena potencia hasta 45 ° C temperatura ambiente sin necesidad de reducir la tasa
 - Los dispositivos electrónicos con puntuaciones más altas para reducir al mínimo las pérdidas de calefacción
- **Maximiza la energía de la cosecha**

Nuestra TrakStar™ MPPT Tecnología cuenta con:

 - Mejor seguimiento del punto de potencia máxima que otros reguladores de carga MPPT
 - Muy rápido barrido de toda la red de PV
 - El reconocimiento de múltiples tomas de corriente durante el sombreado o generadores fotovoltaicos mezclados
 - Operación de bajo voltaje de entrada
 - Un excelente rendimiento a la salida del sol y los bajos niveles de irradiación solar
- **Las capacidades de comunicaciones**
 - Permite el monitoreo del sistema, registro de datos y capacidad de ajuste. Utiliza el protocolo MODBUS™ estándar abierto y el software MS View de Morningstar
 - Meterbus: Comunicaciones entre los productos compatibles de Morningstar
 - Conectividad en serie en serie RS-232 y EIA-485
 - Ethernet: Interfaz totalmente habilitado para la web a una red local o Internet; ver desde un navegador web o enviar correo electrónico
- **Otras características**
 - Barrera de mayor a menor voltaje mejora la seguridad
 - Disponible con unidad opcional de desconexión: interruptor de desconexión 600 V PV, interruptor de la batería y / barras de distribución de salida de entrada precableado
 - Disponible opción de interruptor de transferencia de CC para la conexión de un inversor monofásico GT a la carga de la batería de copia de seguridad durante un corte de servicio con



Cuatro Versiones:

TS-MPPT-60-600V-48 Estándar

TS-MPPT-60-600V-48-DB Con caja de desconexión (600V ; interruptor de desconexión 25A 1 - Polo)

TS-MPPT-60-600V-48-DB-TR* Con el conmutador de transferencia DC (600V ; 30A de doble polo , doble tiro DC interruptor de transferencia)

TS-MPPT-60-600V-48-DB-TR-GFPD** Pre-conexión con el dispositivo de protección de falla a tierra

Todas las versiones no estándar incluyen un 1 - Polo ; 63A interruptor de la batería *** PV y FV barras pre- cableadas / batería

TR versiones también incluyen una barra colectora inversor de cadena precableado

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Eléctrico

- Eficiencia pico 97,9%
- Corriente máxima de batería 60A
- Corriente de entrada máxima de funcionamiento 15A (autolimitada)
- Voltaje de circuito abierto máxima Solar 600V
- Nominal de potencia máxima de funcionamiento **** 3200Wp, 48 voltios
- Tensión nominal del sistema 48 Vdc
programable individualmente a 24V, 36V y 60V
- Tensión de funcionamiento de la batería 16-72 Vdc
- PV de entrada Tensión de funcionamiento 100V a 525V Voc =
- Viento / Hydro operativo de entrada Voltaje de la batería
- Rango de voltaje de 500V
- Autoconsumo 1,75 - 2,50 W
- Protección contra sobretensiones transitorias 4500 vatios / puerto

Protecciones electrónicas

- Entrada Sobrecarga, de alto voltaje
- Batería De alta tensión, el sentido de la batería desconectada, el sentido de temperatura remoto desconecta
- Operación general Alta temperatura, corriente en la noche , rayos y sobretensiones transitorias inversa

Ambiental

- Temperatura ambiente -40 ° C a +45 ° C
- Temperatura de almacenamiento -55 ° C a +85 ° C
- Humedad 100 % sin condensación
- Tropicalización El encapsulado epoxi , revestimiento de conformación , terminales marítimos con calificación

Batería cargando

- Etapas de carga MPPT , absorción y flotación , equalizar
- Compensación de temperatura
 - Coeficiente -5mV / ° C / célula (25 ° ref)
 - Distancia -30 ° C a +80 ° C / -22 ° F a 176 ° F
 - Puntos de ajuste Absorción, flotador , equalización , HVD

Nota : sensor remoto de temperatura está incluido.

Mecánico

- Dimensiones
 - Versión estándar 39.2 x 22.1 x 14.9 cm / 15.4 x 8.7 x 5.9 en
 - DB & TR Versión 54.2 x 22.1 x 14.9 cm / 21.4 x 8.7 x 5.9 en
- Unidad de peso
 - Versión estándar 9,0 kg / 19,8 lbs
 - DB & TR Versión 12,8 kg / 28,1 lbs
- Máximo Tamaño del cable
 - Terminales de Energía 2,5 mm2 - 35 mm2 / 14 AWG - 2 AWG
 - RTS / terminales de detección 0,25 mm2 - 1,0 mm2 / 24 AWG - 16 AWG
- El conducto Knockouts M20 ; 0,50 , 1,00 , 1,25 pulgadas
- Clasificación de la caja Tipo 1 (interior y ventilación) , IP20

Comunicación

- Puertos Ethernet , EIA- 485 , RS - 232 , Meterbus
- Protocolos compatibles Meterbus , MODBUS RTU , Modbus TCP / IP, HTTP , SNMP v2 , SMTP

Opciones

- TriStar 600V Medidor (TS - M - 2-600V)
- TriStar Remote Meter (TS - RM- 2)
- Hub metros (HUB- 1)
- Relay Driver (RD - 1)
- Dispositivo de protección de falla a tierra 600 V (GFPD - 600V)

Certificaciones

- CE, RoHS , NEC Cumple
- ETL : UL - 1741 y CSA C22.2 No. canadiense 107.1.01
- FCC Clase B, Parte 15 Cumple

* Puede ser utilizado como una versión de 2 polos de la caja de desconexión .

** Ver GFPD - 600V hoja de datos para las especificaciones adicionales .

*** ¿Se puede reemplazar la batería con el interruptor de 2 polos .

**** La potencia de entrada puede exceder nominal de potencia máxima de funcionamiento , pero el controlador limitará y proporcionar su corriente de salida nominal continua máxima en las baterías . Esto no dañará el controlador .

GARANTÍA: Cinco años de garantía . Consulte con Morningstar o su distribuidor autorizado para los términos completos .

Revision: 04/2016.SP
Control no. MS-001856
Copyright 2016
www.morningstarcorp.com



TRISTAR™

CONTROLADOR SOLAR DE TRES FUNCIONES

El Controlador TriStar de Morningstar es un controlador de tres funciones que provee una carga confiable de baterías por energía solar, un control de carga o una regulación por desvío. El controlador opera en uno de esos modos por vez y pueden usarse dos o más controladores para proporcionar múltiples funciones.

El TriStar usa una tecnología avanzada y producción automatizada para proporcionar sus sorprendentes nuevas prestaciones a un precio competitivo. El medidor opcional TriStar es el medidor de controlador más sofisticado e informativo del mercado. El controlador está listado en UL y fue diseñado para sistemas solares residenciales y para aplicaciones profesionales.



Producto muestra con medidor opcional.



Prestaciones clave y beneficios

- **La más alta confiabilidad**
Su amplio disipador de calor **1** y su diseño conservador permiten la operación en rango completo a 45°C. No necesita reducir la potencia normal.
- **Mayor potencia**
Rangos de 60A a 48VCC que permiten manejar conjuntos de hasta 4KW.
- **Capacidad de comunicaciones**
La interfaz RS-232 **2** para conexión con computadoras personales permite ajustes según la necesidad del cliente, adquisición de datos, monitoreo y control remotos.
- **Totalmente ajustable**
Los interruptores tipo DIP **3** permiten que el usuario opte entre 7 diferentes configuraciones digitales preestablecidas y entre ajustes específicos de su aplicación a través de RS-232.
- **Amplias protecciones electrónicas**
Totalmente protegido contra polaridad invertida, cortocircuitos, exceso de corriente, alta temperatura y exceso de voltaje.
- **Simple Mechanical Interface**
Interfaz mecánica simple **4** y tapones pasacables **5**, más grandes. Espacio adicional para vueltas de cable. Calza en paneles de potencia.
- **Mejor carga de batería**
Connecting battery sense wires **6** y los sensores de temperatura remotos opcionales **7** mejorarán la precisión del control. El algoritmo de PWM serie de tensión constante incrementa la capacidad y la vida útil de la batería.
- **Mayor información**
3 LED **8** para dar indicación del estado, las anomalías y las alarmas. El medidor opcional **9** muestra amplia información del sistema y del controlador, con capacidades automáticas de autoverificación y reinicio. Conexión del medidor a través de conector telefónico RJ-11 **10**.
- **Fácil de reiniciar**
El pulsador **11** permite el reinicio manual y el arranque / parada de la ecualización de la batería o la desconexión de la carga.
- **Bajo ruido para telecomunicaciones**
El ajuste de los interruptores tipo DIP cambiará el modo de carga de la batería de PWM a "encendido-apagado".

CONTROL DE CARGA	CONTROL DE CARGA	CONTROL DE DERIVACIÓN
<p>SOLAR BATERÍA INVERSOR</p>	<p>BATERÍA CARGA</p>	<p>EÓLICA BATERÍA HIDROELÉCTRICA CARGA RESISTIVA</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño PWM (Modulación por ancho de pulso) en serie, de voltaje constante para suministrar una carga de batería altamente eficiente • Cuatro etapas de carga para incrementar la capacidad y vida útil de la batería: carga masiva, PWM regulación, flotante y de equalización • En paralelo para conjuntos solares más grandes de hasta 300 A, o más 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite arrancar grandes cargas incluyendo motores y bombas sin daños para el controlador • Permite picos de corriente de arranque de hasta 300 A • Protección contra cortocircuitos y sobrecarga con reconexión automática • El LVD está compensado por corriente y tiene una demora para evitar falsas desconexiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser usado para carga solar, eólica o hidroeléctrica • Para proteger contra la sobrecarga de la batería, el exceso de energía se desvía de la de la batería a una carga resistiva alternativo DC • PWM reduce la potencia hacia la carga de derivación durante las condiciones de exceso de corriente

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Eléctrico

- **Corriente nominal solar en carga o en derivación**

TriStar-45	45A
TriStar-60	60A
- **Voltaje del sistema** 12-48V
- **Precisión**

12/24V	±0,1% ±50mV
48V	±0,1% ±100mV
- **Voltaje mínimo para operar** 9V
- **Máximo voltaje solar (Voc)** 125V
- **Consumo propio**

Controlador	<20mA
Medidor	7,5mA

Mecánico

- **Dimensiones**

Altura:	26,0cm/10,3 en
Ancho:	12,7cm/5,0 en
Profundidad:	7,1cm/2,8 en
- **Peso** 1,6 kg/3,5 lb
- **Cable más grande** 35mm²/2 AWG
- **Pasacables** Excéntrico 2,5/3,2 cm (1,0/1,25 en)
- **Encapsulado** Tipo 1, calificado para interiores

Ambiental

- **Temperatura del ambiente de operación**

Controlador	-40°C a +60°C
Medidor	-40°C a +60°C
- **Temperatura de almacenamiento** -55°C a +85°C
- **Humedad** 100% (sin condensación)
- **Tropicalización** Cobertura conforme en ambos lados de todas las placas de circuito impreso

Protecciones electrónicas

- Protección contra polaridad invertida (cualquier combinación)
- Protección ante cortocircuitos
- Protección contra excesos de corriente
- Protección contra rayos y picos de tensión, usando supresores de transitorios de voltaje de 4500 W
- Protección contra alta temperatura a través de una reducción automática de corriente o apagado completo
- Previene corrientes en reversa desde la batería por la noche.

Opciones

- **Medidor del TriStar** — Visor de 2 x 16 montado al controlador que proporciona información del sistema y el controlador, adquisición de datos, gráficos de barras y elección de 5 idiomas
- | | | | | | | |
|----------|-----------|-------|---|--------|------|-----|
| 13.5v | 25c | 12.3A | V | 14.4 V | 1135 | 7Ah |
| 1234.5Ah | FLOATANTE | A | | 12.3 V | 11.3 | kWh |
- **Medidor remoto del TriStar** — Incluye 30 metros de cable para el montaje del medidor a distancia del controlador
 - **Sensor remoto de temperatura** — Proporciona una carga compensada en temperatura mediante la medición de la temperatura en la batería (cable de 10 metros)

Certificaciones

- Cumple con CE
- Listado en UL (UL 1741)
- cUL (CSA-C22.2 No.107.1-95)
- Cumple con el Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos
- Manufacturado en un establecimiento certificado según ISO 9001



MORNINGSTAR

World's Leading Solar Controllers & Inverters

www.morningstarcorp.com

© 2014 MORNINGSTAR CORPORATION

IMPRESO EN EE.UU. 07/03.SP

GARANTÍA: Cinco años de garantía. Contactar con Morningstar o su distribuidor autorizado para los términos completos.



Gama de reguladores de OutBack Power



FLEXmax™

Reguladores de carga con seguimiento continuo del punto de potencia máxima

- Aumenta la salida del conjunto fotovoltaico (FP) en hasta un 30%
- Seguimiento continuo avanzado del punto de potencia máxima
- Salida de energía total en entornos de temperatura ambiente de hasta 40°C (104°F)
- Voltajes de batería de 12 VCC a 60 VCC
- Red OutBack completamente integrada y programable
- Salida de control auxiliar programable
- 128 días de registro de datos incorporado a la unidad
- 5 años de garantía estándar



FLEXmax 80

FLEXmax 60



La familia FLEXmax de OutBack Power es la innovación líder de la industria en reguladores de carga con seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El algoritmo innovador para seguimiento del punto máximo de potencia (MPPT) de FLEXmax es continuo y activo, aumenta el rendimiento de la energía del conjunto fotovoltaico en hasta un 30% en comparación con otros reguladores que no cuentan con la característica MPPT. Dado el sistema de enfriamiento por administración térmica inteligente y activo, los dos reguladores de carga FLEXmax pueden operar en su máximo valor nominal de corriente, de 60 A u 80 A en entornos con temperaturas ambiente elevadas de 40°C (104°F).

Todos los reguladores de carga FLEXmax contienen las características revolucionarias desarrolladas primeramente por OutBack Power; entre ellas, se incluyen, la aceptación de una amplia gama de voltajes nominales de batería y la capacidad de reducir el voltaje más alto de un conjunto solar para recargar un

banco de baterías de menor voltaje. Un visor retroiluminado de 80 caracteres muestra, con solo tocar un botón, el estado actual y un registro de los datos de desempeño del sistema durante los últimos 128 días. Las comunicaciones de red integrada de OutBack Power permiten la programación remota y el monitoreo remoto de los reguladores de carga de la serie FLEXmax utilizando la familia MATE de visores de sistemas, todo lo cual proporciona una integración total del sistema inigualable.

Los reguladores de carga MPPT de FLEXmax son la única opción si usted exige excelencia en desempeño, eficiencia y versatilidad de carga para su sistema de energía de avanzada.

**OutBack
POWER™**
member of The Group™
www.outbackpower.com

FLEXmax™ Especificaciones

	☉FLEXmax 80 - FM80-150 VCC	☉FLEXmax 60 - FM60-150 VCC
Voltajes nominales de la batería	12, 24, 36, 48 o 60 VCC (Modelo único, seleccionable mediante programación en campo en la puesta en marcha)	
Corriente de salida máxima	80 A a 40°C (104 °F) con límite de corriente ajustable	60 A a 40°C (104°F) con límite de corriente ajustable
Solar recomendado según código NEC Placa de identificación según STC de conjunto máximo	sistemas de 12VCC 1000 Vatios / sistemas de 24VCC 2000 Vatios sistemas de 48VCC 4000 Vatios / sistemas de 60VCC 5000 Vatios	sistemas de 12VCC 750 Vatios / sistemas de 24VCC 1500 Vatios sistemas de 48VCC 3000 Vatios / sistemas de 60VCC 3750 Vatios
Voltaje FV de circuito abierto	150 VCC máximo absoluto en las condiciones más frías / 145 VCC en la puesta en marcha y máxima operación	
Consumo de energía en modo de respaldo	Menos de 1 vatio, típico	
Eficiencia de conversión de energía	97,5% a 80 A, CC en un sistema de 48 VCC, típico	98,1% a 60 A, CC en un sistema de 48 VCC, típico
Regulación de carga	Cinco etapas: Corriente (bulk), absorción, flotación, silenciosa y equalización	
Puntos de ajuste de regulación del voltaje	13 VCC a 80 VCC ajustable por el usuario con protección por contraseña	
Carga de equalización	Duración y punto de ajuste de voltaje programables, terminación automática una vez completada la carga	
Compensación de temperatura de la batería	Automática con sensor remoto de temperatura (RTS) opcional instalado: 5,0 mV por °C por cada celda de batería de 2V	
Capacidad de reducción de voltaje	Conversión de reducción desde cualquier voltaje de conjunto aceptable a cualquier voltaje de batería. Ejemplo: Un conjunto de 72 VCC a una batería de 24 VCC; conjunto de 60 VCC a una batería de 48 VCC	
Salida de control auxiliar programable	Señal de salida de 12 VCC, que puede ser programada para diferentes aplicaciones de control (máximo de 0,2 A de CC)	
Visor de estado	Pantalla de LCD retroiluminada de 8 cm (3,1 in) de 4 líneas con un total de 80 caracteres alfanuméricos	
Regulador y visor remotos	MATE3, MATE o MATE2 opcionales con puerto serie de comunicaciones RS232	
Cableado de red	Sistema de red de propiedad exclusiva que utiliza conectores modulares RJ-45 con cables CAT5 (8 hilos)	
Registro de datos	Últimos 128 días de operación: amperios horas, vatios horas, tiempo en Flotación, vatios pico, amperios, voltaje del conjunto solar, voltaje máximo de batería, voltaje mínimo de batería y Absorción, amperios horas acumuladas y kW horas de producción	
Intervalo de temperatura operativa	-40 a 60°C (disminución automática de potencia por encima de los 40°C)	
Clasificación ambiental	Tipo 1, para interiores	Tipo 1, para interiores
Troquelados de conducto	Uno de 35 mm (1 in) en la parte posterior, uno de 35 mm (1 in) en el lado izquierdo y dos de 35 mm (1 in) en la parte inferior	
Garantía	5 años de garantía estándar, ampliable a 10 años	
Peso	Unidad	12,20 lbs (5,56 kg)
	Envío	15,5 lbs (7,3 kg)
Dimensiones (Al. x An. x Prof.)	Unidad	16,25 x 5,75 x 4,5" (41,43 x 14,6 x 11,4 cm)
	Envío	19 x 9,5 x 8,5" (48,3 x 24,1 x 21,6 cm)
Opcionales	Sensor remoto de temperatura (RTS), HUB4, HUB10, MATE, MATE2, MATE3	
Idiomas del menú	Ingles y español	Ingles y español
Certificaciones	ETL, Listado en UL1741, CSA C22.2 N.º 107.1	

Available From:



Corporate Office:
17825 59th Ave. NE, Suite B
Arlington, WA 98223 USA
Phone: +1 360 435 6030
Fax: +1 360 435 6019

European Office:
Hansastraße 8
D-91126
Schwabach, Germany
Phone: +49 9122 79889 0
Fax: +49 9122 79889 21

Asia Office:
Suite 1903, Tower 1, China Hong Kong City
33 Canton Road, Kowloon
Hong Kong
Phone: +852 2736 8663
Fax: +852 2199 7988

Latin American Office:
15105 Cedar Bluff PL
Wellington, FL 33414 USA
Phone: +1 561 792 9651
Fax: +1 561 792 7157

Gama de reguladores de Phocos



SPS Series

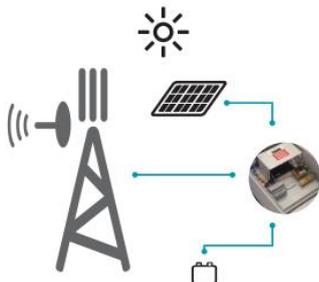
Industrial Solar Charge Controller



Advanced System Control

- Designed especially for large telecom applications
- Available in 100, 200 & 300 A versions for 12, 24 or 48 V systems
- Extremely low EMI emission
- Positive or negative ground option
- Standard or Rack-Mount configuration

Reliable charging for large telecom systems



The SPS series solar charge controllers are advanced electronic systems for solar powered applications in remote locations, such as telecommunication sites. They prevent overcharging, reduce electrolyte loss and stop deep discharge. These features considerably extend battery life.

Simple modular construction enables this system to display better performance and more features than any other controller in its class. Slow-switching regulation minimized EMI emission making SPS ideal for telecom applications.

Adjustable Settings

- All control levels are fully adjustable and can be changed via a serial interface

Quiet Operation

- Ultra-low EMI emissions due to (up to 4) bank switching design

Temperature Regulation

- Two-stage boost/float charging with low heat generation

Secure Memory

- Setup data stored in non-volatile EEPROM memory

Application Examples

- Telecommunication



www.phocos.com

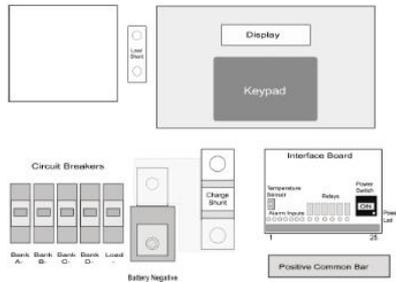
Phocos North America
325 S Euclid Ave. Suite 101
Tucson, AZ 85719
USA

Tel. +1 (520) 777-7906
Fax +1 (520) 882-3191
www.phocos.com

Technical Data

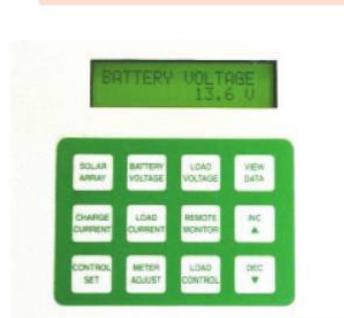
Type	SPS 100	SPS 200	SPS 300
System voltage	12/24/48 V versions		
Max. charge/load current	100 A	200 A	300 A
Float charge	Adjustable (12-15 V/24-30 V/48-60 V)		
Boost Maximum	Adjustable (13.5-17 V/27-34 V/54-68 V)		
Boost Activation	Adjustable (12-13.5 V/24-27 V/48-54 V)		
Deep discharge protection, Cut-off voltage	Adjustable (11-11.75 V/22-23.5 V/44-47 V)		
Overvoltage protection	Adjustable		
Max. PV panel voltage	23.5 V (12 V systems), 47.5 V (24 V systems), 94 V (48 V systems)		
Temperature compensation	-5mV/°C/cell (with optional remote sensor)		
Idle self-consumption	60mA (typical)/170mA (max)		
Grounding	Positive or Negative ground versions available		
Ambient operating temperature	5°F to 131°F (-15°C to 55°C)		
Max. elevation	16,400 ft (5,000 m)		
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)		
Wire cross section	4/0 AWG (120mm ²)		
Weight	35.3 lbs (16 Kg)		
Dimensions (W x H x D)	19.7 x 15.8 x 8.3 in (500 x 400 x 210 mm)		
Type of protection	IP66 Cabinet		

System Design/User Interface



Interface board signal terminal connections

Terminal	Function	Terminal	Function
1	Alarm Common Input (-Bat-)	13	Generator Control
2	Alarm 1	14	Generator Control
3	Alarm 2	15	Logic Fail Alarm
4	Alarm 3	16	Logic Fail Alarm
5	Alarm 4	17	Load Voltage Alarm
6	Alarm 5	18	Load Voltage Alarm
7	Alarm 6	19	Solar Bank Switch Fail Alarm
8	Alarm 7	20	Solar Bank Switch Fail Alarm
9	Battery Low Voltage Alarm	21	Serial Port RS232 RX
10	Battery Low Voltage Alarm	22	Serial Port RS232 TX
11	Battery High Voltage Alarm	23	Serial Port Signal Ground
12	Battery High Voltage Alarm	24	Serial Port RS485 S+
		25	Serial Port RS485 S-





MPPT 100/40

Modular Solar Charge Controller with Maximum Power Point Technology



Scalable Charge Controlling Solution

- Optimal Charging in ANY condition
- Power+ Current Limiting
- Modular design allows up to 8 parallel controllers for same battery bank

Build your optimal charge system with MPPT100/40 and the MPM System



Fully Protected

- Thermal overload protection and temperature compensation
- Equipped with a short circuit disconnect function

Flexible Design

- Works in 12 or 24V systems (automatic battery voltage detection)
- Use as a stand alone 40A controller or as part of a modular (MPM) system

Maximized Charging

- Charges your battery faster by taking excess PV voltage and converting it into additional charge current
- Highest charging efficiency in low irradiation conditions

With innovative maximum power point tracking technology, Phocos' MPPT 100/40 ensures optimal performance from your solar array at all times and in all weather conditions. The MPPT can yield an energy gain from your PV array (up to 30%).

When a central unit (MCU) is used, up to 8 MPPTs can be used to charge the same battery bank. This allows you to increase your system charging capacity substantially and makes MPPT100/40 an ideal solution for systems up to 9.6 kWp.

The temperature-compensated three-stage I-U curve charge algorithm significantly extends the lifespan of your battery.

Power+™ current limiter allows for over-sizing PV power by up to 50% for winter months

Application Examples

- Telecommunication
- Wifi/Repeater Stations
- Oil & Gas
- SCADA Systems
- Solar Home Systems



www.phocos.com

Phocos North America
325 S Euclid Ave. Suite 101
Tucson, AZ 85719
USA

Tel. +1 (520) 777-7906
Fax +1 (520) 882-3191
www.phocos.com

Technical Data

Type	MPPT 100/40
System voltage	12/24 V, auto recognition
Nominal charge current	40 A
Max. battery charge current	41 A
Float charge	13.8/27.6 V (77 °F/25 °C)
Main charge	14.4 V/28.8 V (77 °F/25 °C), 0.5 h (daily)
Boost charge / activation	14.4/28.8 V (77 °F/25 °C), 2 h / battery voltage < 12.3/24.6 V
Equalization charge / activation	14.8/29.6 V (77 °F/25 °C), 2 h / battery voltage < 12.1/24.2 V
Max. battery voltage	32 V
Max. PV voltage	95 V
Min. PV voltage	17/34 V
Max. PV input power	600W@12 V, 1200 W@24 V
Standby power consumption	< 30 mW at 12 V system voltage (< 2 mA); < 80 mW at 24 V system voltage (< 3 mA)
Temperature compensation	-24 mV/K (12 V); -48 mV/K (24 V)
Power conversion efficiency	Up to 98%
Grounding	Negative grounded
Ambient temperature	-40 °F to 122 °F (-40 °C to +50 °C)
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)
Max. wire cross section	2 AWG (35 mm ²)
Dimensions (W x H x D)	7.2 x 6 x 4.5 in (185 x 150 x 115 mm)
Weight	3.5 lbs (1.6 kg)
Type of protection	IP20

Available Accessories



MCU
Modular Control Unit
Selectable System Voltage:
12/24/48 V
Up to 5-Years Datalogging



MRD
Remote Display for MCU
Display panel current,
load current, battery voltage,
Ah, SOC, etc.



MODCOM
Application software for MCU
communication with computer



MCS
Modular Current Sensor
Selectable System Voltage: 12/24/48 V
RS485 socket
Current measurement range
50/100/200/400/800 A



MTS
External temperature
sensor for MCU



MXI
Interface for MCU
communications with computer
RS232/USB interface

www.phocos.com

Phocos North America
325 S Euclid Ave. Suite 101
Tucson, AZ 85719
USA

Tel. +1 (520) 777-7906
Fax +1 (520) 882-3191
www.phocos.com



CXNsolid (50 A)

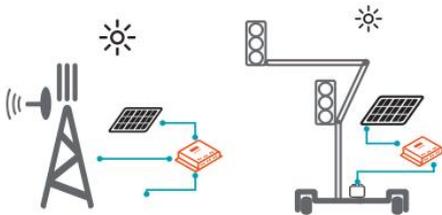
Industrial Solar Charge Controller



Powerful. Intelligent. Informative.

- Works with 12, 24 or 48 V systems
- Backlit LCD display
- Two (2) years of system datalogging
- Optional USB and RS232 interface (MXI)
- Inverter control port for Go Power! SW series inverters and Phocos SI series inverters

Powerful solar charge controller for industrial projects



The CXNsolid is a programmable PWM solar charge controller for the toughest industrial applications. At 50A max charge/load current, CXNsolid is suitable for PV systems up to 3.5 kW.

CXNsolid can be easily paired with the Go Power! SI series pure sine wave inverters (1kW, 2kW, and 3kW versions) or Phocos SI series inverters for full control over all charging and discharging of the battery.

High Powered

- Capable of simultaneously controlling 50A of charge current and 50A load current up to +50C
- Works in 12, 24, or 48V PV charging systems

Developed for demanding applications

- Robust aluminum heat sink for maximum heat dissipation
- External battery temperature sensor for high-accuracy temperature compensation

Intelligent

- Access up to 2 years of system performance data
- Fully adjustable load disconnect feature optimizes discharge for desired battery lifespan

Application Examples

- Telecom
- Oil and Gas
- SCADA
- Traffic
- Solar Home Systems



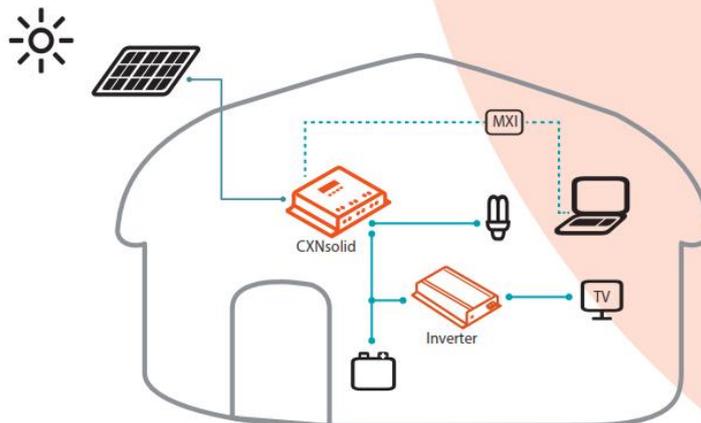
www.phocos.com

Phocos North America
325 S Euclid Ave, Suite 101
Tucson, AZ 85719
USA

Tel. +1 (520) 777-7906
Fax +1 (520) 882-3191
www.phocos.com

Technical Data

Type	CXNsolid 50
System voltage	12/24/48 V automatic recognition of system voltage
Max. charge/load current	50 A
Float charge	13.8/27.6/55.2 V (77 °F/25 °C)
Main charge	14.4/28.8/57.6 V (77 °F/25 °C), 30 min. (daily)
Boost charge	14.4/28.8/57.6 V (77 °F/25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.3/24.6/49.2 V
Equalization charge	14.8/29.6/59.2 V (77 °F/25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.1/24.2/48.4 V
Deep discharge protection	11.00 – 12.02 V/22.00 – 24.04 V/44.00 – 48.08 V by SOC
Load disconnect voltage	11.00 – 12.00 V/22.00 – 24.00 V/44.00 – 48.00 V by voltage
Adaptive	11.00 – 12.20 V/22.00 – 24.40 V/44.00 – 48.80 V
Reconnect level	12.8/25.6 /51.2 V
Overvoltage protection	15.5/31.0/62.0 V
Undervoltage protection	10.5/21.0/42.0 V
Max. panel voltage (overvoltage protection by varistor)	30 V in 12 V; 50 V in 24 V; 100 V in 48 V systems
Temperature compensation (charge voltage)	-25/-50/-100 mV/K at 12/24/48 V
Remote output for Phocos inverter family	Yes (SI 1500, SI 700, SI 350 inverter)
Self-consumption	< 10 mA
Grounding	Negative grounding
Ambient temperature	-4 °F to 122 °F (-20 °C to +50 °C)
Max. altitude	13,000 ft (4,000 m) above sea level
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)
Wire cross section	Up to 1-1/0 AWG (50 mm ²)
Dimensions (W x H x D)	3.7 x 3.6 x 1.5 in (93 x 92 x 38 mm)
Weight	2.2 lbs (1000 g)
Type of protection	IP20



Gama de reguladores de Steca

REGULADORES DE CARGA SOLAR ■ ■ ■ ■ ■

Steca Tarom

4545, 4545-48

La nueva edición de Steca Tarom sienta nuevas bases en esta clase de potencia. Una pantalla gráfica informa al usuario de todos los principales datos de la instalación. El registrador de datos integrado se encarga de almacenarlos.

Mediante una determinación del estado de carga de la batería claramente mejorada el sistema se regula de forma óptima y las baterías están protegidas. El regulador de carga Steca Tarom constituye la mejor elección para sistemas más grandes en tres niveles de tensión (12 V, 24 V, 48 V).

Dos contactos de conmutación adicionales pueden configurarse libremente como temporizadores, para activar la función de luz nocturna, para activar generadores o bien como administradores de exceso.

ADVANCED



Quality made in Germany

Características del producto

- Topología de shunt con MOSFETs
- Determinación del estado de carga (SOC)
- Selección automática de tensión
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de SOC
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Posible una puesta a tierra negativa de un borne o positiva de varios bornes
- Reloj a tiempo real (fecha, hora)
- Innovador registrador de datos de gran alcance con contador de energía
- Función de luz vespertina, nocturna y diurna
- Cuatro temporizadores programables con función según día de la semana
- Función de autotest
- Carga mensual de compensación
- Dos contactos auxiliares configurables

Funciones de protección electrónica

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos solares y la batería
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretensión y sobrecarga
- Desconexión por sobretensión en la batería

Indicaciones

- Display LCD gráfico multifuncional con iluminación de fondo

Manejo

- Fácil manejo con menús
- Programación por medio de botones

Interfases

- StecaLink Bus
- Interfaz Steca UART abierta

Opciones

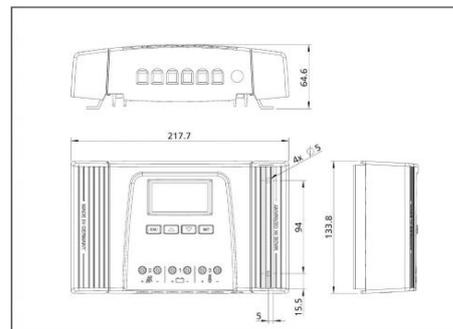
- Contacto de alarma

Certificaciones

- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Conforme a RoHS
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001

Accesorios

- Cable de datos Steca PA CAB2 Tarcom
- Sensor de corriente Steca PA HS400 (Necesario actualización de software)
- Sensor de temperatura externo Steca PA TS-5



	4545	4545-48
Funcionamiento		
Tensión del sistema	12 V (24 V)	12 / 24 / 48 V
Consumo propio	30 mA	
Datos de entrada CC		
Tensión de circuito abierto del módulo solar (con temperatura de servicio mínima)	< 60 V	< 100 V
Corriente del módulo	45 A	
Datos de salida CC		
Corriente de consumo	45 A	
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,5 V (25 V)	> 50 % / 50 V
Protección contra descarga profunda < 30 % (SOC / LVD)	< 30 % / 11,7 V (23,4 V)	< 30 % / 46,8 V
Datos de la batería		
Tensión final de carga	14,1 V (28,2 V)	56,4 V
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)	57,6 V
Carga de compensación	15 V (30 V)	60 V
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)	
Condiciones de uso		
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C	
Equipamiento y diseño		
Terminal (cable fino / único)	25 mm ² / 35 mm ² - AWG 4 / 2	
Grado de protección	IP 31	
Dimensiones (X x Y x Z)	218 x 134 x 65 mm	
Peso	800 g	

- Datos técnicos a 25 °C / 77 °F
- Los inversores no deben conectarse a la salida de carga.





Steca Power Tarom

2070, 2140, 4055, 4110, 4140

Especialmente concebido para aplicaciones industriales y al aire libre, el Steca Power Tarom se suministra en una carcasa de acero recubierto de polvo sinterizado con grado de protección IP 65.

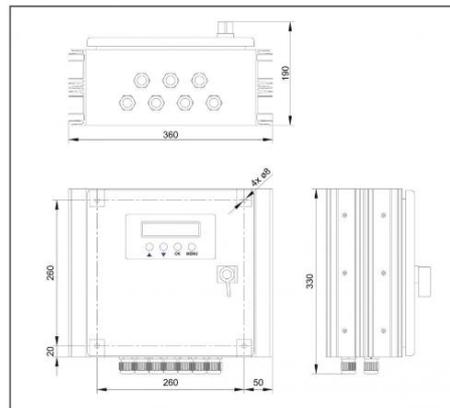
Este regulador de carga solar puede regular grades sistemas en tres niveles de tensión (12 V, 24 , 48 V). El Steca Power Tarom está basado en la tecnología de los reguladores Steca Tarom. Es posible conectar en paralelo varios reguladores de esta serie para operarlos en un sistema de energía solar doméstico sencillo o en sistemas híbridos complejos mediante un bus CC convencional.



ADVANCED



Quality made in Germany



Características del producto

- Topología de shunt con MOSFETs
- Determinación del estado de carga con Steca AtonIC (SOC)
- Selección automática de tensión
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de SOC
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Posible una puesta a tierra negativa de un borne o positiva de varios bornes
- Registrador de datos integrado (contador de energía)
- Función de autotest
- Carga mensual de compensación

Funciones de protección electrónica

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
- Protección contra polaridad inversa por medio de fusible interno
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretensión y sobrecarga
- Desconexión por sobretensión en la batería

Indicaciones

- Display LCD para textos

Manejo

- Fácil manejo con menús
- Programación por medio de botones
- Conmutación manual de carga

Interfaces

- Interfaz RJ45 para PA Tarcom / PA HS200

Opciones

- Sensor de temperatura externo (incluida en el volumen de suministro)
- Contacto de alarma

Certificaciones

- Aprobado por el Banco Mundial para Nepal
- Conforme al uso en zonas tropicales (DIN IEC 68 parte 2-30)
- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001

Accesorios

- Registrador de datos Steca PA Tarcom
- Cable de datos Steca PA CAB1 Tarcom
- Sensor de corriente Steca PA HS200
- Sensor de temperatura externo Steca PA TS10

	2070	2140	4055	4110	4140
Funcionamiento					
Tensión del sistema	12 V (24 V)	12 V (24 V)	48 V	48 V	48 V
Consumo propio	14 mA				
Datos de entrada CC					
Tensión de circuito abierto del módulo solar (con temperatura de servicio mínima)	< 50 V	< 50 V	< 100 V	< 100 V	< 100 V
Corriente del módulo	70 A	140 A	55 A	110 A	140 A
Datos de salida CC					
Corriente de consumo	70 A	70 A	55 A	55 A	70 A
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)	> 50 % / 50,4 V	> 50 % / 50,4 V	> 50 % / 50,4 V
Protección contra descarga profunda < 30 % (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)	< 30 % / 44,4 V	< 30 % / 44,4 V	< 30 % / 44,4 V
Datos de la batería					
Tensión final de carga	13,7 V (27,4 V)	13,7 V (27,4 V)	54,8 V	54,8 V	54,8 V
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)	14,4 V (28,8 V)	57,6 V	57,6 V	57,6 V
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)	14,7 V (29,4 V)	58,8 V	58,8 V	58,8 V
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)				
Condiciones de uso					
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C				
Equipamiento y diseño					
Terminal (cable fino / único)	50 mm ² - AWG 1	95 mm ² - AWG 000	50 mm ² - AWG 1	70 mm ² - AWG 00	95 mm ² - AWG 000
Grado de protección	IP 65				
Dimensiones (X x Y x Z)	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm
Peso	10000 g				

- Datos técnicos a 25 °C / 77 °F
- Los inversores no deben conectarse a la salida de carga.



Catálogo de convertidores

Gama de convertidores de OutBack Power



OutBack
POWER
member of The eSolar Group™

Radian Series
Inverter/Charger Family



FUTURE-PERFECT SYSTEM DESIGN

BEGINS WITH AN OUTBACK RADIAN SERIES INVERTER/CHARGER

With all the hallmark features you've come to expect from the **Radian inverter/charger**, the expanded Radian family includes **four models**, **seven operating modes** and **two advanced technologies**, all adding up to unmatched performance, reliability, value and system flexibility.



Radian Series Inverter/Charger with GS Load Center

Radian Series Models

	Model Name	System Power	Market
NEW	GS8048A	8kW, 120/240V	For Selected North, Central and Latin American Countries
NEW	GS4048A	4kW, 120/240V	
	GS7048E	7kW, 230V	For Europe, Asia and other Global Countries
NEW	GS3548E	3.5kW, 230V	

Radian Series Operating Modes

- 1 **MINI GRID** OPERATING MODE
Ideal for sites where sufficient renewable energy enables mostly off-grid operation.
- 2 **GRID-TIED** OPERATING MODE
Ideal for systems in regions with Feed-in-Tariff (FIT), net-metering or other incentive programs. Control use features include grid use timers.
- 3 **GRIDZERO** OPERATING MODE
Ideal in areas where incentives are subject to change and utility sell-back options may be limited. Control use features include grid use timers.
- 4 **SUPPORT** OPERATING MODE
Ideal for sites with small generators or inadequate grid power. Control use features include system-level high battery transfer (HBX) programming, prioritizing batteries as primary source.
- 5 **BACKUP** OPERATING MODE
Ideal for systems where computers and other sensitive loads are present. Control use features include system-level high battery transfer (HBX) programming, prioritizing batteries as primary source.
- 6 **UPS** OPERATING MODE
Ideal for commercial applications where uninterrupted power is mission-critical.
- 7 **GENERATOR** OPERATING MODE
Ideal for systems with undersized or low power quality generators.



Radian Series Technologies

GRIDZERO

The newest of the Grid/Hybrid Radian's seven input modes, GridZero provides **the perfect balance between utility power and stored renewable energy**. By allowing a home or business to satisfy most of its power needs with renewable sources, grid supplied power is only tapped when load demand exceeds a pre-set threshold. While the Radian is still grid-connected, grid dependence can be reduced to zero whenever possible. GridZero technology offers four critical advantages compared to typical systems:

Higher System Economics: By maximizing the contribution of renewables to total energy consumption, selling back to the grid is no longer required for system Return on Investment (ROI).

Lower Cost-of-Entry: Through seamless blending of grid power and renewable energy sources, a smaller system can perform like a much larger one, reducing equipment and installation costs.

Greater Simplicity: Because the Radian Series remains connected and synchronized to the grid, no destabilizing transfer is required when grid power is needed.

'Best Case Scenario' Design: As energy policies and incentives change, GridZero technology can prioritize self-consumption and offset over sell-back to always deliver the best renewable energy value possible.

ADVANCED BATTERY CHARGING

OutBack built its reputation on legendary off-grid reliability and battery backup expertise. That background is thoroughly built into the new Radians. In addition to GridZero Technology, the new Radians also feature an Advanced Battery Charging (ABC) profile option. Advanced Battery Charging offers **expanded charging voltage and time parameters, enabling system designers to accommodate the specific charging profiles** and algorithms of newer energy storage technologies including:

- Lithium Ion Batteries
- Aqueous Ion Batteries
- Flow Chemistry Batteries



OutBack's Radian Series inverter/charger support both standard and advanced energy storage platforms.

Ready for Today, Designed for Tomorrow



Incorporating the same attention to detail you've come to expect from OutBack, the new Radian Family is **built on proven technology and forward-looking features** designed to offer performance and peace of mind. No matter what energy technology is in place tomorrow, you can design for it today with an OutBack Grid/Hybrid Radian Series inverter/charger. For more information, please visit www.outbackpower.com.

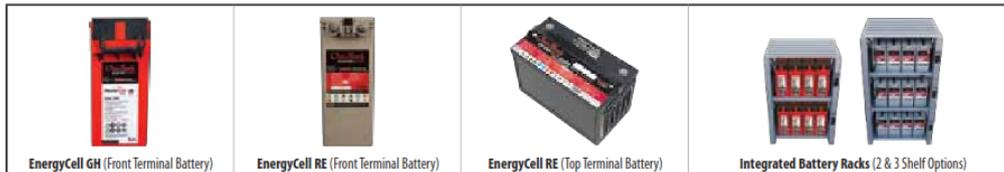
Radian Series Specifications

02/2014

Models:	Domestic (For Selected North, Central and Latin American Countries)		International (For Europe, Asia and other Global Countries)	
	GS8048A	GS4048A	GS7048E	GS3548E
Nominal DC Input Voltage	48VDC	48VDC	48VDC	48VDC
Continuous Output Power (@ 25°C)	8000VA	4000VA	7000VA	3500VA
AC Output Voltage (Selectable)	120/240VAC	120/240VAC (200-260VAC)	230VAC (210-250VAC)	230VAC (210-250VAC)
AC Output Frequency (Selectable)	60Hz (50Hz)	60Hz (50Hz)	50 (60Hz)	50Hz (60Hz)
Continuous AC Output Current (@ 25°C)	33.3AAC @ 240VAC	16.7AAC	30AAC	15.2AAC
Idle Consumption (Invert Mode, No Load)	34W	34W	34W	34W
Typical Efficiency	92.5%	92.5%	92%	92%
CEC Weighted Efficiency	92.5%	92.5%	—	—
Total Harmonic Distortion	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%	Max. Total Harmonic: <5% Max. Single Voltage Harmonic: <2%
Output Voltage Regulation	±2%	±2%	±2%	±2%
Maximum Output Current	1ms Peak: 100AAC @ 240VAC, 200AAC @ 120VAC 100ms RMS: 70.7AAC @ 240VAC	1ms Peak: 50AAC @ 240VAC 100ms RMS: 35.35AAC @ 240VAC	1ms Peak: 100AAC 100ms RMS: 70.7AAC	1ms Peak: 50AAC 100ms RMS: 35.35 AAC
Overload Capacity	100ms Surge: 16.97kVA 5 seconds: 12kVA 30 minutes: 9kVA	100ms Surge: 8.5kVA 5 seconds: 6.0kVA 30 minutes: 4.5kVA	100ms Surge: 16.3kVA 5 seconds: 11.5kVA 30 minutes: 7.9kVA	100ms Surge: 8.2kVA 5 seconds: 5.8kVA 30 minutes: 4.0kVA
AC Input Voltage Range (Adjustable)	(L1 or L2) 70 to 280VAC	(L1-N, L2-N) 85 to 140VAC	170 to 290VAC	(L-N) 170 to 290VAC
AC Input Frequency Range (Default)	54 to 66Hz @ 60Hz (45 to 55Hz @ 50Hz)	54 to 66Hz @ 60Hz (45 to 55Hz @ 50Hz)	45 to 55Hz @ 50Hz (54 to 66Hz @ 60Hz)	45 to 55Hz @ 50Hz (54 to 66Hz @ 60Hz)
Grid-Interactive Voltage Range	(L1-N or L2-N) 106 to 132VAC	(L1-N or L2-N) 108 to 132VAC, default	208 to 252VAC (EN50438)	(L-N) 208 to 252VAC, default
Grid-Interactive Frequency Range	59.3 to 60.5Hz	59.3 to 60.5Hz, default	57.0 to 61.0Hz (EN50438)	57.0 to 61.0Hz, default
Maximum AC Input Current	50AAC	50AAC	50AAC	50AAC
Continuous Battery Charge Output	115.0ADC	57.5ADC	100.0ADC	50.0ADC
DC Input Voltage Range	40 to 64VDC	40 to 64VDC	40 to 64VDC	40 to 64VDC
Temperature Range	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C	Rated: -20 to 50°C (power derated above 25°C) Maximum: -40 to 60°C
Accessory Ports	Remote Temperature Sensor, MATE3 & HUB Communications		Remote Temperature Sensor, MATE3 & HUB Communications	
Non-Volatile Memory	Yes	Yes	Yes	Yes
Field Upgradable Firmware	Yes	Yes	Yes	Yes
Chassis Type	Vented	Vented	Vented	Vented
Certifications	Listed to UL1741, CE, CSA C22.2 No. 107.1, IEC 62109-1, AS4777.2, AS4777.3, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, RoHS compliant per directive 2011/65/EU	Listed to UL1741, CE, IEC-62109-1 ETL, CSA C22.2 No. 107.1, RoHS compliant per directive 2011/65/EU, FCC Class B, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3	IEC 62477-1, AS4777.2, AS477.3, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, CE, RoHS compliant per directive 2011/65/EU	IEC 62109-1, IEC 62477-1, AS4777.2, AS477.3, EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, AS3100, CE, RoHS compliant per directive 2011/65/EU
Warranty	Standard 5 year	Standard 5 year	Standard 5 year	Standard 5 year
Weight (lb/kg)	Unit: 125.0 / 56.7 Shipping: 140.0 / 63.5	Unit: 82.0 / 37.2 Shipping: 94.0 / 42.6	Unit: 125.0 / 56.7 Shipping: 140.0 / 63.5	Unit: 81.0 / 36.7 Shipping: 93.0 / 42.1
Dimensions H x W x D (in/cm)	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8	Unit: 28 x 16 x 8.7 / 71 x 40.6 x 22.1 Shipping: 34.5 x 21 x 14.5 / 87.6 x 53.3 x 36.8

Energy Storage Solutions

OutBack also provides a wide range of energy storage solutions **for keeping systems UL1741 rated end-to-end.**



Gama de convertidores de SMA



SUNNY ISLAND 4548-US / 6048-US



Efficient

- Maximum efficiency of 96%
- CEC efficiency of 94.5% and 94%
- State of charge calculation
- Intelligent battery management for maximum battery life

Simple

- Easy commissioning with the "Quick Configuration Guide"
- Complete off-grid management
- Excellent for grid-tied battery back up

Flexible

- For Sunny Island systems from 4.5 to 100 kW
- Single, split-phase and three-phase operation, connectable in parallel and modularly expandable
- AC and DC coupling

Durable

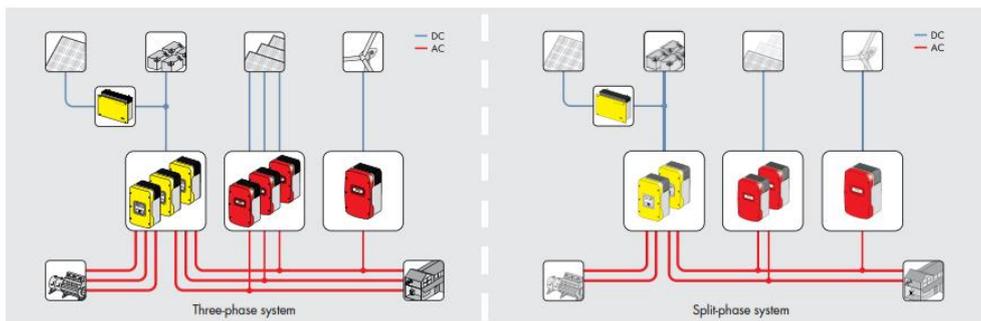
- Extreme overload capability
- OptiCool™ active temperature management system
- 5-year standard warranty

SUNNY ISLAND 4548-US / 6048-US

The efficient off-grid manager

The SMA Sunny Island 4548-US and 6048-US inverters are based on proven off-grid technology and feature industry leading power output. A maximum efficiency of 96 percent ensures peak production, which results in reduced diesel usage in rural communities. More flexible sizing allows for simplified system planning. And, with multicuster technology, up to 12 Sunny Islands can be integrated into off-grid power systems up 110 kW in size.

Technical data	Sunny Island 4548-US	Sunny Island 6048-US
AC output (loads)		
Rated grid voltage / AC voltage range	120 V/105 V - 132 V	120 V/105 V - 132 V
Rated frequency / frequency range (adjustable)	60 Hz/55 Hz ... 65 Hz	60 Hz/55 Hz ... 65 Hz
AC power (at 25 °C / at 40 °C) for 3 hours	5000 W/4000 W	6000 W/5000 W
Rated power (@ U_{nom} , f_{nom} / 25 °C / @ $\cos \varphi = 1$)	4500 W	5750 W
AC power at 25 °C for 30 min / 1 min / 3 s	5300 W / 8400 W / 11000 W	7000 W / 8400 W / 11000 W
Rated current / max. output current (peak)	37.5 A/180 A for approx. 60 ms	48 A/180 A for approx. 60 ms
Total harmonic factor output voltage / power factor with rated power	3 % / -1 ... +1	3 % / -1 ... +1
AC input (PV array or grid)		
Rated input voltage / AC input voltage range	120 V/80 V - 150 V	120 V/80 V - 150 V
Rated input frequency / allowable input frequency range	60 Hz/54 Hz ... 66 Hz	60 Hz/54 Hz ... 66 Hz
Max. AC input current / adjustable	56 A/0 A ... 56 A	56 A/0 A ... 56 A
Max. AC input power	6.7 kW	6.7 kW
Battery DC input		
Rated input voltage / DC voltage range	48 V/41 V - 63 V	48 V/41 V - 63 V
Max. battery charging current / DC rated charging current	100 A / 85 A	130 A / 110 A
Battery type / battery capacity range	Lead, NiCd/100 Ah ... 10000 Ah	Lead, NiCd/100 Ah ... 10000 Ah
Charge control	IUoU charge procedure with automatic full charge and equalization charge	IUoU charge procedure with automatic full charge and equalization charge
Efficiency / self-consumption		
Max. efficiency / CEC efficiency	96 % / 94.5 %	96 % / 94 %
Self-consumption without load / standby	25 W/4 W	25 W/4 W
Protective devices		
DC reverse polarity protection / DC fuse	● / ●	● / ●
AC short-circuit / AC overload	● / ●	● / ●
Overtemperature / battery deep discharge	● / ●	● / ●
General data		
Dimensions (W / H / D)	467 / 612 / 235 mm (18.4 / 24.1 / 9.3 inch)	467 / 612 / 235 mm (18.4 / 24.1 / 9.3 inch)
Weight	63 kg / 139 lb	63 kg / 139 lb
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +122 °F	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +122 °F
Features / function		
Operation and display / multi-function relay	Internal / 2	Internal / 2
Degree of protection (according to IEC 60529)	indoors (NEMA 1)	indoors (NEMA 1)
Three-phase systems / parallel connection	● / ●	● / ●
Integrated bypass / multicluster operation	- / ●	- / ●
State of charge calculation / full charge / equalization charge	● / ● / ●	● / ● / ●
Integrated soft start / generator support	● / ●	● / ●
Battery temperature sensor / data cable	● / ●	● / ●
Warranty	5 years	5 years
Certificates and approvals	www.SMA.Solar.com	www.SMA.Solar.com
Accessories		
Battery cable / battery fuse	○ / ○	○ / ○
Interface (RS 485 / Multicluster PB)	○ / ○	○ / ○
Extended generator start "GenMan"	○	○
Load-shedding protection / battery current measurement	○ / ○	○ / ○
● Standard feature ○ Optional feature -- Not available		
Type designation	SI4548-US-10	SI6048-US-10



Toll Free +1 888 4 SMA USA
www.SMA-America.com

SMA America, LLC