

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“EVALUACION DEL USO Y APLICACIÓN DE LA ENERGIA SOLAR EN
PROGRAMAS DE CONSTRUCCIONES Y SU IMPACTO AMBIENTAL ,EN
DIVERSAS INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS DEL PERU”**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

AREA DE INVESTIGACION: CONSTRUCCION, INNOVACION.

AUTOR:

Bach. WILLIAM ESTUARDO RODRIGUEZ VILLANUEVA

ASESOR:

Dr. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

TRUJILLO – PERU

2015

MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR

TESIS : “EVALUACION DEL USO Y APLICACIÓN DE LA ENERGIA SOLAR EN PROGRAMAS DE CONSTRUCCIONES Y SU IMPACTO AMBIENTAL, EN DIVERSAS INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS DEL PERU”

Presentada por:

Bach. WILLIAM ESTUARDO RODRIGUEZ VILLANUEVA

Aprobado por el jurado:

ING.

PRESIDENTE

ING.

SECRETARIO:

ING.

VOCAL

Dr. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA

ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos Padres, María y Estuardo;
Quienes me apoyaron e inculcaron Valores y
que han hecho en mí ; una persona integral.

A mi Hijos William y Jean Jesús
que sea un ejemplo Para que ellos también
lleguen a su meta trazada.

A mi Amada Esposa , Rossy
Quien es mi aliento y motivo de superación

A mis hermanos Marisa y Víctor
Quienes para mí, son un ejemplo
familiar a seguir.

A mis apreciados Suegros
Luis y Rosa; quienes me
brindaron su apoyo
incondicional.

WILLIAM ESTUARDO

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todos los Docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, y en especial a mi Asesor de Tesis Dr. Fidel German Sagastegui Plasencia, quien con mucha tolerancia y predisposición en todo momento, me brindó el asesoramiento oportuno para culminar mi Tesis.

Así mismo debo agradecer a los funcionarios del Ministerio de Energía y minas en Lima, por su apoyo valioso, consistente en la ayuda para realizar los trabajos de inventario de construcciones de para obtener la energía solar y la conversión en energía eléctrica y especificaciones técnicas que debe tener en cuenta para la aplicación de la energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú.

El Autor

PRESENTACION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada “**EVALUACION DEL USO Y APLICACIÓN DE LA ENERGIA SOLAR EN PROGRAMAS DE CONSTRUCCIONES Y SU IMPACTO AMBIENTAL ,EN DIVERSAS INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS DEL PERU**” con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

La energía eléctrica es un factor determinante en el desarrollo de los pueblos, porque mejora los sistemas educativos, promueve el desarrollo de los sistemas productivos e impulsa el intercambio social entre los pobladores.

Esta Tesis “ **Evaluación del uso y aplicación de la energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú**” es una investigación tecnológica, complementada con un trabajo de análisis socio económico, a fin de conocer el impacto en la economía y calidad de vida de los pobladores del Perú.

Para ello, se recopilaron los aspectos más relevantes del Perú en estudio. También se han considerado los aspectos científicos y tecnológicos necesarios tales como: las características climáticas, el potencial de radiación solar, los fundamentos básicos de la conversión fotovoltaica, entre otros. Con el mismo fin, se han preparado inventario de lo existente , sus características técnicas y detalles.

La propuesta de electrificación, con energía solar, en las viviendas de los pobladores de la zona urbana y rural de las tres regiones del Perú: Costa , Sierra y Selva , es viable y sostenible, principalmente más que por el aspecto técnico, por razones socio-económicas de medio ambiente y calidad de vida mejorada. Es muy Importante una apertura como perspectiva a un gran desarrollo y proyectos masivos de electrificación rural y aprovechamiento de energía solar.

La puesta en práctica de este plan piloto connotará en los habitantes de las zonas rurales , una esperanza de hacer más por su tierra sin pensar en salir a lugares desconocidos y alejados, abandonando su tierra, no obstante se requiere la participación para la agricultura , ganadería, minería y tecnología avanzada.

La implementación de un sistema fotovoltaica domiciliario (FVD) para otras actividades como: la televisión educativa, internet, comunicación. Asimismo se iniciaría, de manera paralela, un proceso de educación y adecuación de los pobladores con la tecnología solar fotovoltaica, mostrándoles sus ventajas y haciendo de esta manera que se busque y se repita esta experiencia en miles de viviendas y caseríos rurales, donde incluso aún en la actualidad no ha llegado la electricidad convencional.

La sostenibilidad del proyecto se apoya en el desarrollo tecnológico que ha alcanzado la energía solar en nuestro país, así como en la existencia de un mercado comercial donde se pueden adquirir componentes de calidad para los sistemas fotovoltaicos domiciliarios (SFD).

El trabajo propone también un programa de gestión y organización, para que las autoridades y pobladores de los distritos y caseríos de los departamentos del Perú participen activamente de las diversas actividades, como serían: la organización del comité local de apoyo, la autogestión de operaciones de mantenimiento y un programa sostenible de capacitación a los diferentes miembros de la comunidad y futuros usuarios de la tecnología solar.

ABSTRACT

Electrical energy is a determining factor in the development of peoples factor, because it improves education systems, promotes the development of production systems and drives social interaction among residents.

This thesis "Evaluation of the use and application of solar energy in buildings program and its environmental impact, in various public and private institutions of Peru" is a technological research work complemented with socio-economic analysis to understand the impact in the economy and quality of life of the inhabitants of Peru.

To do this, the most important aspects of the study were collected from Peru. Have also considered the necessary scientific and technological aspects such as the climatic characteristics, the potential of solar radiation, the basics of photovoltaic conversion, among others. For the same purpose, they have been prepared inventory of what exists, its technical features and details.

The proposed electrification, solar energy, in the homes of the residents of the urban and rural areas of the three regions of Peru: Costa, Sierra and Selva, is viable and sustainable, mainly rather than the technical side, for reasons partner -economic environment and improved quality of life. It is very important as an opening to a great development perspective and massive rural electrification projects and solar energy use.

The implementation of this pilot plan connote the inhabitants of rural areas, hope to do more for his country without thinking of leaving to unknown and distant places, abandoning their land, however participation is required for agriculture, livestock , mining and technology.

The implementation of a photovoltaic system house (FVD) for other activities such as educational television, internet, communication. Also would begin, in parallel, a process of education and suitability of people with solar photovoltaic technology, showing its advantages and thereby making it look and this experience is repeated in thousands of homes and rural villages, where even yet today has not arrived conventional electricity.

The project's sustainability is based on the technological development achieved solar energy in our country, as well as the existence of a commercial market where you can buy quality components for residential photovoltaic systems (SFD).

The paper also proposes a program of management and organization, for the authorities and residents of the districts and villages of the departments of Peru actively participate various activities , as they would be : the organization of local support committee , self-management operations maintenance and sustainable training program for the different members of the community and future users of solar technology

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	1
1.2. MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO...	5
1.3. CARACTERÍSTICA DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.	5
1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA.	7
1.5. OBJETIVOS	7
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.6. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	8
1.6.1. JUSTIFICACION ACADEMICA	8
1.6.2. JUSTIFICACION SOCIAL	9
1.6.3. JUSTIFICACION TECNICA	9
CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS	11
2.1. LIMITES DEL PERU	12
2.2. DIAGNOSTICO.CONSUMO DE ENERGIA	15
2.3. CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL.....	17
2.4. CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS.....	19
2.5. DESARROLLO DE LA ENERGIA SOLAR EN EL PERU	20
2.6. TIPOS DE PANELES SOLARES	32
2.7. UNIDADES EN ENERGIA SOLAR	37
2.8. INCLINACION Y ORIENTACION	38
2.9. MEDICIONES DE ENERGIA SOLAR	39

2.10. COMO OPERAN LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS	40
2.11. BATERIAS SOLARES	42
2.12. CARGA,DESCARGA Y ESTADO DE CARGA	43
2.13. LEGISLACION Y NORMATIVA	44
2.14.FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION	47
2.15. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	48
2.16. PRINCIPIOS DE LAS MEDICIONES SOLARIMÉTRICAS	56
CAPITULO III : ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA	58
3.1. ESTUDIOS SOCIO ECONOMICOS DEL PERU	58
3.2. ANALISIS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL	60
3.3. PERIODO DE DISEÑO	61
3.4. ABASTECIMIENTO DE ENERGIA	67
3.5. ENERGIA SOLAR	70
3.6. EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	73
3.7. SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO	75
3.8. CARACTERISTICAS DE LOS PANELES SOLARES EN ESTUDIO	76
3.9. CONSIDERACIONES EN LA EDIFICACION.ENERGIA SOLAR	83
3.10. PRINCIPALES ACTORES	90
CAPITULO IV : RESULTADOS	106
4.1. VIVIENDAS CON ENERGIA SOLAR	106
4.2. EDIFICIOS EN ELPERU,CON CERTIFICACION LEED.	107
4.3. DIMENSIONAMIENTO SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS	110
4.4. CALCULO DEL CONSUMO DE ENERGIA	111
4.5. CALCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	113
4.6. CALCULO DE LA BATERIA	113
4.7. CABLES ELECTRICOS	117

4.8. DISEÑO DE PROYECTOS CON ENERGIA SOLAR (SFVD)	123
4.9. IMPACTO AMBIENTAL	124
4.10. VENTAJAS DE LOS PANELES SOLARES	132
4.11. ORGANIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD	133
4.12. RESPONSABILIDAD DEL COMITÉ DE GESTION COMUNITARIA	134
CAPITULO V : DISCUSION	136
CAPITULO VI : CONCLUSIONES	138
CAPITULO VII : RECOMENDACIONES	139
CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	140

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Antecedentes del Problema

La energía solar es una de las opciones que se están desarrollando como alternativas a las energías provenientes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m²; 5.0 a 6.0 kWh/m² en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m².

En el Perú hay tres ámbitos donde se ha desarrollado el uso de energía solar en el Perú. El primer ámbito (y más tradicional) es el uso como fuente térmica a través de termas de agua en zonas del sur peruano, principalmente Arequipa y Puno, departamentos en los que existe cerca de 30 empresas dedicadas a la fabricación y mantenimiento de estos aparatos. No obstante, aun es amplio el camino a recorrer para masificar el uso de paneles solares tanto para áreas urbanas como rurales destinados al uso térmico el cual implicaría menor consumo de la red eléctrica en los hogares (una terma eléctrica es uno de los principales consumidores de energía eléctrica en un hogar).

Asimismo su uso no se limitaría a lo domestico sino también podría incluirse en usos productivos como secadores de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos andinos como kiwicha, quinua, kañihua es alta) así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran.

Otro ámbito donde existen avances es en la provisión de electricidad a las zonas rurales. Según datos del 2011, el 16% población peruana no tiene electricidad en sus casas, cifra que se eleva a 22% en las zonas rurales.

Según la Dirección General de Electrificación Rural aún existen cerca de 500 000 hogares ubicados en zonas rurales que quedarían sin ser atendidos por los programas públicos de electrificación. El Plan de Electrificación Nacional de

Electrificación Rural cerca de 345,823 hogares deberán ser cubiertos con módulos fotovoltaicos en espacios rurales.

Entre los proyectos existentes está el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM que ya ha subvencionado la provisión de electricidad a 2,216 hogares que con sistemas fotovoltaicos pilotos. Asimismo, dentro de este esquema existiría en cartera otro subproyectos para llegar a 7,000 hogares más.

Otro programa es Euro Solar, que provee 130 pequeñas centrales de energía híbrida (eólico-solar) destinadas a abastecer de energía a postas, colegios y locales comunales rurales. Asimismo, el programa Luz para Todos del Gobierno Central contempla que cerca de 11,640 nuevas localidades con servicio eléctrico serán atendidas con fuentes renovables siendo una buena parte de ellas a través de sistemas fotovoltaicos.

Entre las opciones para la electrificación rural están los sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD). La empresa estatal ADINELSA, encargada de la promoción de la electrificación rural en áreas no concesionadas, ya posee más 1500 SFDs , operativos en el sur del país.

El tercer ámbito de desarrollo, y el más promisorio, es el que ha surgido con la concesión de las 4 centrales solares que se enlazarán al Sistema Eléctrico Nacional (SEIN) luego de la primera subasta de suministro de electricidad de Recursos Energéticos Renovables (RER) llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas.

Las compañías españolas T-Solar Global y Solarpack Corporacion Tecnológica son las que construirán estas cuatro centrales fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (mw). Estas empresas han firmado contratos con el Gobierno Peruano que les permite asegurar la venta de electricidad producida de fuentes solares durante un lapso de 20 años.

Según Juan Laso, Director General de T Solar, esta adjudicación le permitirá “incrementar la cartera de proyectos en fase de desarrollo de T-Solar, que suman una potencia superior a los 650 MW”.

Como vemos, el sector de la energía solar va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país.

Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos, edificios, marquesinas. De hecho, la T –Solar ya desarrolla proyectos de este tipo en España. Este tipo de innovaciones permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo evitando pérdidas durante el transporte y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan.

No cabe duda de que las opciones de uso de la energía solar son grandes. Lamentablemente, aún existe desconocimiento de aquellos sectores que pueden aprovecharlo más intensamente. Desarrollar este subsector energético sería crucial ya que es una de las mejores opciones para cambiar la actual matriz energética mundial intensiva en gases de efecto invernadero.



Fotografía N° 1 : Vista de un panel Solar

1.2. Electricidad y sus fuentes

Peru fuente de electricidad el promedio, 48% de la electricidad proviene del agua y 51% de hidrocarburos. Esta relación cambia durante el año sobre todo por el nivel del agua en las represas. Los generadores nuevos concentradas en Chilca a 65km al sur de Lima, aumentaron la generación del gas considerablemente. La parte de energías renovables no tradicionales, con la puesta en marcha de dos parques eólicas, superó en Septiembre 2014 por primera vez el 2%.

Los datos actuales de la producción y distribución de electricidad según el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES-SINAC) o en el Avance Estadístico del Subsector Eléctrico, publicado con cierta regularidad por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas del Perú , se indica en la figura N° 1:

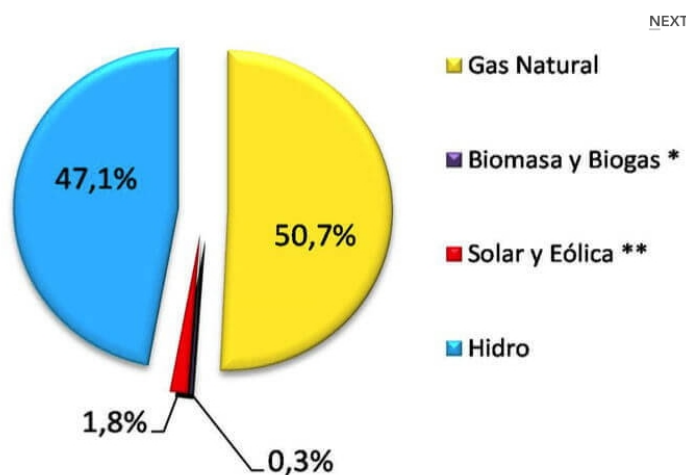


Figura N° 1 : porcentajes de uso de energía (año 2014)

Por lo expuesto nuestro trabajo de investigación tratara de contribuir, para evitar la contaminación ambiental, mediante la evaluación para el uso y aplicación de la energía solar en programas de construcciones ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú.

1.3.- MOTIVOS QUE GENERARON LA PROPUESTA DEL PROYECTO

- Falta de Energía Solar, actualmente solo se está usando en el Perú, el 1.8% y la gran necesidad de Energía eléctrica para las zonas rurales de nuestro país.
- El 48% de la electricidad proviene del agua y 51% de hidrocarburos que y sus costos son elevados, para los pobladores.
- Escases de recurso hídrico y falta de presupuesto para construcción de represas en el Perú.
- La Energía Solar es costo cero y sin contaminación.
- Eventos extremos.

1.4.- CARACTERÍSTICA DE LA SITUACIÓN NEGATIVA QUE SE INTENTA MODIFICAR.

Con los cambios políticos de los países líderes (Japón, Europa y EEUU) y sus estímulos económicos, se inició un desarrollo, resultando en un mercado importante para la tecnología de energías renovables. Esto, junto con el inmenso programa chino de electrificar vastas zonas con energías renovables y accidentes como en 2011 el terrible sismo y tsunami en Japón que destruyó el centro nuclear Fukushima, generó una producción de gran escala con precios accesibles. La ilustración muestra los países líderes en el uso de energías renovables para la electricidad en el año 2012.

Como consecuencia hoy en día, a veces sin los subsidios a la energía renovable, la energía solar resulta más barato que la energía convencional en varios países. Se estima que dentro de pocos años (calculando la subida de los precios de energía tradicional y una reducción de precios de energía renovable) este será el caso en muchos países.

En 2013, con una producción de 1,560 GW, una quinta parte de la energía eléctrica generada ya viene de fuentes renovables. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), solo en

el año 2014, a pesar de la reducción de los precios del crudo, se instaló una capacidad record de 103 GW. Esta corresponde a 20 veces de toda la energía eléctrica producida en el Perú.

Históricamente, solamente la población urbana tenía la comodidad de electricidad garantizada. La población rural en su mayoría, ni tenía la red, ni la voz y fuerza para reclamarla. Aunque habían iniciativas aisladas con éxito para electrificar poblaciones rurales con sistemas descentralizados (por ejemplo: Pozuzo y Acopalca), estas representaron nada más que una gota de agua en vista de la gran necesidad. Según el mapa de pobreza del Fondo Nacional de Cooperación para el Desarrollo (FONCODES), 70% de la población rural en el 2007 no tenía acceso a electricidad, con grandes variaciones entre diferentes departamentos.

El gobierno reaccionó y actualmente una serie de proyectos están en ejecución con un mejoramiento importante. El Plan Nacional de Electrificación Rural con el Fondo Nacional de Electrificación Rural (FONER), que incluye energías renovables, se encuentra actualmente en su segunda fase.

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) publica este mapa interactivo de las centrales y la red de distribución (SEIN, se puede visualizar el estado actual y los proyectos de las líneas de distribución, las subestaciones y los centrales interconectadas o aisladas. Seleccionar 'centrales no convencionales' muestra las instalaciones fotovoltaicas, eólicas y de biomasa conectadas a la red.

A mitad de los años 2000, el gobierno retomó sus intereses e inversiones en una producción de electricidad diversificada, que incluye la energía renovable tradicional y moderna. Nuevas leyes fueron introducidas.

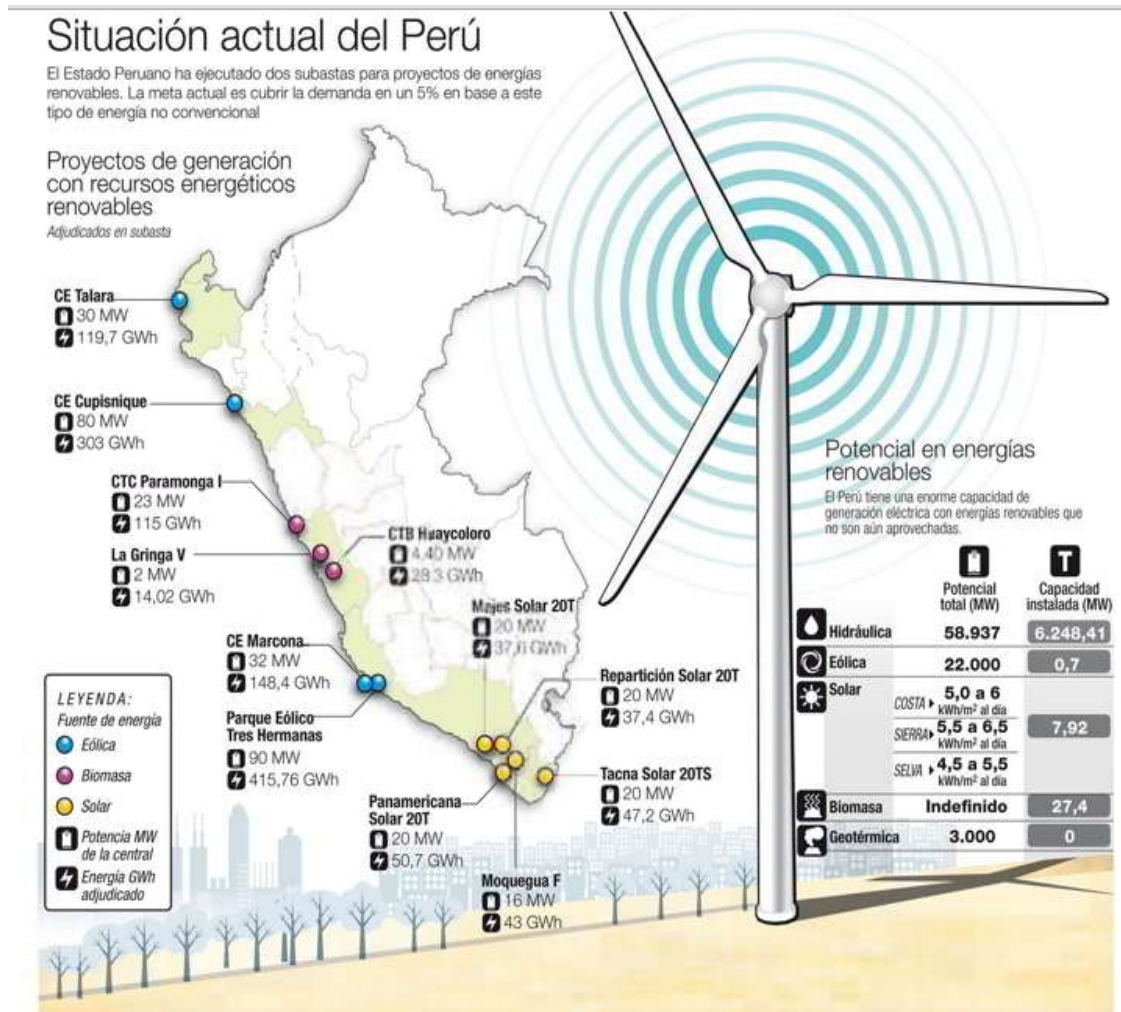


Figura N° 2 : Proyectos de generación con recursos energéticos renovables

1.5. Formulación del problema:

¿Cuál es la Evaluación del uso y aplicación de la energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Realizar la Evaluación del uso y aplicación de la energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú

1.6.2. Objetivos Específicos:

- Determinar el diagnóstico de la falta de electrificación rural en el Perú.
- Obtener Información sobre programas que tienen las instituciones publicas y privadas en nuestro País en el uso y aplicación en construcción de la Energía Solar en el Perú.
- Investigar los diferentes métodos de captación y procesamiento de energía solar utilizable así como su aplicación en la construcción de obras civiles en el Perú.
- Resumir los métodos existentes de cálculo y selección de paneles u otros Instrumentos de Captación.
- Adaptar para fines prácticos la información procesada y elaborada para que emita la Universidad y el Colegio de Ingenieros del Perú.
- Elaborar un plan para una gestión de elaboración de perfiles y expedientes técnicos sobre electrificación mediante paneles solares.
- Proponer un plan de educación ambiental para conocimiento que la Energía Fotovoltaica es el procedimiento actual mas económico y sin contaminación.

1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1.- JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Se justifica académicamente por la aplicación de sistemas de energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental en diversas instituciones públicas y privadas del Perú, que permitan beneficiar a los habitantes. En 2013, con una producción de 1,560 GW, una quinta parte de la energía eléctrica generada ya viene de fuentes renovables. Según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), solo en el año 2014, a pesar de la reducción de los precios del crudo, se instaló una capacidad record de 103 GW. Esta corresponde a 20 veces de toda la energía eléctrica producida en el Perú.

1.7.2.- JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Apoyo para proyecto de aplicación de la energía Solar en programas de construcciones en diversas instituciones públicas y privadas y que los habitantes se beneficien con energía eléctrica sostenible mediante sistemas Fotovoltaicos domiciliarios. Como consecuencia hoy en día, a veces sin los subsidios a la energía renovable, la energía solar resulta más barato que la energía convencional en varios países. Se estima que dentro de pocos años (calculando la subida de los precios de energía tradicional y una reducción de precios de energía renovable) este será el caso en muchos países.

1.7.3.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La primera planta en nuestro país “Tacna Solar” con 22 MWp de capacidad fue inaugurado al inicio de Noviembre de 2012 y aportará 50.000 MW/h al año a la red eléctrica en el sur del país. El 31 de Diciembre de 2014, la quinta planta con 19 MWp fue puesto en operación cerca de Moquegua. Actualmente (al inicio de 2015) existen cinco parques solares conectados a la red con una instalada capacidad nominal de 102 MWp.

El fuerte crecimiento de la economía y el mejoramiento de las condiciones de la vida en general requieren un incremento de la energía eléctrica en forma sobreproporcional. Diferentes fuentes estiman que un aumento anual entre 8 y 10% es necesario para evitar una escasez.

Con el gas muy económico de Camisea no es sorprendente que esta fuente dominará la producción durante muchos años. Según un artículo del diario El Comercio del 5 de Enero 2012, las grandes instalaciones concentradas en Chilca al sur de Lima por si solo suministraran desde 2015 aproximadamente un 50% de la energía eléctrica de todo el país.

Con satisfacción podemos también constatar que en Abril del 2010, a través de un proceso de licitación del OSINERGMIN, Perú se comprometió en construir tres parques eólicos, cuatro plantas solares, dos plantas de biomasa y 17 pequeñas hidroeléctricas, que tendrán una capacidad de generación de 411.7 MW. Una segunda licitación de energía renovable con 210 MW esta en proceso..

En 2015, todas están en función sin añadir otros. Aunque estas instalaciones de energías renovables no tradicionales representan un porcentaje de solamente poco más de 2% del total de la producción nacional, es un paso importante con una clara tendencia.

Este proyecto de Evaluación del uso y aplicación de la energía solar en programas de construcciones y su impacto ambiental ,en diversas instituciones públicas y privadas del Perú., contribuirá a generar inversiones y beneficios económicos, sociales y ambientales. Los beneficios son aquellos que permiten a los pobladores del Peru, incrementar su nivel de bienestar, sin contaminación ambiental y elevar la calidad de vida.

La irradiación solar es una de las variables más importantes, por ser la fuente de energía utilizada en la gran mayoría de los procesos en nuestro planeta. No obstante la importancia de esta variable, su medición es escasa debido a los altos costos del instrumental de precisión requerido así como de su mantenimiento, por lo que la red de medición en el Perú, como en muchos otros países, es limitada. De otro lado, la gran variabilidad topográfica y climática del territorio peruano obligan a tener que considerar redes más densas y bien distribuidas a nivel nacional para una evaluación más precisa y detallada de este recurso.

En este contexto se hace necesario utilizar herramientas para la generación de datos de irradiación solar en zonas que no disponen de éstos, recurriendo a diferentes métodos que permitan estimar esta variable en función de otras variables o parámetros conocidos o de más fácil medición, como son la heliofanía y temperaturas, las cuales son regularmente medidas en las estaciones meteorológicas más comunes.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1.- UBICACIÓN POLÍTICA DEL PERU

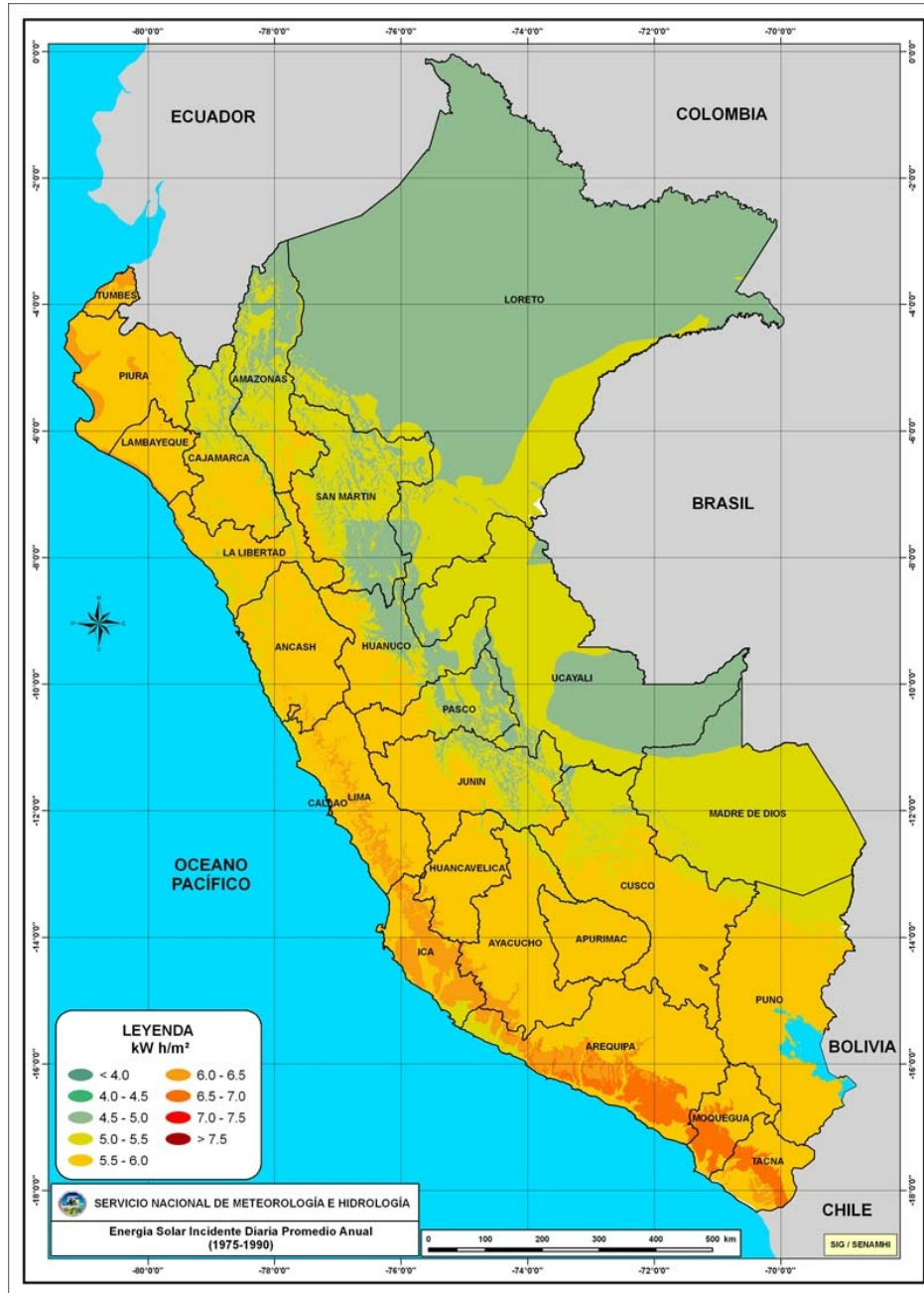


Figura N° 3 : Energía Solar Incidente diaria promedio Anual en el Perú

Perú está ubicado en la parte occidental de América del Sur. Su territorio limita con Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia y Chile. Está asentado con soberanía sobre 1'285,215 km² de terreno y 200 millas marinas del Océano Pacífico, así como 60 millones de hectáreas en la Antártida.



Figura N° 4 : Limites del Perú

2.2. Geografía y Clima

El Perú es un país megadiverso, cuenta con 11 ecorregiones y 84 zonas de vida de las 117 que existen en el mundo. Posee una enorme multiplicidad de paisajes debido a sus condiciones geográficas, lo que a su vez le otorga una gran diversidad de recursos naturales.

En su territorio se pueden identificar tres grandes regiones, que ha sido la forma tradicional de dividirlo según sus altitudes: Costa, Sierra y Selva.

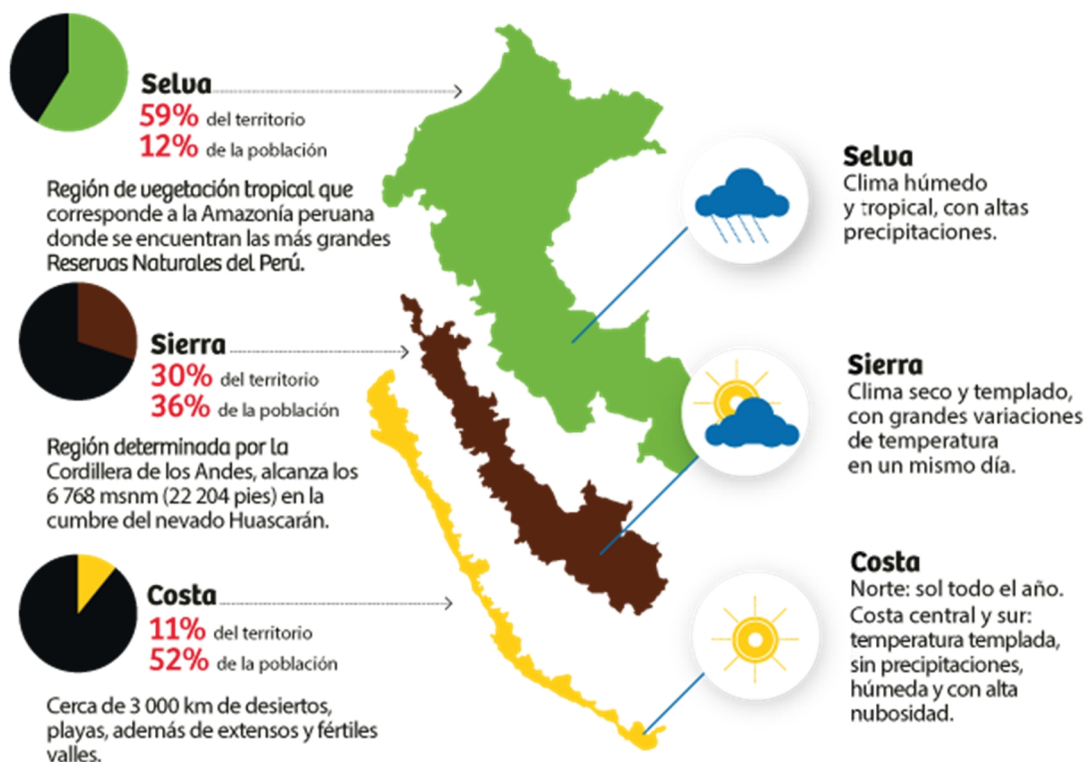


Figura N° 5 : Tres regiones del Perú : Costa, Sierra y Selva.

El Perú es un país de topografía muy variada, de gran diversidad climática y condiciones excepcionales que le confieren un elevado potencial de energías renovables. Sin embargo, para hacer posible el diseño de políticas y medidas para incentivar el mayor uso de estas energías limpias que promuevan el desarrollo especialmente en zonas rurales, es necesario e indispensable cuantificar esta disponibilidad así como conocer su distribución temporal en el territorio

En el Perú el acceso a los servicios básicos es una de las necesidades que aún no ha sido cubierta totalmente en la población urbana, mucho menos en la rural debido a múltiples factores, sobre todo los de índole económico, político y social.

El uso de la energía eléctrica es importante porque con ella nos alumbramos por las noches, se puede utilizar en los servicios de comunicación, disponer de

aparatos eléctricos y desarrollarnos con la industria y la tecnología. Sin embargo, para la mayoría de poblados rurales, el acceso a este servicio es difícil, por lo accidentado del territorio peruano.

Pese a ello, hoy en día una vivienda ubicada en algún distrito o anexo de las zonas alto andinas y punas, distante de las plantas hidroeléctricas, puede ser provista de electricidad gracias al desarrollo de los sistemas que generan electricidad de manera alternativa como son los paneles solares

Durante este siglo XXI, estamos siendo observadores directos de la espectacular revolución tecnológica que se está dando durante estas últimas décadas, crecimiento que favorece al ser humano permitiendo el aprovechamiento, de manera novedosa, de fuentes de energías naturales y renovables.



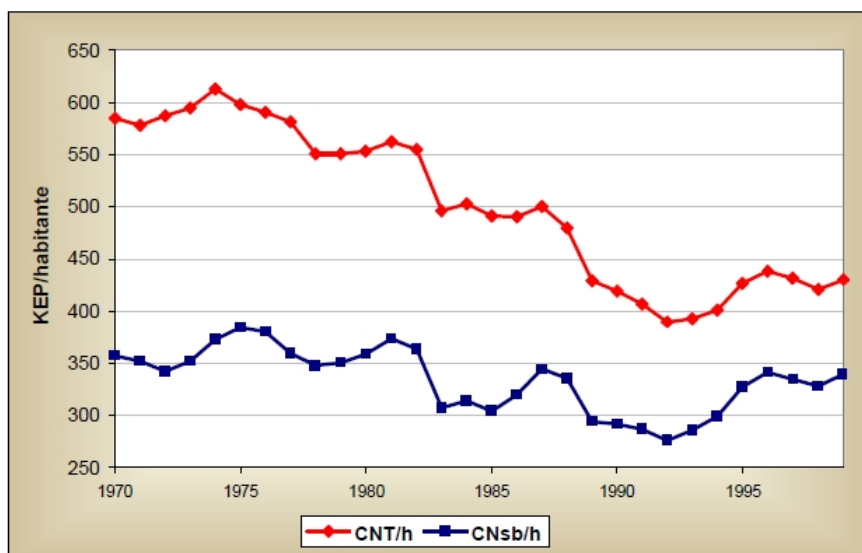
Figura N° 6 : Ubicación Política del Perú.

2.3. DIAGNÓSTICO

2.3.1. CONSUMO DE ENERGÍA

En el Perú el bajo consumo de energía del país está ligado al estancamiento de su economía y a la reprimarización de sus actividades productivas.

El consumo final de energía neta por habitante está prácticamente estancado desde las dos últimas décadas a pesar de una leve recuperación en el último quinquenio en clara concordancia con la situación económica posterior a los años 80 en Perú. Ver Figura N° 7.



CNT/h : Consumo Neto Total por habitante
CNSb/h: Consumo Neto sin Biomasa por habitante

Figura N° 7 : Consumo final de energía por habitante

A nivel de América Latina, Perú aparece entre los países de menor consumo energético por habitante debido a una baja energización de sus actividades productivas y residenciales. Ver Figura N° .

En gran medida ello es resultante del inicio tardío, y rápidamente truncado, del esquema de crecimiento basado en el desarrollo del mercado interno, donde la crisis de los años 80 y el proceso de reprimarización productiva de los 90 han confluído para mantener esa situación.

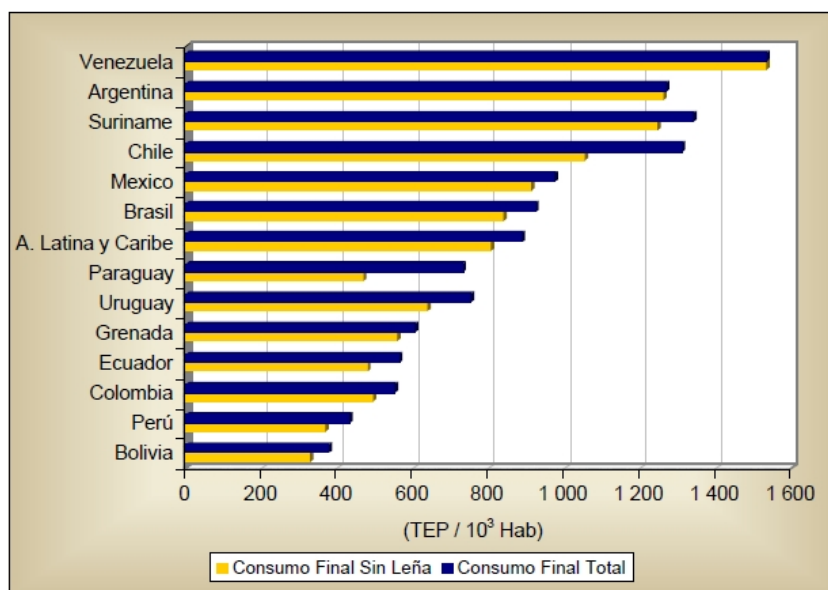


Figura N° 8 : Comparación internacional del consumo energético final por habitante. Año 2000.

El hecho señalado previamente, junto a la alta participación de la biomasa se refleja en una baja elasticidad Energía Neta - PBI (0,7081) in propia para un país que se encuentra aún en estado de desarrollo de su aparato productivo y de sus condiciones sociales marcadas por un importante grado de desigualdad y pobreza.

El consumo Residencial y Comercial de energía por habitante entre 1980 y 1998 muestra una tendencia declinante que se acelera a partir de 1985, especialmente por la reestimación del aporte de la Leña y por la penetración del GLP y de la Electricidad de mayor eficiencia promedio; el GLP y la Electricidad.

En los estratos más pobres de la población se comprueban carencias importantes en lo que se refiere a la cobertura de los requerimientos energéticos básicos : Conservación de Alimentos, Artefactos Diversos e Iluminación. Ver Figura N° .

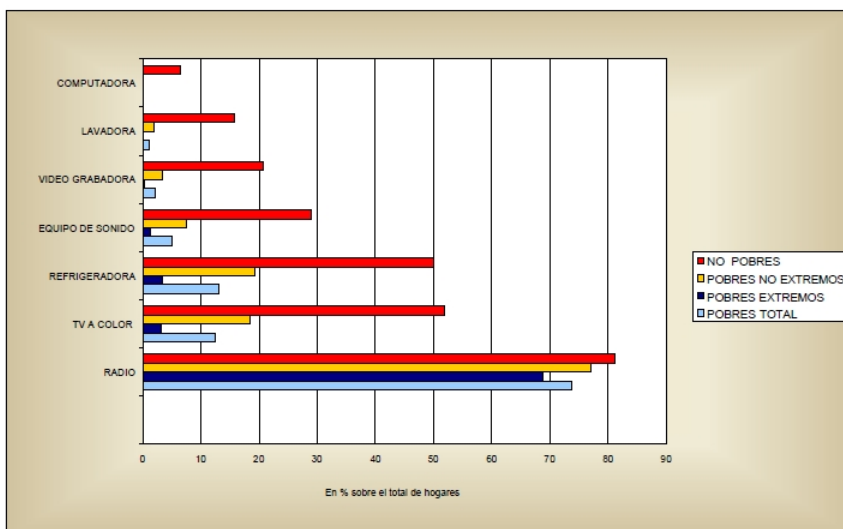


Figura N° 9 : Equipamiento de los hogares según grado de pobreza

2.3.2.CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

El consumo energético neto en el sector Residencial muestra un crecimiento anual promedio en todo el período de 1,62 % y 2,14% anual en el Escenario I y II respectivamente. En el Cuadro N° 11 se incluye la evolución futura de la demanda de energía neta por fuentes para ambos escenarios.

Tabla N° 1 : Demanda de energía neta por fuentes sector residencial. Perú

DEMANDA DE ENERGÍA NETA POR FUENTES SECTOR RESIDENCIAL 10³ TEP

FUENTES	1998	ESCENARIO I				ESCENARIO II			
		2005	2010	2015	TASA (%) 1998-2015	2005	2010	2015	TASA (%) 1998-2015
Biomasa y Dendroenergía	1 980,3	2 126,5	2 184,5	2 263,2	0,8	2 239,9	2 306,1	2 434,4	1,2
Hidrocarburos Líquidos	893,1	1 038,0	1 107,2	1 195,3	1,7	1 062,3	1 083,7	1 132,2	1,4
Hidrocarburos Gaseosos	4,0	9,5	43,4	76,4	18,9	13,7	105,7	180,7	25,1
Solar	45,8	56,2	65,6	78,0	3,2	61,2	79,7	97,1	4,5
Electricidad	403,3	523,9	626,5	757,0	3,8	575,8	722,4	924,1	5,0
TOTAL	3 326,4	3 754,1	4 027,3	4 369,9	1,6	3 952,9	4 297,6	4 768,5	2,1

Con respecto a la demanda de energía neta total por regiones geográficas, se muestra que en el escenario I las macro regiones norte y sur crecen más rápidamente que la central, muy similar al promedio del país, con lo cual su participación varía ligeramente.

En el Escenario II se mantienen e intensifican las diferencias en el crecimiento de la demanda de las macro regiones Norte y Sur, en especial en esta última, en relación con la macro región Central, esto se debe al proceso de descentralización de la población. En la macro región Oriental sigue siendo la de mayor crecimiento pero con diferencias menores que en el Escenario I.

En todos los casos, tanto en el Escenario I como en el Escenario II, el consumo de energía neta total de las áreas rurales crece más lentamente que en las áreas urbanas, lo cual implica que la participación del área rural en el total disminuye en todos los casos.

En el año base, prácticamente la totalidad de los usuarios del área rural, se concentra en el nivel mínimo de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), solo un 0,8% del consumo corresponde al nivel medio y no existe el nivel alto, esta situación mejora tanto en el escenario I como en el escenario II, lo cual muestra el fuerte desafío que implica mejorar el abastecimiento energético y la satisfacción de las necesidades energéticas básicas en dicha área.

En el área urbana mejora la participación de los sectores medios y altos mientras que la de los sectores bajos se reduce del 64,7% en el año base a 55,2% en el 2015 del Escenario I y 51% en el escenario II.

Este proceso de mejora en la distribución del Consumo de Energía Neta entre niveles de NBI y entre áreas urbanas y rurales se produce tanto por el incremento en los consumos específicos por hogar, como por los procesos de redistribución de la población por regiones y por nivel de NBI.

La cocción es el uso más importante en este sector, en el año base representaba el 67% del total, siendo esta participación mayor en las áreas rurales que en las urbanas, en el año 2015 este uso desciende participación a

62,3% en el escenario I y 58,5% en el escenario II, sin embargo continua representando el uso más importante de este sector.

Otro uso en importancia, es el calentamiento de agua, la evolución de su participación es ligeramente creciente en el escenario II con un ligero descenso en el escenario I.

Es importante destacar el caso de la Energía Solar cuya presencia se manifiesta en el área urbana de las regiones Sur y Centro (Sierra).

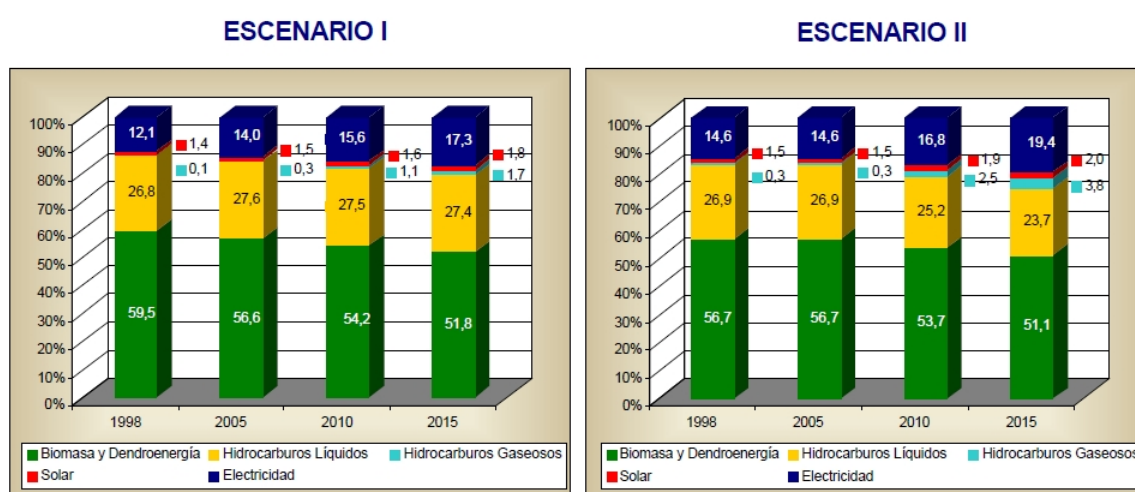


Figura N° 10 : Estructura del consumo de energía, sector residencial. Perú.

2.3.3. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS

El consumo energético neto del sector comercial y servicios en el Perú , en 1998 representaba el 1,86% respecto al consumo final de energía neta total y al año 2015 esta participación prácticamente se mantiene en ambos escenarios, llegando a 1,86% en el escenario I y 1,82% en el escenario II.

La electricidad continua siendo la principal fuente de este sector, apareciendo el gas distribuido en segundo lugar desplazando al GLP y al kerosene. La mayor penetración se observa en el gas distribuido, en los usos principalmente calóricos, en las actividades relacionadas con la salud humana, restaurantes y hoteles. Los niveles de participación del gas distribuido en el año 2015 son 15,6% en el escenario I, y 20,7% en el escenario II. En la tabla N° se incluye

la evolución futura de la demanda de energía neta por fuentes para ambos escenarios.

Tabla N° 2 : Demanda de energía neta por fuentes. Sector comercial y servicios

**DEMANDA DE ENERGÍA NETA POR FUENTES
SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS
10³ TEP**

FUENTES	1998	ESCENARIO I				ESCENARIO II			
		2005	2010	2015	TASA (%) 1998-2015	2005	2010	2015	TASA (%) 1998-2015
Biomasa y Dendroenergía	9,2	2,9	0,7	0,7	-14,2	1,6	0,1	0,1	-25,6
Hidrocarburos Líquidos	75,8	81,4	75,4	74,3	-0,1	82,1	59,9	60,6	-1,3
Hidrocarburos Gaseosos		4,6	27,5	46,3		8,5	48,8	69,7	
Solar	5,4	6,2	7,4	8,9	2,9	6,5	8,4	11,0	4,2
Electricidad	98,0	114,3	136,7	167,0	3,2	121,1	154,2	195,6	4,1
TOTAL	188,5	209,4	247,7	297,1	2,7	219,8	271,4	336,9	3,5

2.4. Desarrollo de la Energía Solar en el Perú

La energía solar es una de las opciones que se están desarrollando como alternativas a las energías provenientes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m²; 5.0 a 6.0 kWh/m² en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m².

En el Perú hay tres ámbitos donde se ha desarrollado el uso de energía solar en el Perú. El primer ámbito (y más tradicional) es el uso como fuente térmica a través de termas de agua en zonas del sur peruano, principalmente Arequipa y Puno, departamentos en los que existe cerca de 30 empresas dedicadas a la fabricación y mantenimiento de estos aparatos. No obstante, aun es amplio el camino a recorrer para masificar el uso de paneles solares tanto para áreas urbanas como rurales destinados al uso térmico el cual implicaría menor consumo de la red eléctrica en los hogares (una terma eléctrica es uno de los principales consumidores de energía eléctrica en un hogar). Asimismo su uso no se limitaría a lo domestico sino también podría incluirse en usos productivos

como secadores de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos andinos como kiwicha, quinua, kañihua es alta) así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran.

Otro ámbito donde existen avances es en la provisión de electricidad a las zonas rurales. Según datos del 2011, el 16% población peruana no tiene electricidad en sus casas, cifra que se eleva a 22% en las zonas rurales. Según la Dirección General de Electrificación Rural aún existen cerca de 500 000 hogares ubicados en zonas rurales que quedarían sin ser atendidos por los programas públicos de electrificación. El Plan de Electrificación Nacional de Electrificación Rural cerca de 345 823 hogares deberán ser cubiertos con módulos fotovoltaicos en espacios rurales.

Entre los proyectos existentes esta el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM que ya ha subvencionado la provisión de electricidad a 2 216 hogares que con sistemas fotovoltaicos pilotos. Asimismo, dentro de este esquema existiría en cartera otro subproyectos para llegar a 7 000 hogares más. Otro programa es Euro Solar, que provee 130 pequeñas centrales de energía hibrida (eólico-solar) destinadas a abastecer de energía a postas, colegios y locales comunales rurales. Asimismo, el programa Luz para Todos del Gobierno Central contempla que cerca de 11 640 nueva localidades con servicio eléctrico serán atendidas con fuentes renovables siendo una buena parte de ellas a través de sistemas fotovoltaicos. Entre las opciones para la electrificación rural están los sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD). La empresa estatal ADINELSA, encargada de la promoción de la electrificación rural en áreas no concesionadas, ya posee más 1500 SFDs operativos en el sur del país.

El tercer ámbito de desarrollo, y el más promisorio, es el que ha surgido con la concesión de las 4 centrales solares que se enlazaran al Sistema Eléctrico Nacional (SEIN) luego de la primera subasta de suministro de electricidad de Recursos Energéticos Renovables (RER) llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas. Las compañías españolas T-Solar Global y Solarpack Corporacion Tecnológica son las que construirán estas cuatro centrales

fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (mw). Estas empresas han firmado contratos con el Gobierno Peruano que les permite asegurar la venta de electricidad producida de fuentes solares durante un lapso de 20 años. Según Juan Laso, Director General de T Solar, esta adjudicación le permitirá “incrementar la cartera de proyectos en fase de desarrollo de T-Solar, que suman una potencia superior a los 650 MW”.

Como vemos, el sector de la energía solar va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos, edificios, marquesinas. De hecho, la T –Solar ya desarrolla proyectos de este tipo en España. Este tipo de innovaciones permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo evitando pérdidas durante el transporte y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan.

No cabe duda de que las opciones de uso de la energía solar son grandes. Lamentablemente, aún existe desconocimiento de aquellos sectores que pueden aprovecharlo más intensamente. Desarrollar este subsector energético sería crucial ya que es una de las mejores opciones para cambiar la actual matriz energética mundial intensiva en gases de efecto invernadero.

El promedio de la Radiación Solar sobre una superficie horizontal en la Sierra de Perú es mayor a 5 kW.h/m² y en la Selva varía entre 4 y 5 kW.h/m², lo cual indica que el país tiene un buen potencial para el uso de la Energía Solar.

La elaboración del BNEU 1998 permitió detectar, a través de las encuestas realizadas, el nivel de Utilización de la Energía Solar en los Sectores Residencial y Comercial.

Estos consumos Finales de energía alcanzaron a 45,8 103 TEP en el Sector Residencial y a 5,4 103 TEP en el Comercial y Servicios, por supuesto en el calentamiento de Agua. Esto consumos son muy pequeños respecto del Consumo Energético Final Total o de los Consumos Totales de los respectivos sectores. El 1,3% del Residencial Total; el 1,8% del Comercial y Servicios y el 0,5% del Consumo Final Total. A nivel del Uso Calentamiento de Agua en el Sector Residencial, la Energía Solar representa un no despreciable 7,8% en Energía Neta y un 13,3% en Energía Util.

Por Departamentos el Sector Residencial en Arequipa concentra el 85,5% del uso solar completando los totales Lima-Callao (13,2%) y Tacna (1,3%). En Comercial y Servicios, también Arequipa acapara la mayor parte del consumo solar con el 85,1% y el resto se distribuye entre Ancash; La Libertad; Puno; Tacna; Piura y Cuzco.

2.3.1. ENERGIA SOLAR

El Sol emite energía constantemente a razón de la enorme cifra de $3,8 \times 10^{23}$ KW, de la cual la Tierra recibe sólo una minúscula parte. Pero esa parte es tan importante para el hombre, que su aprovechamiento permitiría una fuente inagotable (en términos humanos), de energía llamada “limpia”, o sea que no deja residuos o cualquier huella de su paso.

Si consideramos la medición perpendicular al suelo, en el Ecuador terrestre, la potencia que se puede obtener es de 1,36 KW por metro cuadrado, equivalente a la potencia que consumen dos planchas eléctricas normales. Esta potencia se denomina la “Constante Solar” y es la base de cualquier cálculo sobre esta forma de energía. Sin embargo, al estar de por medio una atmósfera, las nubes o el polvo contenido de alguna manera frenan la llegada de esa potencia. La radiación sobre el suelo se calcula en 2,10 KW por metro cuadrado. Tomando en cuenta que, en la mayoría de los lugares de la Tierra, a diferentes latitudes y a diferentes horas del día, el Sol no cae perpendicularmente sino que varía su ángulo de incidencia, se puede calcular que en promedio se pueden obtener sólo de 6 a 8 KWH por metro cuadrado por día. Esta cantidad puede ser aprovechada, siempre que se cuente con los dispositivos apropiados.

2.3.2. USOS

Fotovoltaicos: Iluminación, Bombeo, Telecomunicaciones, Refrigeración Electrodomésticos

Térmicos: Agua Caliente, Secado de productos, Cocción de alimentos , Calefacción de ambientes, Iluminación natural

Tabla N° 3 : Distribución de Paneles, cocinas, termas y secadores solares en el Perú

REGIÓN	PANELES FOTOVOLTAICOS	COCINAS SOLARES	TERMAS SOLARES	SECADORES SOLARES
Amazonas	2,499	1		88
Ancash	3,515	242	11	
Apurímac	1,334	5	1	
Arequipa	3,256	20	7,831	24
Ayacucho	1,740	13	44	
Cajamarca	5,273	14		88
Cusco	9,423	39	12	93
Huancavelica	1,357	2	12	
Huánuco	2,594	1		90
Ica	512	2		
Junín	2,193	79	1	134
La Libertad	1,648	3	9	
Lambayeque	1,604		5	
Lima	2,495	57	21	16
Loreto	5,368	1		
Madre de Dios	413			
Moquegua	395		14	
Pasco	1,352	5	2	43
Piura	4,124	9		8
Puno	3,703	128	52	4
San Martín	2,864	1	1	175
Tacna	562	18	29	1
Tumbes	345			
Ucayali	3,661			
TOTAL	62,230	640	8,045	764

Fuente: MINEM, 2004

2.3.3. LA LUZ SOLAR

La luz solar forma parte del espectro electromagnético, es decir, es un tipo de onda electromagnética que se desplaza por el espacio en todas direcciones y alcanzar la Tierra en un tiempo de 8 minutos.

Se ha calculado que la potencia de irradiación del sol es de 200×10^{12} kW, más que la potencia total de todas las centrales de todo tipo funcionando actualmente en la Tierra. En un solo segundo, el Sol irradia más energía que la

que ha consumido en toda su historia de la humanidad. La intensidad de radiación emitida sobre la Tierra es constante, pero no así la finalmente recibida en su superficie.

La época del año, la hora del día, la latitud y la climatología modifican enormemente la recepción en la tierra. La radiación que alcanza la superficie terrestre tiene por término medio una intensidad de potencia de 900 W/m² (Romero Tous, 2010).

Además la energía solar es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar en que se produce (autogestionada). La sostenibilidad energética en un futuro vendrá dada por el uso de las energía renovables (Mendez Muñiz & Cuervo Garcia, 2007).

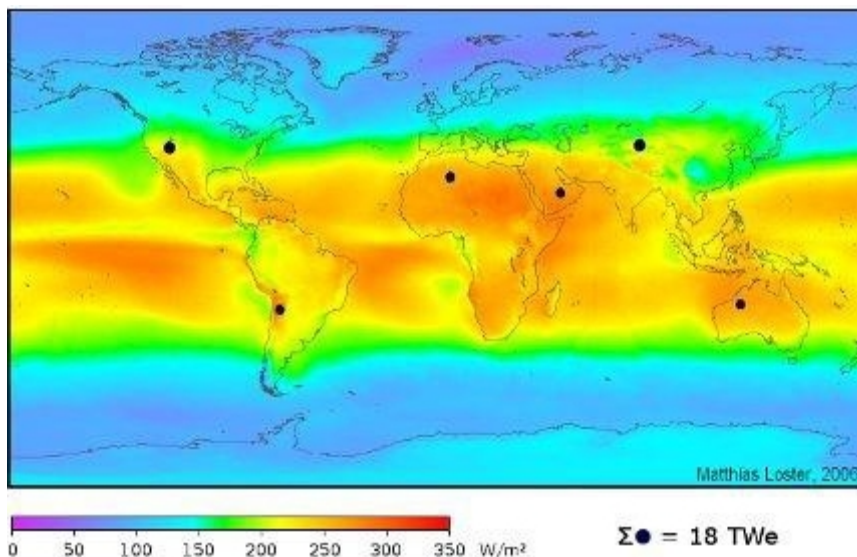


Figura N° 11 : Regiones con mayor incidencia de los rayos solares

En el mapa que vemos arriba apreciamos las regiones con mayor incidencia de los rayos solares sobre nuestro planeta. Instalando paneles solares en estas podemos optimizar un poco más el uso y aprovechamiento de la energía solar. (Fernandez, 2012).

La capacidad energética del sol, la cual perdurará durante millones de años, al igual que la privilegiada ubicación de México, permite que nuestro territorio

nacional destaque como uno de los territorios con mayor promedio de radiación solar anual. (Energía Verde Alternativa, 2011)

La energía solar es uno de los tipos de renovables llamado "energías verdes", pues no son contaminantes y no representan un problema grave en lo relativo al reciclaje. Existen varios tipos de energía solar, y entre ellos podemos encontrar la energía solar fotovoltaica, para producir electricidad, energía solar termoeléctrica, para producir electricidad a través de un fluido, energía solar térmica, para producir agua caliente de baja temperatura, etc.

Actualmente varios países se han tomado en serio el tema de la energía solar, principalmente los primermundistas, que son a su vez los responsables de la mayor cantidad de emisiones de CO₂ hacia la atmósfera. Si todo va bien y si el problema se encara desde una perspectiva seria, la organización ecologista Greenpeace calcula que dentro de veinte años la energía solar podría alimentar 2/3 de las necesidades energéticas de la población mundial (Dan, Ojocientifico.com, 2010).

Las energías renovables, también denominadas energías verdes, son fuentes de energía amigable con el medio ambiente, es decir que no contaminan y que a su vez su utilización no implica el agotamiento de la misma. (Fernandez, 2012).

2.3.4. Usos de la energía solar.

Sistemas de protección Catódicos

La protección catódica es un método de proteger las estructuras de metal contra la corrosión. Es aplicable a puentes, tuberías, edificios, estanques, perforaciones y líneas ferroviarias. Para alcanzar la protección catódica se aplica un pequeño voltaje negativo a la estructura de metal y éste evita que se oxide o aherrumbre. El terminal positivo de la fuente es conectado a un ánodo galvánico o de sacrificio que es generalmente un pedazo del metal de desecho, que es corroído en vez de la estructura que se desea proteger. Las celdas solares fotovoltaicas se a menudo utilizan en lugares remotos para proporcionar este voltaje.

2.3.5. Cercas Eléctricas

Las cercas eléctricas se utilizan extensamente en agricultura para evitar que el ganado o los depredadores entren o deje un campo cerrado. Estas cercas tienen generalmente uno o dos alambres "vivos" que se mantienen con cerca de 500 voltios de Corriente Continua. Éstos dan una dolorosa descarga, pero inofensiva a cualquier animal que los toque. Esta descarga generalmente es suficiente para evitar que el ganado derribe los cercos. Estas cercas también se utilizan en recintos de la fauna y áreas protegidas. Requieren de un alto voltaje pero muy poca corriente y a menudo están situadas en áreas alejadas donde el costo de energía eléctrica es alto. Estas necesidades se pueden resolver mediante un sistema fotovoltaico compuesto de células solares, un acondicionador de energía y una batería. Sistemas de Iluminación



Fotografía N°2: Vista de Panel solar y luminaria pública

A menudo se requiere iluminación en lugares remotos donde el costo de emplear energía de la red es demasiado alto. Tales aplicaciones incluyen la iluminación de seguridad, ayudas a la navegación (ej. boyas y faros), señales iluminadas en los caminos, señales en cruces ferroviarios y la iluminación de aldeas.

Las células solares pueden satisfacer tales usos, aunque siempre se requerirá de una batería de almacenaje. Estos sistemas generalmente consisten de un panel fotovoltaico más una batería de almacenaje, un acondicionador de energía y una lámpara fluorescente de C.C. de baja tensión y alta eficiencia. Estos sistemas son muy populares en áreas remotas, especialmente en países en vías de desarrollo y es uno de los usos principales de células solares.

2.4. Telecomunicaciones y sistemas de monitoreo remotos

Las buenas comunicaciones son esenciales para mejorar la calidad de vida en áreas alejadas. Sin embargo el costo de energía eléctrica de hacer funcionar estos sistemas y el alto coste de mantenimiento de los sistemas convencionales han limitado su uso.

Los sistemas fotovoltaicos han proporcionado una solución rentable a este problema con el desarrollo de estaciones repetidoras de telecomunicaciones en áreas remotas. Estas estaciones típicamente consisten de un receptor, un transmisor y un sistema basado en una fuente de alimentación fotovoltaica. Existen miles de estos sistemas instalados alrededor del mundo y tienen una excelente reputación por su confiabilidad y costos relativamente bajos de operación y mantenimiento.

Principios similares se aplican a radios y televisiones accionadas por energía solar, los teléfonos de emergencia y los sistemas de monitoreo. Los sistemas de monitoreo remotos se pueden utilizar para recolectar datos del tiempo u otra información sobre el medio ambiente y transmitirla automáticamente vía radio a una central.

2.5. Bombas de agua accionadas por energía solar

Existen más de 10.000 bombas de agua accionadas por energía solar en el mundo. Son utilizadas extensamente en granjas para proveer el agua al ganado. En países en vías de desarrollo se las utiliza extensivamente para bombear agua de pozos y de ríos a las aldeas para consumo doméstico y la irrigación de cultivos. Un típico sistema de bombeo accionado por energía

fotovoltaica consiste en un conjunto de paneles fotovoltaicos que accionan un motor eléctrico, el que impulsa la bomba. El agua se bombea de la tierra o afluyente a un tanque de almacenaje que proporciona una alimentación por gravedad. No es necesario un almacenaje de energía en estos sistemas. Los sistemas de bombeo accionados por energía solar se encuentran disponibles en proveedores de equipo agrícola y son una alternativa rentable a los molinos de viento agrícolas para el abastecimiento de agua en áreas alejadas.

2.6. Electrificación Rural

Las baterías de almacenaje se utilizan en áreas aisladas para proporcionar corriente eléctrica de la baja tensión para iluminación y comunicaciones así como también para vehículos. Un sistema fotovoltaico de carga de baterías consiste en generalmente un pequeño conjunto de paneles solares más un regulador de carga. Estos sistemas se utilizan extensamente en proyectos rurales de electrificación en países en vías de desarrollo.

2.7. Sistemas De Tratamiento De aguas

En áreas alejadas la energía eléctrica se utiliza a menudo para desinfectar o purificar agua para consumo humano. Las celdas fotovoltaicas se utilizan para alimentar una luz fuerte ultravioleta utilizada para matar bacterias en agua. Esto se puede combinar con un sistema de bombeo agua accionado con energía solar. La desalinización del agua salobre se puede alcanzar mediante sistemas fotovoltaicos de ósmosis inversa.

2.8. Otros usos de celdas solares

Se puede utilizar celdas fotovoltaicas en una gran variedad de aplicaciones incluyendo:

- Productos de consumo tales como relojes, juguetes y calculadoras
- Sistemas de energía de emergencia
- Refrigeradores para almacenaje de vacunas y sangre en áreas remotas
- Sistemas de la aireación para estanques
- Fuentes de alimentación para satélites y los vehículos espaciales

· Fuentes de alimentación portátiles para camping y pescar
(Científicos, 2005)

2.9. Energía solar para producir energía eléctrica

Antes de explicar cómo funciona un panel solar, hay que saber que su construcción es un proceso en el que se utiliza una tecnología muy avanzada, compleja y sobre todo muy precisa. Muy pocas empresas en el mundo poseen la capacidad y recursos técnicos para poder fabricar un panel solar, de cualquier calidad que se trate.

El funcionamiento de los paneles solares se basa en el llamado efecto fotovoltaico. Esto es, cuando la radiación solar sobre un material semiconductor convenientemente tratado, produce electricidad. En el momento en que la luz solar alcanza el panel, los diferentes elementos de la luz transmiten su energía a los electrones del material semiconductor.

Así se crea un cambio a nivel de átomos que se liberan del material semiconductor a través de un circuito externo y como resultado, se produce la electricidad. Los fotones que conforman la luz solar impactan sobre la superficie del panel solar, penetrando en los semiconductores que están contruidos con materiales como el silicio o el arseniuro de galio.

Un panel solar está formado por un conjunto de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz solar. Hay que diferenciar los paneles solares con los colectores solares, estos últimos funcionan recibiendo el calor del Sol para luego transferirlo hacia un compartimento donde se almacena el calor. Este tipo de dispositivo solar sirve para calentar agua y no para generar electricidad.

Los paneles solares se utilizaban principalmente en el espacio, para alimentar satélites y naves espaciales. Pero actualmente se esta extendiendo su uso en muchas aplicaciones. En muchas casas y lugares donde no llega la red eléctrica ya se ha transformado en una alternativa viable para obtener energía eléctrica. Sin embargo, aún falta mucho más desarrollo para que pueda ser un

elemento masivo, la relación entre superficie ocupada por paneles solares y la energía obtenida aun es baja y no son para nada económicos. (Rossi, 2011)

La energía solar no generan residuos que puedan ser contaminantes, pero no quiere decir que su utilización no implique algunas consecuencias negativas. Esta energía utiliza el calor del sol para producir energía, captado a través de paneles solares como los que se ven en la imagen.



Fotografía N° 3 : Vista de edificación con paneles solares

Una de las grandes ventajas de los paneles solares es que son muy sencillos de instalar, no se requiere de una gran infraestructura, y puede ser utilizado tanto en hogares, **hoteles**, clubes deportivos, o **industrias**.

Estos paneles están conformados por células fotovoltaicas que captan la energía solar y la almacenan en unas baterías que permiten que la energía se utilice en tiempo real o que se acumule para ser utilizada posteriormente.

Si bien la utilización de la energía solar está siendo cada vez más difundida aún los costos de la instalación de estos paneles son elevados, aunque la **inversión** se recupera a mediano plazo (Fernandez, 2012).

Los paneles solares han supuesto un auténtico "boom" para aquellas personas que estén deseosas de poder encontrar una alternativa a la energía eléctrica, de hecho en los últimos años han surgido diversas empresas o compañías dedicadas a su fabricación por lo que queremos hablar ahora de los que pueden ser los mejores paneles solares.

La energía solar se ha convertido en una de las más importantes energías renovables, y de hecho nosotros mismos no sólo podemos contar con ella en coches o en aparatos que funcionan con dicha energía, sino que también la podemos tener en casa gracias a paneles solares que podemos instalarnos nosotros mismos y que permitirán sacar todo el partido a la luz del sol y de este modo no tener que utilizar energía eléctrica, por lo que es necesario que sepamos cuál es el mejor o más adecuado para nuestras necesidades.

2.10. Tipos de paneles solares:

- Existen dos tipos de paneles solares y que son los paneles fotovoltaicos tradicionales, que quizás sean más conocidos, y los paneles de capa fina.
- La diferencia entre ambos, o de hecho lo que todo el mundo sabe de ellos es que los fotovoltaicos pueden instalarse en el **suelo** o en los postes o en el techo y además su tamaño es bastante considerable.
- En el caso de los de capa fina, que de hecho son también fotovoltaicos, hay que decir que son mucho más finos, que se instalan con cierta facilidad en un techo o en una terraza, por ejemplo y que para muchas personas son mucho más estéticos, o por decirlo de alguna manera, más bonitos.



Fotografía N° 4 : Vista de Paneles soles en edificación del Perú

2.10.1.Paneles solares fotovoltaicos tradicionales:

- Los paneles solares fotovoltaicos son los que comúnmente se instalan en lo alto de edificios o en campos de gran tamaño, son capaces de recoger su energía a partir de la luz solar y gracias al uso de una silicona y de otros materiales que le permiten almacenar dicha energía.
- Son muy buenos cuando el sol está brillando, es decir, que aportan mucha energía aunque no es así cuando el sol se pone, por lo que cuentan con un sistema de almacenaje que permite que dispongamos de la energía acumulada, algo similar a lo que hacen las baterías.
- Al margen de una clara diferencia entre su grosor, o el modo en el que se instalan, hay que decir que los paneles solares, sean fotovoltaicos o de capa fina, son en ambos casos bastante caros en su instalación (los de capa fina un poco más), y aunque seguramente no nos alcanzará el presupuesto, tenemos que tener en cuenta que a la larga va a ser una inversión de futuro.



Fotografía N° 5 : Vista de Paneles solares fotovoltaicos tradicionales

2.10.2.Paneles solares de capa fina:

- Este tipo de paneles solares también utilizan la energía del sol, aunque para muchas personas están siendo mejores, porque son sencillamente mucho más finos, y de hecho son capaces de aportarnos muchísima energía.
- Dichos paneles que son de una película muy fina, están hechos a partir de un material que es muy ligero y flexible. Un material que permite capas muy delgadas y que es reactivo lo que hace que se eviten la necesidad de capas gruesas de los otros paneles.
- Es por ello que, repito, son mejores para muchas personas, si bien los podemos colocar sobre el suelo o las baldosas de una terraza o de un techo y sin la necesidad de soporte alguno. (Espada, 2012).

En la actualidad se considera que el costo de instalación de un sistema tradicional de energía solar, basado en los clásicos paneles de silicio de película delgada (thin film), se lleva consigo entre la mitad y las dos terceras partes de los gastos de la instalación. Esto es contabilizando el gasto en los paneles y los componentes estructurales de las unidades exteriores, sin enumerar los sistemas internos de almacenamiento, puesta en forma y distribución de la energía, afirmó Vladimir Bulovic, profesor en el

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación del MIT.
(Sacco, 2011)

2.11. Usos y desarrollos actuales

El mercado de las renovables continúa creciendo, a pesar de que paradójicamente el uso de combustibles fósiles no baja ni por decreto. En este contexto, el US Pew Environment Group acaba de divulgar interesantes datos sobre el estado de la situación en renovables, y nuevamente China destaca por la magnitud de sus acciones.

Repasando algunos datos del informe podemos destacar que:

- China es el país que más invirtió en el 2010, con US\$ 54.4 mil millones a lo largo del año.
- Alemania es segundo, con US\$ 41.2 mil millones en total.
- Estados Unidos incrementó su inversión en 51%, aunque solamente a US\$ 34 mil millones.
- El sector de renovables atrajo US\$243 mil millones de inversión en total, un 30% más que el año anterior.

Algo interesante es que el reporte muestra que a lo largo del 2010 se instalaron 40GW adicionales de energía eólica, y 17GW de energía solar, aumentando la capacidad global de producción de energía renovable a un total absoluto de 388GW, nada mal si apreciamos el avance exponencial de esta industria.

Sin embargo, está claro que no alcanza. El aumento del uso de renovables no necesariamente coincide con un descenso del uso de combustibles fósiles, por lo que no implica que las emisiones de CO2 disminuyan.

2.12. El efecto fotovoltaico

La eficiencia de las celdas solares es determinante para reducir los costos de los sistemas fotovoltaicos, ya que su producción es la más cara de todo el sistema.

La siguiente tabla , muestra un panorama de las eficiencias alcanzadas en diversos tipos de celdas. En el Perú, las principales tecnologías que se comercializan son: Módulos de silicio monocristalino, policristalino y películas delgadas de silicio amorfo.

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica.

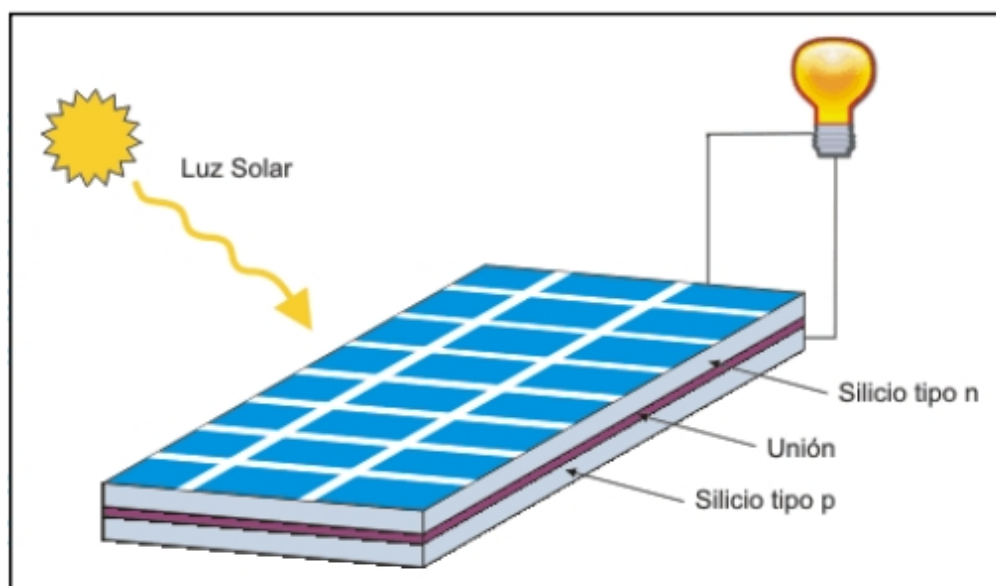


Figura N° 12 : Esquema del Efecto Fotovoltaico (FV)

Tabla N° 4 : Tecnologías importantes de celdas solares

Tecnología	Símbolo	Característica	Eficiencia de celdas en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc-Si	Tipo oblea	24	13 – 15
Silicio policristalino	mc-Si	Tipo oblea	19	12 – 14
Películas de silicio cristalino sobre cerámica	f-Si	Tipo oblea	17	(8 – 11)
Películas de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio-germanio)	a-Si	Película delgada	13	6 – 9
Diseleniuro de cobre-indio / galio	CIGS	Película delgada	18	(8 – 11)
Telurio de cadmio	CdTe	Película delgada	18	(7 – 10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)		Película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	33 (tandem) 28 (solo)	

Fuente: Green y otros, 1999.

2.13. UNIDADES EN ENERGÍA SOLAR

La radiación solar, la potencia solar, así como muchas otras variables pueden medirse en diversos tipos de unidades. En el siguiente cuadro se da una visión general de las diferentes unidades comúnmente utilizadas y se dan sus factores de conversión.

Tabla N° 5 : Unidades utilizadas en energía solar fotovoltaica

Unidad	Explicación	Conversión
Potencia solar		
Wp	Watt pico	
W	Watt	-
KW	Kilowatt (1000 W)	-
W/m ²	Watt por metro cuadrado	-
		-
Energía solar		a kWh/m²
KWh/m ²	KWh por metro cuadrado	1
KJ/cm ²	KJ por centímetro cuadrado	2.778
MJ/m ²	MJ por metro cuadrado	0.2778
KCal/cm ²	1 000 Calorías por centímetro cuadrado	11.67
Btu/ft ²	Unidades térmicas británicas por pie cuadrado	0.0428
Langley	Caloría por centímetro cuadrado	0.0116

Cuando queremos comprar un módulo FV, lo que debemos indicarle al proveedor es la potencia que necesitamos. La potencia eléctrica de un módulo FV se expresa en Watt Pico (Wp). Esta medida nos dice que, en un día despejado y soleado, a las 12 del mediodía, un módulo de 50 Wp produce 50 W a luz solar plena, indiferentemente de dónde sea instalado. Esta potencia es medida en los laboratorios del fabricante y debe garantizar ese valor.

2.14. INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

Muchos de los módulos FV están inclinados para coleccionar mayor radiación solar. La cantidad óptima de energía se colecciona cuando el módulo está inclinado en el mismo ángulo que el ángulo de latitud. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el ángulo mínimo de inclinación debería ser de por lo menos 15º para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo.

A latitudes mayores (> 30º Norte o Sur), los módulos a veces están más inclinados sobre el ángulo de latitud para tratar de nivelar las fluctuaciones por estaciones. Los módulos deben estar inclinados en la dirección correcta. Esto significa: en el hemisferio sur, los módulos están mirando exactamente hacia el Norte y en el hemisferio norte, los módulos están mirando hacia el Sur. Para saber dónde se encuentra el Norte y el Sur, se debe utilizar una brújula.

Por supuesto, algunas veces hay circunstancias locales que impiden la correcta colocación de los módulos. Por ejemplo, los módulos deben acoplarse sobre un techo inclinado que no tiene la inclinación adecuada y que no está mirando exactamente al sol.

En países cercanos al ecuador, las consecuencias de desviaciones de las inclinaciones óptimas son poco importantes. El ángulo de inclinación es pequeño, así que los módulos FV normales (normal = línea haciendo ángulo de 90º con el módulo) nunca se desvían mucho del ángulo promedio de incidencia sobre la radiación solar (que está cercana al Zenit sobre la superficie de la tierra). Aún así, de ser posible, es mejor dejar que los módulos miren al sol.

2.15. MEDICIONES DE ENERGÍA SOLAR

Para determinar el tamaño de un sistema FV, usualmente no es necesario medir la radiación solar porque los valores promedios se conocen para muchos de los lugares sobre la Tierra. Valores promedios pueden usarse y esto es suficientemente exacto para los estudios de factibilidad.

Sólo se deben considerar mediciones in situ cuando se realizan estudios de factibilidad para sistemas muy grandes que demandan grandes inversiones. En el Perú tenemos ya un Atlas Solar, el cual nos da una primera aproximación de los lugares donde la radiación solar se puede aplicar.

En esta sección aprenderemos a medir la radiación solar y a comprender las mediciones realizadas por terceros, ya que es lo primero que debemos hacer antes de dimensionar o instalar un sistema FV. 4.1 Instrumentos de medición El instrumento que sirve para medir la energía solar es el **solarímetro**.

Básicamente hay dos tipos de **solarímetros**: el **piranómetro** y el **medidor fotovoltaico**. Ambos tipos miden la radiación solar tanto directa como indirecta (difusa). El piranómetro posee una pequeña plancha de metal negro en su interior, con una termocupla unida a ella. Esta plancha negra se calienta al sol y con la termocupla, el aumento de temperatura se puede medir. La plancha y la termocupla están cubiertas y aisladas por una cúpula de vidrio. La salida de la termocupla es medida para la radiación instantánea total en un momento dado.

El medidor fotovoltaico no es nada más que una pequeña célula fotovoltaica que genera electricidad. La cantidad de electricidad es medida para conocer la radiación instantánea. Estos medidores son mucho más económicos que los piranómetros pero menos exactos.



Figura N° 13 : Modelos de piranómetro



Figura N° 14 : Medidor Fotovoltaico

2.16. ¿COMO OPERAN LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS?

El Sistema fotovoltaico domiciliario (SFD), produce energía eléctrica directamente de la radiación solar. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el modulo fotovoltaico. La corriente producida por el modulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12V (Voltios), dependiendo de la configuración del sistema puede ser de 24V ó 48V.

La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que pueda ser utilizada en cualquier momento, y no sólo cuando está disponible la radiación solar. Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de forma que el sistema siga funcionando incluso en periodos largos de mal tiempo y cuando la radiación solar sea baja (por ejemplo, cuando sea un día nublado). De esta forma se asegura un suministro prácticamente continuo de energía.

El regulador de carga es el componente responsable de controlar el buen funcionamiento del sistema evitando la sobrecarga y descarga de la batería, proporcionando alarmas visuales en caso de fallas del sistema. Así se asegura el uso eficiente y se prolonga su vida útil.

El Sistema Fotovoltaico Domiciliario (SFD) permite la alimentación autónoma de equipos de iluminación, refrigeradores de bajo consumo, radio, televisor. Garantizando un servicio de energía eléctrica ininterrumpido, de larga vida útil y con el mínimo mantenimiento. Este sistema está conformado básicamente de un modulo fotovoltaico (generador fotovoltaico), una batería (sistema de acumulación), un regulador de carga (equipo de control) y las cargas en corriente continua (luminarias, Televisor etc.). A estos elementos hay que añadir los materiales auxiliares de infraestructura (cables, estructuras soporte, etc.).

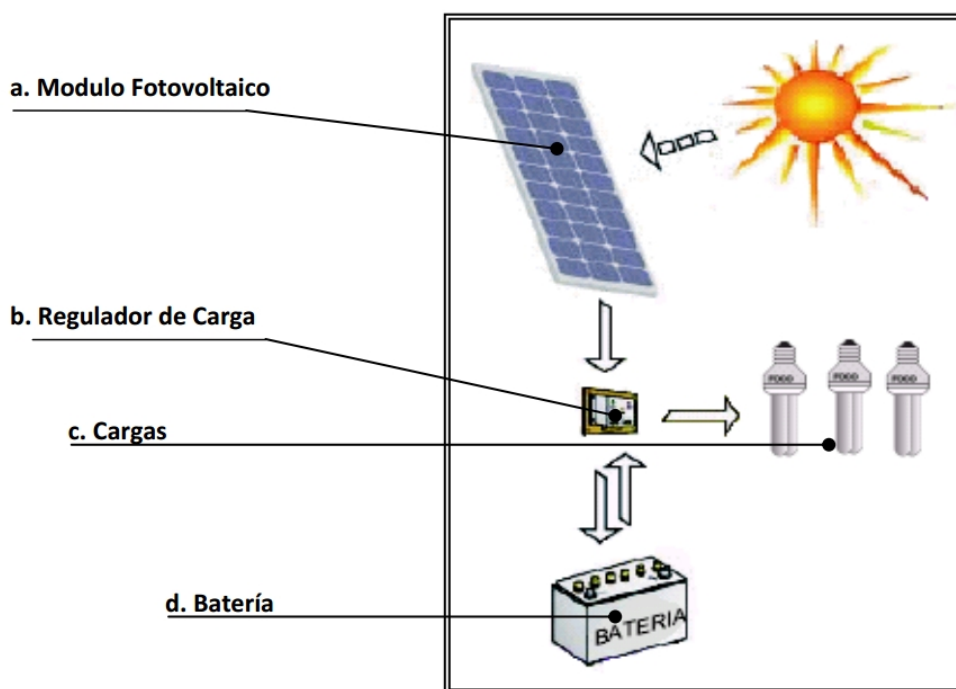


Figura N° 15 : Componentes de un SFD básico

2.17. BATERÍAS SOLARES

- La batería es uno de los componentes más importantes del sistema; tiene como función almacenar la electricidad generada por el módulo y suministrarla a los equipos cuando lo necesiten.
- Están diseñadas únicamente para utilizarla en sistemas fotovoltaicos.
- Es necesario proteger la batería colocándola sobre una base de madera e instalarla en un lugar protegido, ventilado y donde no le llegue el sol.
- Existen varios tipos de batería que puede servir para estos fines. En los sistemas fotovoltaicos se usa comúnmente las baterías de plomo-ácido.



Figura N° 16 : Tipos de baterías solares

La acumulación de la energía sirve para:

- Almacenar el excedente producido en el día, para ser consumido en la noche.
- Tener una reserva que permite sobrepasar sin problemas varios días sucesivos de baja insolación (días nublados).

2.17.1. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Se denomina capacidad a la cantidad de energía que una batería puede almacenar. Por ejemplo, un tanque de agua con una capacidad de 8 000 litros puede almacenar como máximo 8 000 litros. Del mismo modo, una batería sólo

puede almacenar una cantidad fija de energía eléctrica que por lo general figura en la parte exterior de la batería.

La capacidad de una batería se mide en amperios-hora (Ah). Esto indica la cantidad de energía que puede generar una batería antes de descargarse completamente (observe que la unidad amperios-hora no es realmente una medida de energía; para convertir amperios-hora a energía en watts-hora, multiplíquelos por el voltaje de la batería).

Teóricamente, una batería de 100Ah deberá generar una corriente de 2A para 50 horas (es decir, 2 amperios por 50 horas es igual a 100 amperios-hora). Sin embargo, la capacidad de almacenamiento estimada es un parámetro general, y no una medida exacta, del tamaño de la batería; ya que la capacidad cambia según la antigüedad y estado de la batería, así como según la velocidad a la que se sustrae la energía. Si la corriente se extrae rápidamente de la batería, su capacidad se reduce.

2.17.2. CARGA, DESCARGA Y ESTADO DE CARGA.

La corriente de carga es la corriente eléctrica de la que está provista una batería y que está almacenada en ella. Así como toma más o menos tiempo llenar un tanque de agua, dependiendo de la velocidad con que ingrese el agua, así el tiempo requerido para cargar completamente una batería depende de la magnitud de la corriente con la cual se carga.

Se puede determinar aproximadamente la cantidad de energía recibida por una batería (Q, en amperios horas), multiplicando la corriente de carga (I, amperios) por el tiempo de carga (T, en horas): Q (cantidad de carga en Ah) = I (corriente de carga en A) * T (tiempo en h) Si se multiplica esta fórmula (Q) por el voltaje de batería, se obtendrá la cantidad de energía suministrada a la batería, expresada en watts-hora. ¡No se debe cargar baterías a una corriente mayor de un décimo de su capacidad estimada! Por lo tanto, una batería de 100Ah no deberá ser cargada a una corriente de más de 10 amperios.

Descarga es el estado de la batería cuando su energía está usada por una carga (por ejemplo, luces, radio, TV o bombas de agua). La corriente de descarga representa la velocidad a la que se sustrae corriente de la batería. Si desea, puede calcular la cantidad de energía extraída de una batería durante un periodo de tiempo (como en el caso del cargado de energía), multiplicando la corriente de descarga por el tiempo de uso de la carga.

Ejemplo:

Una lámpara que consume 1.2 A utiliza, para cuatro horas, 4.8 A h de energía de una batería, o sea:

$$1.2 \text{ amperios} \times 4 \text{ horas} = 4.8 \text{ amperios-horas}$$

El estado de carga representa la cantidad de energía restante en la batería. Éste indica si una batería está completamente cargada, cargada a medias o completamente descargada. En el caso de una batería de plomo-ácido, es posible medir su estado de carga utilizando un higrómetro o un voltímetro.

2.18. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

Desde los primeros proyectos de energía solar desarrollados a inicios de los años 80, la energía renovable ha evolucionado positivamente y hoy en día existe legislación y normativa, que permite la inversión privada y apoya los esfuerzos que están haciendo profesionales, empresas, universidades y ONGs por desarrollar este mercado.

A continuación, se enumeran todas las leyes, reglamentos y normas existentes: Energías renovables interconectadas a la red (grandes sistemas) ⇒ Ley N° 1002. Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. ⇒ D. S. N° 050-2008-MEM. Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables. Energías renovables para electrificación rural (pequeños y medianos sistemas) ⇒ Ley N° 28749, Ley general de electrificación rural. ⇒ D. S. N° 011-2009-EM, Modificación del D. S. N° 025-2007-EM. Reglamento de la Ley N° 28749. ⇒ Norma Técnica Peruana NTP 399.403-2006, Sistemas fotovoltaicos hasta 500 Wp. Especificaciones

técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico. ⇒ Guía de instalación de sistemas fotovoltaicos domésticos (SFD) ⇒ Norma Técnica de Edificación EM 080. Instalaciones con energía solar Las Normas Técnicas Peruanas (NTP) pueden ser adquiridas en el Instituto Nacional de Defensa al Consumidor y Propiedad Intelectual (INDECOPI) y tienen un costo.

La demás normativa puede ser solicitada a la Dirección General de Electricidad del Ministerio y Minas en sin costo.

El Marco de Política de Electrificación Rural y Ambiental sobre el cual se realiza el presente proyecto es el siguiente:

- Constitución política del Perú Art. 2º inciso 22
- Ley General de Electrificación Rural - Ley N° 28749.
- Reglamento de la Ley de Electrificación Rural - Decreto Supremo N° 025-2007-EM.
- Ley de Concesiones Eléctricas - Decreto Ley N° 25844.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales - Resolución Directoral N° 016-2008-EM/DGE.
- Decreto Legislativo que regula la inversión en Sistemas Eléctricos Rurales (SER) ubicados en zonas de concesión - Decreto Legislativo N° 1001.
- Factores de adecuación de los parámetros de aplicación del FOSE aplicables a los usuarios de Sistemas Rurales Aislados atendidos exclusivamente con Sistemas Fotovoltaicos - Resolución Ministerial N° 523-2010-MEM/DM.
- Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) actualizado y Código Nacional de Electricidad.
- Normatividad Técnica de Diseño y Construcción para la Elaboración de los Estudios de un proyecto de electrificación rural.

- Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 27972 y Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales – Ley N° 27867.
- Ley 28611 – Ley General del Ambiente
- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades
- Ley N° 29325 Art. 23, Num. 23.1 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- D.S. N° 002-2009-MINAM Decreto Supremo que aprueba el reglamento sobre Transparencia, Acceso a la información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales.
- R.N° 192-2007-CONAM-PCD Aprueban la propuesta e Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes líquidos y para emisiones.
- Norma Técnica de Edificación IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.482 2007: Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar. Procedimiento para su instalación eficiente.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.404 2006: Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar. Fundamentos para su dimensionamiento eficiente.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.403 2006: Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 Wp.
- Especificaciones Técnicas y Método para la Calificación Energética.
- Norma Técnica Peruana NTP 399.400 2001: Colectores Solares. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares
- Resolución Ministerial R.M. N° 037-2006-MEM/DM Código Nacional de Electricidad
- Resolución Directoral N° 003-2007-EM/DGE: Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de

Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural.

- Resolución Ministerial R.M. N° 091-2002-EM/VME Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.

2.19. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN:

2.19.1 LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio Peruano. En la gran mayoría de localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante grande y bastante uniforme durante todo el año, comparado con otros países, lo que hace atractivo su uso. En términos generales, se dispone, en promedio anual, de 4-5 kWh/m² día en la costa y selva y de 5-6 kWh/m² día, aumentando de norte a sur. Esto implica que la energía solar incidente necesidades energéticas de una familia. El problema es transformar esta energía solar en energía útil y con un costo aceptable.

La energía solar se puede transformar con facilidad en calor: de hecho, cualquier cuerpo, preferentemente de color negro, absorbe la energía solar y la transforma en calor, que puede ser usado para calentar ambientes, calentar agua (termas solares), secar diversos productos, cocinar, etc.

Por otro lado, con los paneles fotovoltaicos, o simplemente llamados “paneles solares”, se puede transformar la energía solar directamente en electricidad. La fabricación de los paneles fotovoltaicos requiere alta tecnología y pocas fabricas en el mundo (en países desarrolladas) lo hacen, pero su uso es sumamente simple y apropiado para la electrificación rural, teniendo como principal dificultad su (todavía) alto costo.

Presentaremos a continuación algunos ejemplos de aplicaciones de la energía solar en el Perú.

2.19.2. Secado solar

El aprovechamiento tradicional de la energía solar más difundido es el secado solar de productos agrícolas, exponiendo el producto directamente a la radiación solar.

Para superar los inconvenientes de este método (bermas, disminución de la calidad, etc.) el CER-UNI realizó, con apoyo de la cooperación técnica alemana entre 1983 y 1990 el proyecto "Desarrollo y difusión de secadores solares para productos agrícolas y alimenticios", cuyos resultados están incluidos en el libro "Teoría y práctica del secado solar". Posteriormente, hasta el día de hoy, siguen realizándose trabajos en este tema (p.ej. secadores de orégano, CERT, Tacna) y varios de los modelos de secadores solares estudiados, de construcción simple con materiales disponibles en el campo, han encontrado una difusión en el campo.

2.19.3. Termas solares

La fabricación local de calentadores solares de agua es la tecnología más antigua y de mayor desarrollo y diseminación en el Perú. Se estima que hoy hay 25000 a 30000 termas solares, mayormente en Arequipa. Existen ahora alrededor de 20 fabricantes que recientemente se ha constituido en una "Asociación de Empresas Peruanas de Energía Solar", AEPES y que producen mensualmente alrededor de 600 metros cuadrados de colectores solares para termas solares.

2.19.4. Energía solar fotovoltaica

En el Perú, comparada con otros países, existen todavía pocos sistemas fotovoltaicos, SFV: Hasta 2005, en el Perú hay alrededor de 10 000 SFV instalados, con una potencia total de 1,5 MWp. (1) 65 % de esta potencia corresponde a SFV para

telecomunicaciones, 29 % para iluminación interna a casas, incluyendo postas de salud, salas comunales, etc., y el resto para otros usos (refrigeración, bombeo de agua, etc. Los principales proyectos de electrificación rural, están descritos a continuación. Hay que anotar que la mayoría de los SFV usados para electrificación rural son del tipo “Sistema Fotovoltaico Domiciliario”, SFD (en inglés: “solar home system”, SHS), con potencias típicas de 50 – 60 Wp, operando junto con una batería de plomo acido, un regulador de carga, y 2 – 4 lámparas fluorescentes de 9 – 11 W, teniendo un costo del orden de US\$ 600 (incluyendo impuestos e instalación). Un SFD satisface las necesidades usuales de electricidad de una familia en el campo.

Primeros proyectos FV en el Perú.

El primer proyecto de electrificación rural FV en el Perú fue un proyecto de la cooperación técnica alemana que instaló en 1986 - 96 en el Departamento Puno cerca de 500 SFD, en un marco “pre-comercial “ (subsidiados). Durante la evaluación del proyecto que el CER-UNI ha realizado 10 años después del inicio del proyecto, se observó que todos los usuarios eran muy contentos con esta tecnología y que los SFD visitados han seguido en operación.

Posteriormente, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha instalado entre 1995 y 1998 un total de 1500 SFD en diferentes regiones del Perú, mayormente en comunidades de la selva y muy dispersa. Inicialmente el MEM planteó que el proyecto debe incentivar a empresarios privados para invertir en proyectos fotovoltaicos bajo un esquema de mercado. Finalmente se optó de dar al proyecto un objetivo social, pidiendo al beneficiario solamente una contribución para los costos de mantenimiento del SFD a su disposición.

Estos SFD están ahora propiedad de la empresa estatal ADINELSA, quién la administra con un modelo tarifaria y, para

facilitar la administración, ha creado en cada comunidad una asociación de usuarios.

2.19.5. El proyecto CER – UNI en Taquile

El Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería (CERUNI) está ejecutando desde 1996 un proyecto piloto de electrificación fotovoltaica en la comunidad insular de Taquile en el Lago Titicaca. En este proyecto se había considerado que los usuarios deben pagar mayormente el costo de los SFV , salvo los costos de estudios previos y de seguimiento, pero con facilidades y que los usuarios sean después propietarios de ls SFD. En el marco de este proyecto se ha instalado 427 SFD, todos funcionando hasta la fecha. Consideramos que el proyecto, que es bien evaluado, puede ser considerado como sostenible.



Fotografía N°: 6
Vista de Equipos
funcionando Internet,
con energía solar.
Taquile. Puno

2.19.6. Proyecto GEF – MEM

Desde varios años existe el proyecto GEF – MEM “Electrificación rural en base a energía fotovoltaica en el Perú”, cuya meta es la instalación de 7500 sistemas fotovoltaicos, mayormente domiciliarios, en diferentes regiones del Perú, en especial en la selva.

La primera etapa había previsto la instalación de 1000 SFD, lo que se frustró debido al incumplimiento de la empresa que había ganado la licitación. En 2006 se realizó una nueva licitación por un total de 4500 SFV. Ya se ha firmado el contrato con la empresa que ganó la licitación y se espera que estos SFV serán instalados en el primer semestre 2007.

La modalidad de administración previsto es de tipo tarifario (“cesión en uso”). Los resultados del proyecto se conocerán mas adelante.



Fotografía N° 7 : Paneles solares en Taquile .Puno. Peru.

2.19.7. PERSPECTIVAS

Todas las personas e instituciones vinculadas con el uso de la energía solar para la electrificación de regiones rurales consideran que esta energía tendrá un uso masivo a mediano plazo en el Perú. Sin embargo, es difícil predecir en qué magnitud y con qué velocidad ocurrirá esto. Una barrera, a parte del costo, es la falta de conocimiento de la potencialidad real del uso de la energía solar: son relativamente pocas personas en el Perú que conocen

realmente estas posibilidades y, por el otro lado, sus limitaciones y dificultades. Por lo tanto urgen programas de capacitación, sea a nivel técnico (uso de equipos) o profesional (diseño de equipos). La UNI ofrece desde 1980 un programa de “Segunda Especialización Profesional en Energía Solar”. Actualmente se ofrece este programa en forma semipresencial, usando las facilidades de Internet.

Dando por descontado que las condiciones generales seguirán favorables, se puede prever una continuidad del actual crecimiento en este campo. Se observa un interés creciente en el uso de energías renovables para la electrificación rural aislada, pero falta que el Gobierno del Perú establezca una política clara de fomento del uso de energías renovables.

En el Perú, como en muchos otros países en desarrollo, el aspecto ecológico es sin duda importante para considerar el uso de las energías renovables. Sin embargo, a corto plazo es más importante el aspecto de desarrollo de regiones rurales apartadas de las redes energéticas. Para su desarrollo estas regiones necesitan energía, siendo la mejor opción a corto plazo, y muchas veces la única, la generación local de esta energía en base a la energía solar y la biomasa, y en menor escala, la energía hidráulica y eólica.

Considero que es una obligación de la sociedad peruana en su conjunto, es decir del Estado, promocionar el uso de estas energías en zonas remotas. En caso de instituciones sociales públicas, como colegios o postas de salud, el gobierno debe equiparlos con energía solar, asumiendo todo el costo de instalación y de mantenimiento y operación, como debe hacerlo con los otros costos de estas instituciones. En el caso de viviendas e instituciones privadas, el gobierno debe encontrar mecanismos de incentivos y subsidios directos a los usuarios

finales, que permitan a los pobladores de regiones apartadas adquirir con créditos los equipos necesarios, con cuotas acordes con sus posibilidades.

2.19.8.GLOSARIO (EN CONCORDANCIA CON NORMA TECNICA DE EDIFICACION EM080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR)

Arreglo fotovoltaico: Conjunto de paneles fotovoltaicos interconectados en serie o en paralelo, de acuerdo a las características de la corriente eléctrica requerida por las cargas a satisfacer.

Batería: Es el dispositivo que permite el almacenamiento de energía eléctrica, mediante la transformación reversible de energía eléctrica en energía química.

Colector solar: Es un dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transformarla en calor. Los colectores solares planos tienen una superficie absorbente plana.

Controlador de carga: Dispositivo eléctrico-mecánico o electrónico cuya función principal es proteger a la batería de eventuales sobrecargas o descargas más allá de los límites sugeridos por el fabricante.

Edificación solar pasiva: Aquella en la que la propia edificación se ha diseñado y construido para que pueda satisfacer por sí misma las necesidades de calefacción y refrigeración.

Inversor de corriente: Dispositivo electrónico que permite convertir la corriente continua en alterna para satisfacer los requerimientos de funcionamiento de cargas que requieren corriente alterna para su funcionamiento.

Panel fotovoltaico o módulo fotovoltaico: Conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre si en serie o en paralelo con el fin de generar cantidades de corriente y voltaje requeridos por una carga determinada.

Radiación solar: Energía emitida por el sol que incide en la superficie terrestre.

Tablero: Dispositivo electromecánico concebido para facilitar la interconexión eléctrica controlador-circuitos de carga, proteger al controlador de sobrecargas por cortocircuito en el uso; administrar mejor el uso de la energía; facilitar modificaciones en los circuitos de suministro eléctrico a las cargas.

Tanque de almacenamiento: Para un sistema fototérmico es el depósito que permite conservar el agua caliente hasta su utilización.

Torta de barro: Término usado generalmente para designar a la cobertura o techo liviano compuesto de vigas y viguetas de madera, cañas y un recubrimiento final de barro.

Balance de radiación: Distribución de los diferentes componentes de la radiación atmosférica que son absorbidos, reflejados, transmitidos o emitidos por la atmósfera (OMM, 1 992).

Coeficiente de extinción: Medición de la cantidad de energía radiante incidente absorbida por unidad de longitud o por unidad de masa de un medio absorbente (OMM,1 992).

Duración astronómica del día o Fotoperíodo (N): Es el período de iluminación solar comprendido desde la salida hasta la puesta del sol. (García, 1 994). También se le conoce como duración del día solar o duración máxima del día.

Heliofanía (n): Es el tiempo, en horas, durante el cual el sol tiene un brillo solar efectivo en el que la energía solar directa alcanza o excede un valor umbral variable entre 120 y 210 W/m², que depende de su localización geográfica, del

equipo, del clima y del tipo de banda utilizada para el registro (WMO, 1 992). También se le suele denominar “brillo solar” ó “insolación”.

Irradiancia: Potencia solar incidente en una superficie por unidad de área (RISOL, 1 999). Sus unidades son W/m².

Radiación solar: Es la energía electromagnética (del sol) emitida, transferida o recibida (RISOL, 1 999). El término radiación se aplica al cuerpo que radia, mientras que el término irradiación al objeto expuesto a la radiación. Estrictamente, la superficie terrestre es irradiada y los mapas y tablas son de irradiación solar, sin embargo, aún hoy en día suele usarse el término radiación para referirse a la irradiación (Rodríguez y Gonzáles, 1 992). Las cantidades de radiación se expresan generalmente en términos de irradiancia o irradiación (exposición radiante).

Irradiación solar circunglobal: Es la irradiación solar directa y difusa más la irradiación reflejada del entorno, interceptada por una superficie esférica (Robinson, 1 966). Es aquella que incide sobre un cuerpo libremente expuesto, es decir, está conformada por la radiación incidente procedente del sol (directa y difusa) y por aquella radiación solar que es reflejada por la superficie terrestre y otros cuerpos aledaños, sin modificar su longitud de onda (García, 1 984).

Irradiación solar o irradiación solar global (H): Energía solar incidente en una superficie por unidad de área. Es el resultado de integrar la irradiancia en un período de tiempo (RISOL, 1 999). Sus unidades son J/m² o kw h/m². Es aquella radiación procedente del sol que incide sobre la superficie terrestre (directa y difusa) (García, 1 984).

Irradiación solar directa: Es la radiación que llega a la superficie de la tierra en forma de rayos provenientes del sol sin cambios de dirección (Sánchez et al., 1 993).

Irradiación solar difusa: Radiación que proviene de otras direcciones (distintas a las del disco solar) debido a la reflexión y dispersión que producen en la radiación solar, la atmósfera y las nubes (Hernández et al., 1 991).

Radiación solar procedente de toda la bóveda celeste. Está originada por la dispersión de la radiación en la atmósfera (RISOL, 1 999).

Irradiación solar reflejada: Fracción de la irradiación solar (directa y difusa) que es reflejada por la superficie terrestre (RISOL, 1 999).

Irradiación solar extraterrestre (H_0): Radiación incidente sobre una superficie horizontal en el tope de la atmósfera, que viene a ser el límite superior de la exósfera (ausencia casi total de gases). La irradiación extraterrestre varía con la latitud y la fecha (Hernández et al., 1 991).

Temperaturas extremas: máxima y mínima : Son las temperaturas del aire máxima y mínima alcanzados durante el día, medidas entre 1,25 a 2 m por encima del suelo (OMM, 1 996).

Transmisividad atmosférica (τ , H/H_0): También conocida como coeficiente de transmisión de la atmósfera. Es la medida de la tasa de transferencia de la energía solar que no es absorbida después que el haz atraviesa la unidad de espesor del medio atmosférico (EUROMET, 2 002).

2.19.9. Instrumental de medición de la irradiación solar

Las mediciones solarimétricas en la superficie terrestre son de la mayor importancia e interés para aplicaciones de energía solar y otros estudios como aquellos relacionados a la variabilidad y cambio climático.

2.19.10. Principios de las mediciones solarimétricas

Los instrumentos, en general, convierten la energía de la radiación incidente en otra forma de energía que puede ser medida más convenientemente (Robinson, 1 966). Dependiendo del principio en el cual están basados, los instrumentos pueden ser clasificados como termales, termoeléctricos, fotoeléctricos, entre otros.

Según Tiba et al. (2 000), habitualmente son utilizados instrumentos cuyo sensor es una termopila que mide la diferencia de temperatura entre dos superficies normalmente pintadas de negro y blanco e igualmente iluminadas. Una ventaja principal de la termopila es su respuesta uniforme a las longitudes

de onda. Por ejemplo, el piranómetro Eppley modelo 8-48 presenta esa característica en un intervalo de 0,3 a 3 μ m.

Sensores basados en la expansión diferencial de un par bimetálico, provocada por una diferencia de temperatura entre dos superficies de color negro y blanco, son también utilizados en instrumentos solarimétricos (actinógrafo tipo Robitzsch-Fuess). La expansión del sensor moviliza una pluma que registra un valor instantáneo de irradiación solar.

Actualmente, para mediciones piranométricas son utilizadas fotocélulas de silicio monocristalino cuyo costo es de 10 a 20 % del costo de los instrumentos que usan termopilas. Su mayor limitación es la no uniformidad de respuesta espectral en una región relativamente limitada de longitudes de onda en la cual la fotocélula es sensible (0,4 a 1,1 μ m con un máximo alrededor de los 0,9 μ m). Cerca del 99 % del espectro solar se extiende entre 0,27 a 4,7 μ m, por tanto el intervalo de sensibilidad de las fotocélulas comprende el 66 % de la radiación.

Las fotocélulas y las termopilas realizan mediciones esencialmente diferentes.

La fotocélula cuenta el número de fotones con energía mayor que la diferencia existente entre dos bandas de energía del material con las cuales esos fotones interactúan (banda de energía prohibida del silicio

CAPITULO III

ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA

3.1. Aspectos poblacionales



Figura N° 17 : Censo poblacional del Perú 1993 vs 2007

3.2. Estudios socio-económico del Perú

3.2.1. Incidencia de pobreza en las Regiones

Los resultados del estudio a nivel departamental, han permitido distinguirlos en cinco grupos por su relativa similitud en sus niveles de pobreza.

En el primer grupo se encontraría Huancavelica con una incidencia de 85,7%.

En el segundo grupo, cuyas tasas de pobreza se ubican entre 63,4% y 69,5%, estarían conformados por Apurímac (69,5%), Ayacucho (68,3%), Puno (67,2%), Huánuco (64,9%), Cajamarca (64,5%) y Pasco (63,4%).

Un tercer grupo, cuyo rango de pobreza varía entre 54,6% y 57,4%, en el que se ubican Cusco (57,4%), Amazonas (55,0%) y Loreto (54,6%).

El cuarto grupo está conformado por los departamentos de: Piura (45,0%), Ucayali (45,0%), San Martín (44,5%), Junín (43,0%), Ancash (42,6%), Lambayeque (40,6%) y La Libertad con (37,3%). Finalmente, el quinto grupo comprende los departamentos de: Moquegua (25,8%), Arequipa (23,8%), Tacna (20,4%), Lima (19,4%), Tumbes (18,1%), Madre de Dios (15,6%) e Ica (15,1%)⁵. En el mapa se ilustra estos rangos de pobreza por departamentos.

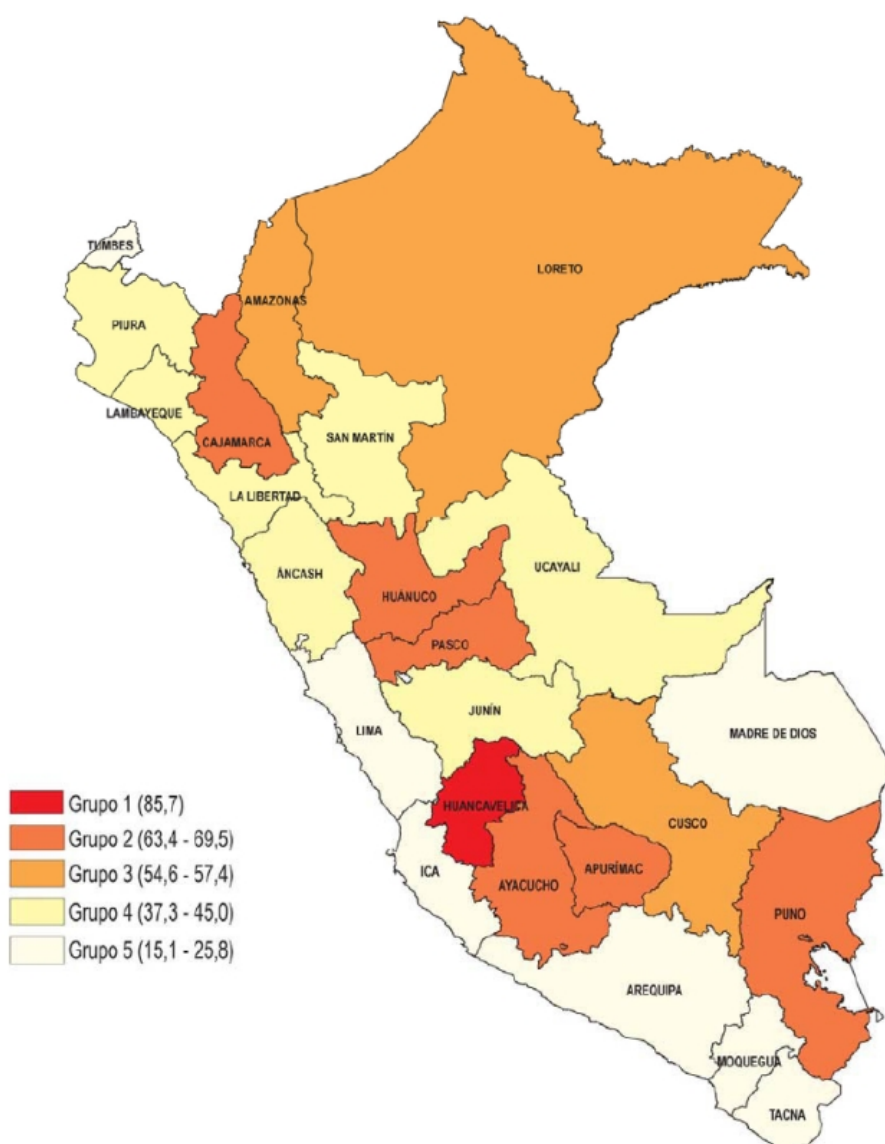


Figura N° 18 : Indicadores de Pobreza del Peru (Grupos)

3.3. Análisis del crecimiento poblacional

El tamaño del proyecto está íntimamente ligado al crecimiento poblacional y al período de diseño que se analice. Debido a factores imprevisibles, una población no puede ser extrapolada con seguridad a más de 20 años, pues durante períodos más largos, podrían ocurrir fenómenos de crecimiento que distorsionen en alto grado la magnitud del proyecto que se vaya a adoptar.

La tasa de crecimiento poblacional es el aumento (o disminución) de la población por año en un determinado período debido al aumento natural y a la migración neta, expresado como porcentaje de la población del año inicial o base.

Para proyectar la población, la elección final del método depende de la experiencia del diseñador y del conocimiento que se tenga acerca de las condiciones socioeconómicas y características de salud de la población. De esta manera se puede tomar una tasa de crecimiento con diferentes hipótesis, las cuales pueden ser altas, medias y bajas según los datos que se tengan ya sea de la INE, de la alcaldía de la región, etc.

En la Figura N° se observa el crecimiento de una población considerando diferentes hipótesis de diseño.

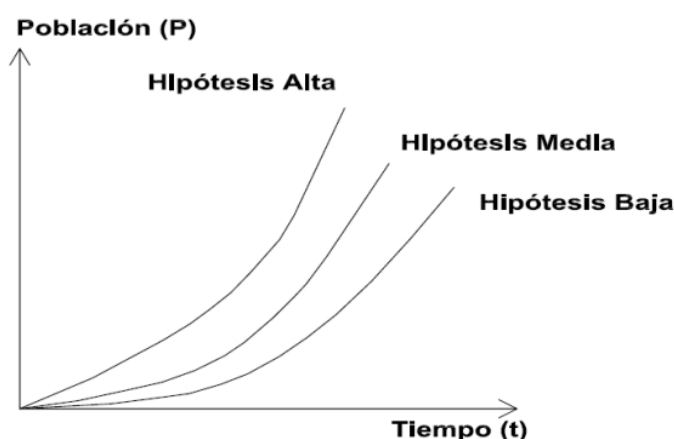


Figura N° 19 : Crecimiento Poblacional según diferentes hipótesis

3.4. Período de diseño

Definimos como período de diseño, el lapso que transcurrirá entre la puesta en servicio de un sistema o parte del mismo y el momento en que por su uso o por falta de capacidad para prestar eficiente servicio, se sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto.

El período de diseño estará influenciado por diversos factores entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a) Vida útil de los equipos del sistema fotovoltaico domiciliario (SFD)
- b) Duración probable de las instalaciones.
- c) Monto de la inversión que requiere la ejecución de las obras.
- d) Población futura a servir.

3.1.3. REALIDAD DE ELECTRIFICACION RURAL EN ELPERU.

Visión general de tipos y cantidad de alumbrado actualmente (%)

Regiones	Tipo de alumbrado	Sólo viviendas particulares
Amazonas	Electricidad	46
Amazonas	Generador	0
Amazonas	Kerosén (mechero, lamparin)	35
Amazonas	Otro	3
Amazonas	Petróleo, gas (lámpara)	0
Amazonas	Vela	13
Ancash	Electricidad	73
Ancash	Generador	0
Ancash	Kerosén (mechero, lamparin)	9
Ancash	Otro	2
Ancash	Petróleo, gas (lámpara)	0
Ancash	Vela	14
Apurímac	Electricidad	58
Apurímac	Generador	0
Apurímac	Kerosén (mechero, lamparin)	33
Apurímac	Otro	1
Apurímac	Petróleo, gas (lámpara)	0
Apurímac	Vela	6
Arequipa	Electricidad	87

Regiones	Tipo de alumbrado	Sólo viviendas particulares
Arequipa	Generador	0
Arequipa	Kerosén (mechero, lamparín)	1
Arequipa	Otro	1
Arequipa	Petróleo, gas (lámpara)	0
Arequipa	Vela	8
Ayacucho	Electricidad	53
Ayacucho	Generador	0
Ayacucho	Kerosén (mechero, lamparín)	11
Ayacucho	Otro	2
Ayacucho	Petróleo, gas (lámpara)	0
Ayacucho	Vela	31
Cajamarca	Electricidad	36
Cajamarca	Generador	0
Cajamarca	Kerosén (mechero, lamparín)	45
Cajamarca	Otro	1
Cajamarca	Petróleo, gas (lámpara)	0
Cajamarca	Vela	15
Cusco	Electricidad	67
Cusco	Generador	0
Cusco	Kerosén (mechero, lamparín)	22
Cusco	Otro	1
Cusco	Petróleo, gas (lámpara)	0
Cusco	Vela	8
Huancavelica	Electricidad	56
Huancavelica	Generador	0
Huancavelica	Kerosén (mechero, lamparín)	18
Huancavelica	Otro	2
Huancavelica	Petróleo, gas (lámpara)	0
Huancavelica	Vela	22
Huánuco	Electricidad	41
Huánuco	Generador	0
Huánuco	Kerosén (mechero, lamparín)	36
Huánuco	Otro	2
Huánuco	Petróleo, gas (lámpara)	1

Regiones	Tipo de alumbrado	Sólo viviendas particulares
Huánuco	Vela	17
Ica	Electricidad	81
Ica	Generador	0
Ica	Kerosén (mechero, lamparin)	4
Ica	Otro	4
Ica	Petróleo, gas (lámpara)	0
Ica	Vela	8
Junín	Electricidad	76
Junín	Generador	0
Junín	Kerosén (mechero, lamparin)	10
Junín	Otro	2
Junín	Petróleo, gas (lámpara)	0
Junín	Vela	9
La Libertad	Electricidad	71
La Libertad	Generador	0
La Libertad	Kerosén (mechero, lamparin)	15
La Libertad	Otro	3
La Libertad	Petróleo, gas (lámpara)	0
La Libertad	Vela	9
Lambayeque	Electricidad	77
Lambayeque	Generador	0
Lambayeque	Kerosén (mechero, lamparin)	14
Lambayeque	Otro	2
Lambayeque	Petróleo, gas (lámpara)	0
Lambayeque	Vela	5
Lima (Metropolitana)	Electricidad	92
Lima (Metropolitana)	Generador	0
Lima (Incluye Lima)	Kerosén (mechero, lamparin)	0
Lima (Metropolitana)	Otro	4
Lima (Metropolitana)	Petróleo, gas (lámpara)	0
Lima (Metropolitana)	Vela	2
Loreto	Electricidad	56
Loreto	Generador	0
Loreto	Kerosén (mechero, lamparin)	39

Regiones	Tipo de alumbrado	Sólo viviendas particulares
Loreto	Otro	0
Loreto	Petróleo, gas (lámpara)	1
Loreto	Vela	0
Madre de Dios	Electricidad	65
Madre de Dios	Generador	5
Madre de Dios	Kerosén (mechero, lamparín)	10
Madre de Dios	Otro	3
Madre de Dios	Petróleo, gas (lámpara)	1
Madre de Dios	Vela	13
Moquegua	Electricidad	80
Moquegua	Generador	0
Moquegua	Kerosén (mechero, lamparín)	9
Moquegua	Otro	1
Moquegua	Petróleo, gas (lámpara)	0
Moquegua	Vela	7
Pasco	Electricidad	76
Pasco	Generador	1
Pasco	Kerosén (mechero, lamparín)	11
Pasco	Otro	1
Pasco	Petróleo, gas (lámpara)	0
Pasco	Vela	8
Piura	Electricidad	64
Piura	Generador	0
Piura	Kerosén (mechero, lamparín)	28
Piura	Otro	3
Piura	Petróleo, gas (lámpara)	0
Piura	Vela	2
Puno	Electricidad	60
Puno	Generador	0
Puno	Kerosén (mechero, lamparín)	15
Puno	Otro	2
Puno	Petróleo, gas (lámpara)	0
Puno	Vela	22
San Martín	Electricidad	59

Regiones	Tipo de alumbrado	Sólo viviendas particulares
San Martín	Generador	0
San Martín	Kerosén (mechero, lamparín)	32
San Martín	Otro	1
San Martín	Petróleo, gas (lámpara)	0
San Martín	Vela	5
Tacna	Electricidad	91
Tacna	Generador	0
Tacna	Kerosén (mechero, lamparín)	2
Tacna	Otro	0
Tacna	Petróleo, gas (lámpara)	0
Tacna	Vela	5
Tumbes	Electricidad	78
Tumbes	Generador	0
Tumbes	Kerosén (mechero, lamparín)	5
Tumbes	Otro	12
Tumbes	Petróleo, gas (lámpara)	0
Tumbes	Vela	3
Ucayali	Electricidad	65
Ucayali	Generador	0
Ucayali	Kerosén (mechero, lamparín)	24
Ucayali	Otro	2
Ucayali	Petróleo, gas (lámpara)	3
Ucayali	Vela	2

FUENTE: Ministerio de Energía y Minas, 2005

La electrificación rural en el Perú presenta características especiales como la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. Asimismo, no existe infraestructura vial suficiente. Cuentan con infraestructura social básica en salud, educación, saneamiento, vivienda y obras agrícolas.

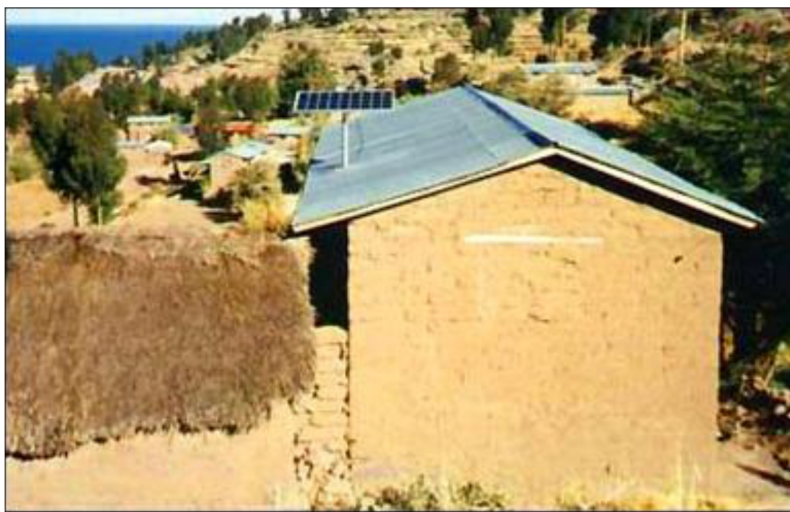
Está demostrado que los sistemas fotovoltaicos, tienen una alta rentabilidad social, ya que integran a los pueblos a la modernidad, educación, comunicación, mejoras en salud con la refrigeración de medicinas, amplía el horizonte de vida, facilita las labores domésticas a las amas de casa. Además, sirve para promocionar proyectos de uso productivo, como bombeo de agua

potable y regadío, panaderías, pequeñas soldadoras, aserraderos, entre otras pequeñas industrias.

Tabla N° 7 : Perú: viviendas con ocupantes presentes que no tienen alumbrado eléctrico conectado a red pública, 2015 (%)

Prov. Const. del Callao	6,9
Lima	7,0
Arequipa	15,8
Tacna	18,5
Tumbes	18,9
Moquegua	19,7
Ica	23,8
Lambayeque	23,9
Ancash	26,8
Junín	26,8
La Libertad	28,1
Pasco	31,0
Madre de Dios	31,6
Piura	33,7
Ucayali	35,4
Cusco	35,6
Loreto	38,7
San Martín	41,0
Puno	42,5
Apurímac	43,4
Huancavelica	44,2
Ayacucho	48,8
Amazonas	51,5
Huánuco	56,9
Cajamarca	59,8

FUENTE: INEI - Censos Nacionales 2007; XI de Población y VI de Vivienda, pág. 189



Fotografía N° 8 : Vista de vivienda con panel solar (Puno)



Fotografía N° 9 : Una de las islas flotantes de los Uros con módulos fotovoltaicos Puno (Lago Titicaca)

3.1.4. ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA

A fin de tener una imagen de conjunto de la evolución total del sistema energético durante el horizonte de proyección a continuación analizaremos el comportamiento de la Oferta Interna Bruta (OIB) expresada en miles de toneladas equivalentes de petróleo (10^3 TEP). Ver Figura N° 20 .

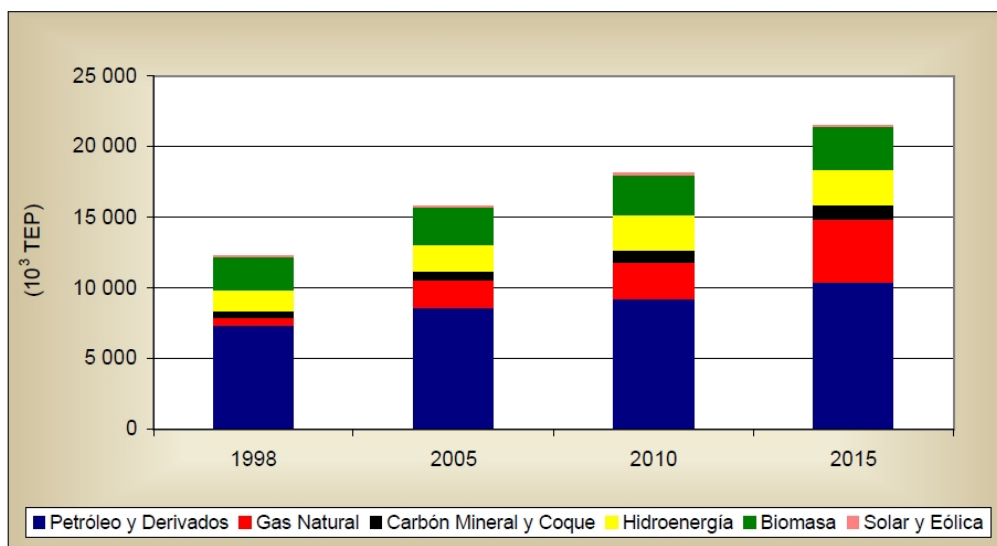


Figura N° 20 : Oferta interna Bruta. Escenario I . 10^3 TEP

En la figura N° 20, podemos observar que en el Escenario I las fuentes que crecen más que el promedio y por lo tanto aumentan su participación en el total son:

- El Gas Natural/Gas Distribuido crece al 13,1% aa, con lo cual incrementaría su participación del 4,4% al 20,3% del total, pasando a constituirse en la segunda fuente en importancia detrás del Petróleo y sus derivados .
- El Carbón Mineral y Coque, que crece al 5,0% aa y por lo tanto incrementa su participación del 3,6% al 4,8% del total, es motorizado básicamente por el incremento de su uso en Centrales Térmicas y en la Industria Minero Metalúrgica, siendo su origen casi totalmente del exterior.
- Las Fuentes no Convencionales, Solar y Eólica, crecen al 4,4% aa con lo cual incrementan levemente su participación pero con volúmenes que siguen siendo marginales (del 0,5% del total).

Tabla N° 8 : Oferta Interna Bruta. Escenario I

	1998	2005	2010	2015	Tasa (%) 1998-2015
10³ TEP					
Petróleo y Derivados	7 382,0	8 633,6	9 250,5	10 467,7	2,1
Gas Natural	541,0	1 909,0	2 600,6	4 382,4	13,1
Carbón Mineral y Coque	448,1	611,9	890,3	1 028,2	5,0
Hidroenergía	1 484,7	1 937,8	2 454,2	2 495,9	3,1
Biomasa	2 376,1	2 649,4	2 819,2	3 067,5	1,5
Solar y Eólica	51,2	65,2	80,5	106,4	4,4
TOTAL	12 283,1	15 806,9	18 095,3	21 548,1	3,4
Participación (%)					
Petróleo y Derivados	60,1	54,6	51,1	48,6	
Gas Natural y Derivados	4,4	12,1	14,4	20,3	
Carbón Mineral y Coque	3,6	3,9	4,9	4,8	
Hidroenergía	12,1	12,3	13,6	11,6	
Biomasa	19,3	16,8	15,6	14,2	
Solar y Eólica	0,4	0,4	0,4	0,5	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	

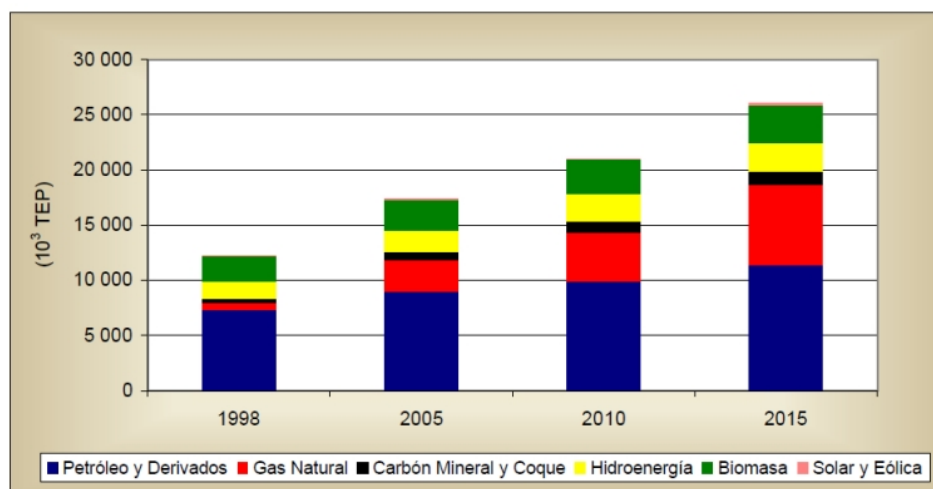


Figura N° 21 : Oferta Interna Bruta .Escenario II. 10*3 TEP.

Tabla N° 9 : Oferta Interna Bruta. Escenario II.

	1998	2005	2010	2015	Tasa (%) 1998-2015
10³ TEP					
Petróleo y Derivados	7 382,0	9 029,9	9 959,0	11 329,8	2,6
Gas Natural	541,0	2 814,5	4 429,6	7 395,3	16,6
Carbón Mineral y Coque	448,1	721,1	1 027,9	1 193,8	5,9
Hidroenergía	1 484,7	1 963,5	2 449,0	2 507,3	3,1
Biomasa	2 376,1	2 800,9	3 099,4	3 508,7	2,3
Solar y Eólica	51,2	70,4	95,6	127,7	5,5
TOTAL	12 283,1	17 400,3	21 060,5	26 062,6	4,5
Participación (%)					
Petróleo y Derivados	60,1	51,9	47,3	43,5	
Gas Natural y Derivados	4,4	16,2	21,0	28,4	
Carbón Mineral y Coque	3,6	4,1	4,9	4,6	
Hidroenergía	12,1	11,3	11,6	9,6	
Biomasa	19,3	16,1	14,7	13,5	
Solar y Eólica	0,4	0,4	0,5	0,5	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	

3.1.5. ABASTECIMIENTO DE FUENTES NUEVAS Y RENOVABLES

En este punto se desarrolla el Abastecimiento de la Energía Solar, Energía Eólica, las Centrales Hidroeléctricas de Pequeña Capacidad y la Biomasa.

3.1.5.1. ENERGÍA SOLAR

Como consecuencia de las estimaciones de la demanda de energía final se han determinado consumos en los Sectores Residencial, Comercial y Servicios en el uso Calentamiento de Agua.

En conjunto el consumo sectorial de Energía Solar pasa de 51,2 103 TEP en 1998 a 89,6 103 TEP y 108,2 103 TEP en el año 2015 en los Escenarios I y II respectivamente.

Así entre el 2001 y el 2005 ingresarían 19 328 paneles de 53 W por panel, lo cual da 1 024 kW incorporados, que sumados a los 19 629 paneles existentes al año 2000, totalizan 38 957, en el año 2005, equivalentes a 2 358,7 kW y a 2 804 GW.h/año.

Entre el año 2006 y el 2010 se adicionarían otros 10 000 paneles de 53 W, o sea 530 kW y 0,72 GW.h agregados. En consecuencia al año 2010 se acumularían 48 957 paneles, 2 888,7 kW de potencia y 3,73 GW.h.

En el período 2011 a 2015 se incorporarían 3 750 paneles de 53 W, o sea 198 kW y 0,27 GW.h.

Esto acumula al año 2015, 52 707 paneles; 3 086,7 kW y 4,0 GW.h. Considerando cinco personas por hogar en el lapso 2001 a 2015 se habría beneficiado a 165 390 habitantes. Ver Tabla N° .

Tabla N° 10 : Potencia Instalada y producción paneles solares

ESCENARIO I Y II	2 005	2 010	2 015
Paneles	38 957,0	48 957,0	52 707,0
Potencia (kW)	2 358,7	2 888,7	3 086,7
Energía (GW.h)	2,8	3,7	4,0

3.1.5.1.1. Electrificación fotovoltaica en Chota y Bambamarca

Ubicado en el departamento de Cajamarca, el año 2004, ejecutaron en las provincias de Chota y Bambamarca un proyecto de electrificación fotovoltaica que consistió en la instalación de 409 sistemas fotovoltaicos domiciliarios (SFD). Es más grave que Ayacucho. Es decir de una población de más de un millón 350 mil habitantes, solamente el 40% cuenta con energía eléctrica.

El Ing. José Delgado Flores de TECNOSOL EIRL afirma que este problema se agudiza más en las zonas rurales que representan más de 75 % del total y en zonas alejadas donde no se han instalado absolutamente redes convencionales por el carácter disperso de sus viviendas.

Dicho proyecto fue promovido y gestionado por las ONGs peruanas asociadas a la ONG española llamada AYUDA EN ACCION, financiado por el Ayuntamiento de Madrid, España.

El año 2005 este proyecto fue evaluado con resultados positivos, confirmando la viabilidad de cada uno de los SFD porque estaban funcionando como lo están a la fecha. El proyecto fue finalmente una realidad por lo que esta cantidad de viviendas tienen su electrificación aún estando en zonas aisladas.

Cada sistema está compuesto por un panel solar de 50Wp (Shell Solar), un controlador (regulador) de carga de 8,8 A (Steca), una batería estacionaria de 100 Ah (CAPSA) y tres lámparas compactas ahorradoras de 12V, 11W (Steca). El sistema de financiamiento aplicado fue el de aportes compartidos: cada beneficiario asumió el 15,4% del costo (US\$ 100,00), las ONGs locales aportaron como contraparte el 12,2% y el Ayuntamiento de Madrid el 72,4%. Más adelante, en el año 2006, empleando la misma metodología, volvieron a instalar en Chota 100 SFD y durante el 2007 en Bambamarca 326 SFD, haciendo un total de 835 SFD, que benefician a igual número de familias. Se debe mencionar además, la instalación de 20 sistemas fotovoltaicos comunales para: TV educativa, radio comunicación e internet

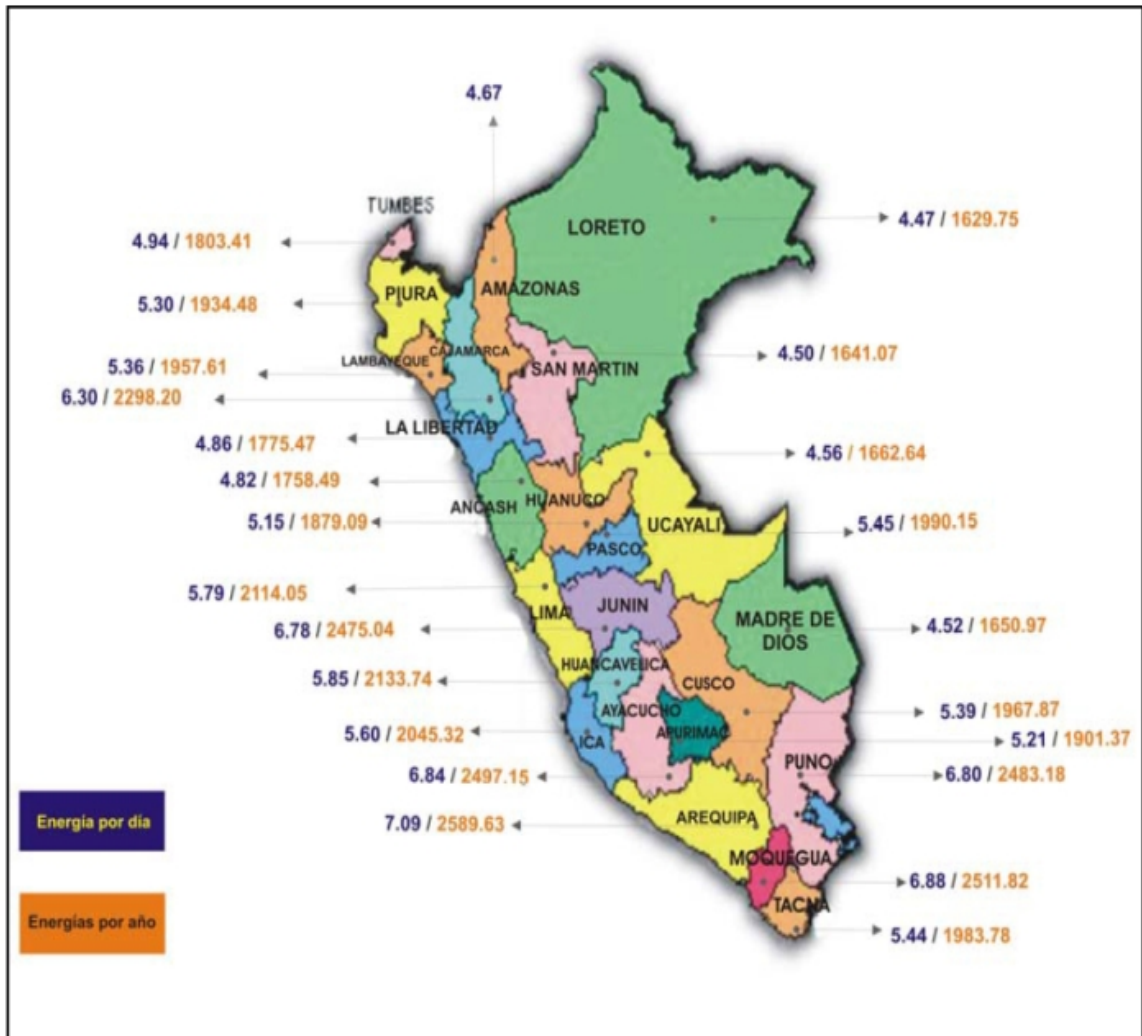


Figura N° 22 : Potenciales de energía solar (kWh/m²) :PERU

Hora de salida del sol ($W = HS$)

Hora de puesta del Sol ($W = HP$)

Duración astronómica del día (Nd) .

Para diferentes latitudes.

Tabla N° 11 : Horario General promedio de salida y puesta del sol en el Perú.

Ángulo horario de salida y entrada del sol

Lat. Sur	12°			14°			16°		
	HS	HP	Nd	HS	HP	Nd	HS	HP	Nd
Ene	05:47	18:32	12,8	05:44	18:35	12:9	05:40	18:39	13,0
Feb	06:00	18:28	12,5	05:58	18,30	12,5	05:56	18:32	12,6
Mar	06:04	18:14	12,2	06:03	18:14	12,2	06:03	18:14	12,2
Abr	06:05	17:55	11,8	06:06	17:53	11,8	06:08	17:52	11,7
May	06:09	17:43	11,6	06:12	17:40	11,5	06:15	17:37	11,4
Jun	06:18	17:43	11,4	06:21	17:40	11,3	06:25	17:36	11,2
Jul	06:21	17:51	11,5	06:25	17:47	11,4	06:28	17:44	11,3
Ago	06:13	17:56	11:7	06:15	17:45	11,7	06:17	17:52	11,6
Set	05:54	17:56	12,0	05:55	17:56	12,0	05:55	17:55	12,0
Oct	05:35	17:57	12,4	05:34	17:58	12,4	05:32	17:59	12,5
Nov	05:25	18:05	12,7	05:22	18:08	12,8	05:19	18:10	12,9
Dic	05:30	18:20	12,8	05:27	18:24	13,0	05:23	18:28	13,1

EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico para generación de electricidad tiene los siguientes componentes:

Módulo fotovoltaico. Es el elemento básico para la construcción de los generadores fotovoltaicos. Está formado por la unión eléctrica de varias celdas de silicio o galio que generan un voltaje y corriente (continua) requeridos por la carga.

En la fotografía N° se puede apreciar el modelo de los paneles solares.

Este módulo proporciona los niveles de voltaje adecuados a cada aplicación, protege a las células frente a las agresiones de los agentes del clima, las aísla eléctricamente del exterior y por último da rigidez mecánica al conjunto.



Fotografía N° 10 : Paneles fotovoltaicos

En general, un panel podría estar compuesto de uno o más grupos de celdas conectadas en serie o paralelo. Típicamente se conectan 36 a 40 celdas en serie para obtener un voltaje apropiado y una corriente para cargar baterías de 12V.

Usualmente se caracterizan por la potencia eléctrica que suministran con una carga optimizada, esta potencia depende de la irradiancia, la temperatura, etc.

La eficiencia media de un panel suele variar entre los valores de 10 a 12%, referidos al área neta de las células. Todo panel tiene su curva característica I-V, como se representa en la figura N° Los paneles pueden conectarse en serie o paralelo según las necesidades.

La cantidad máxima (ideal) de energía que se puede esperar de un panel fotovoltaico, puede estimarse a partir de la potencia pico en Watt del mismo y del total diario de horas de incidencia de la energía solar. Multiplicando estas dos cantidades entre sí se obtiene el total de energía diaria en Wh.

El tiempo de vida útil de los paneles en condiciones normales de operación, aseguran los expertos, es alrededor de los 20 años.

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DOMICILIARIOS (SFD)

Esta es la aplicación más difundida a nivel mundial, se trata de sistemas FV domésticos de uso individual (familiar), constituido por uno o dos paneles, una batería, un regulador de carga, unos cuantos puntos de luz y una toma de corriente para radio y/o televisión blanco y negro. Todo el sistema funciona a 12 VDC. La potencia de los paneles va desde los 2 Wp hasta 50 Wp. En la figura N° se ilustra un esquema típico de SFV de uso doméstico.

Sistemas fotovoltaicos de uso comunal

Estos sistemas ofrecen electricidad las viviendas y calles públicas del área rural que no necesariamente están interconectadas a la red eléctrica que satisfacen como bajo consumo a las demandas de antenas parabólicas, televisión, radio, internet, entre otros. Para ello se emplean un conjunto de paneles conectados en serie, controladores de carga, un banco de baterías e inversores.

Opcionalmente este sistema comunitario puede ser utilizado para recargar las baterías de los diferentes miembros de la comunidad.



Figura N° 23 : Esquema típico SFV de uso doméstico

CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES EN ESTUDIO

En el mercado existe variedad de módulos fotovoltaicos, de ellos se ha seleccionado los módulos solares Sun Wize (Solisto). Cada módulo contiene 36 celdas solares conectadas en serie. Estos módulos solares se fabrican de acuerdo a los estándares ISO 9002 y certificación ISPRA de IEC 61215. En el cuadro 3.2 se muestran las características de los paneles fotovoltaicos seleccionados.

La superficie de vidrio es resistente al impacto y permite una máxima transmisión de luz. Las celdas son de silicio monocristalino encapsulado, unidas al vidrio por medio de capas de acetato vinil etileno (EVA), y están laminadas con un respaldo de polivinilo fluoruro Tedlar® para una vida larga en condiciones ambientales severas. Una caja de uniones resistentes permite todos los métodos de alambrado.

Marcos tubulares de aluminio anodizado le dan fortaleza y estructura al sistema. La vida útil promedio es de 25 años. Tensión de trabajo 12 VDC.

Tabla N° 12 : Características de Paneles Fotovoltaicos Seleccionados

Modelo	Potencia Nominal (Wp)	Voltaje Nominal Vmp (V)	Corriente Nominal Imp (A)	Voltaje circuito abierto Voc (V)	Corriente de corto-circuito Isc (A)	Tamaños (cm)	Peso/ Unidad (Kg)
SW50C	50	16,4	3,05	21,0	3,40	100 x 50	6,2
SW85C	85	16,7	4,88	21,4	5,70	145 x 70	10,4
SW90C	90	17,4	5,17	21,4	5,90	145 x 60	10,4
SW100C	100	16,7	6,00	21,0	6,70	145 x 65	11,8
SW120C	120	16,7	7,18	21,0	8,00	145 x 65	11,8

FUENTE: (www.solisto.com) Sistemas Electro-Solares Industriales

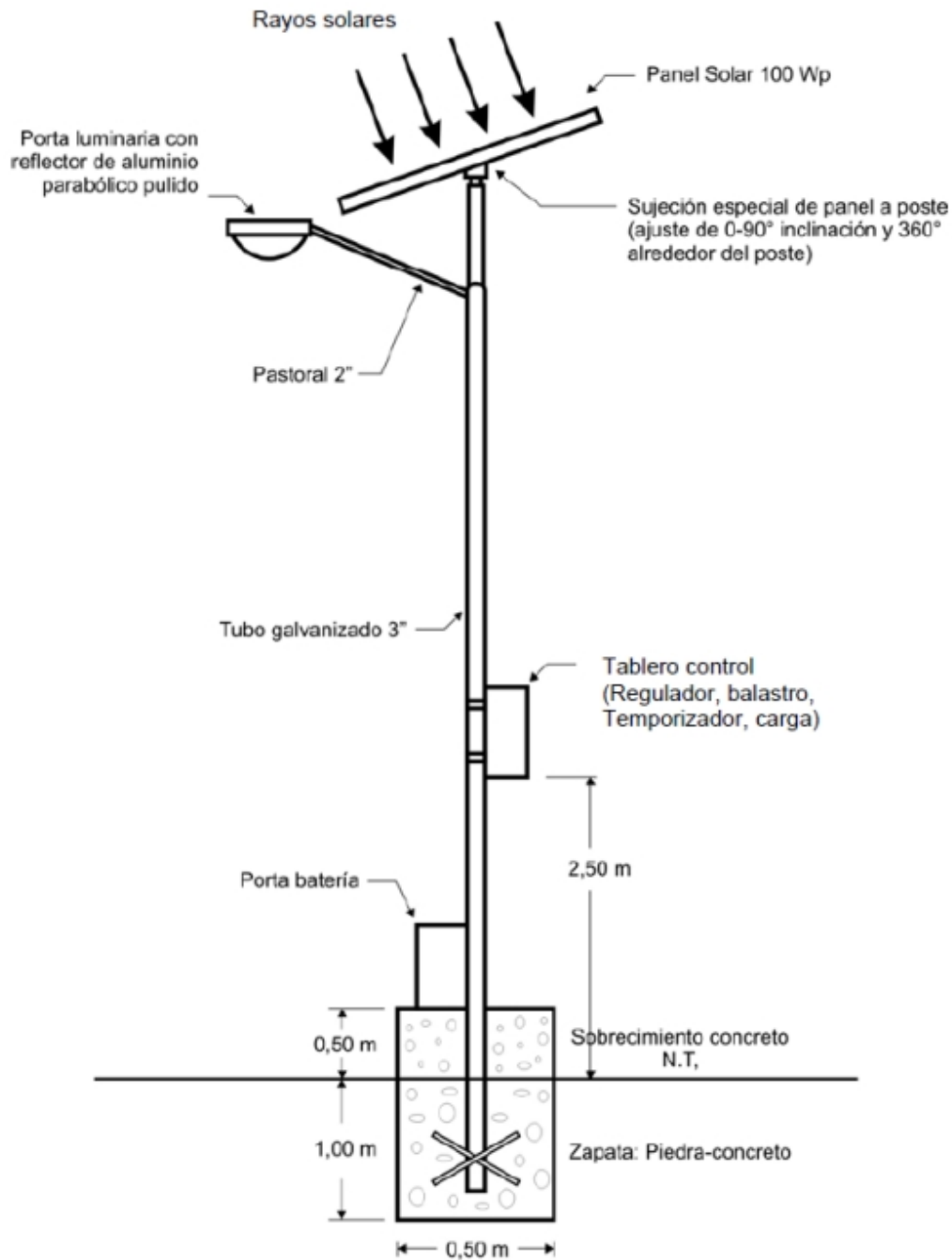


Figura N° 24 : Componentes instalados en cada poste solar para el alumbrado público

CENTRALES ELÉCTRICAS DE ENERGÍA SOLAR.TACNA Y MOQUEGUA. PERÚ.



Fotografía N° 11 : Vista de central Fotovoltaica de Tacna.

La Central Fotovoltaica de Tacna cuenta con 121 hectáreas de superficie y su producción anual de energía se estima en 47,196 megavatios, mientras que la de Moquegua tiene 123 hectáreas y se calcula en 50.676 megavatios su producción anual.

Ambas centrales tuvieron una inversión de 250 millones de soles (US\$95,7 millones). Dichas centrales eléctricas de energía solar en las regiones sureñas de Tacna y Moquegua, que fueron construidas por las empresas españolas Solar Pack y Gestamp Solar.

La Central Fotovoltaica de Tacna, en la zona de Alto de la Alianza, tuvo una inversión de 250 millones de soles (US\$95,7 millones), cuenta con 121 hectáreas de superficie y su producción anual de energía se estima en 47,196 megavatios.

La planta de Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto, requirió la misma inversión que la otra, tiene 123 hectáreas y se calcula en 50.676 megavatios su producción anual.

En el Perú hay tres ámbitos donde se ha desarrollado el uso de energía solar en el Perú. El primer ámbito (y más tradicional) es el uso como fuente térmica a través de termas de agua en zonas del sur peruano, principalmente Arequipa y Puno, departamentos en los que existe cerca de 30 empresas dedicadas a la fabricación y mantenimiento de estos aparatos.

No obstante, aun es amplio el camino a recorrer para masificar el uso de paneles solares tanto para áreas urbanas como rurales destinados al uso térmico el cual implicaría menor consumo de la red eléctrica en los hogares (una terma eléctrica es uno de los principales consumidores de energía eléctrica en un hogar).

Asimismo su uso no se limitaría a lo domestico sino también podría incluirse en usos productivos como secadores de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos andinos como kiwicha, quinua, kañihua es alta) así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran.

Otro ámbito donde existen avances es en la provisión de electricidad a las zonas rurales. Según datos del 2011, el 16% población peruana no tiene electricidad en sus casas, cifra que se eleva a 22% en las zonas rurales. Según la Dirección General de Electrificación Rural aún existen cerca de 500 000 hogares ubicados en zonas rurales que quedarían sin ser atendidos por los programas públicos de electrificación.

El Plan de Electrificación Nacional de Electrificación Rural cerca de 345 823 hogares deberán ser cubiertos con módulos fotovoltaicos en espacios rurales.

Entre los proyectos existentes esta el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM que ya ha subvencionado la provisión de electricidad a 2 216 hogares que con sistemas fotovoltaicos pilotos. Asimismo, dentro de este esquema existiría en cartera otro subproyectos para llegar a 7 000 hogares más.

Otro programa es Euro Solar, que provee 130 pequeñas centrales de energía hibrida (eólico-solar) destinadas a abastecer de energía a postas, colegios y

locales comunales rurales. Asimismo, el programa Luz para Todos del Gobierno Central contempla que cerca de 11 640 nueva localidades con servicio eléctrico serán atendidas con fuentes renovables siendo una buena parte de ellas a través de sistemas fotovoltaicos.

Entre las opciones para la electrificación rural están los sistemas fotovoltaico domiciliario (SFD). La empresa estatal ADINELSA, encargada de la promoción de la electrificación rural en áreas no concesionadas, ya posee más 1500 SFDs operativos en el sur del país.

El tercer ámbito de desarrollo, y el más promisorio, es el que ha surgido con la concesión de las 4 centrales solares que se enlazarán al Sistema Eléctrico Nacional (SEIN) luego de la primera subasta de suministro de electricidad de Recursos Energéticos Renovables (RER) llevada a cabo por el Ministerio de Energía y Minas.

Las compañías españolas T-Solar Global y Solarpack Corporacion Tecnológica son las que construirán estas cuatro centrales fotovoltaicas, con una potencia conjunta de 80 megavatios (mw). Estas empresas han firmado contratos con el Gobierno Peruano que les permite asegurar la venta de electricidad producida de fuentes solares durante un lapso de 20 años. Según Juan Laso, Director General de T Solar, esta adjudicación le permitirá “incrementar la cartera de proyectos en fase de desarrollo de T-Solar, que suman una potencia superior a los 650 MW”.

Como vemos, el sector de la energía solar va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales.

Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos, edificios, marquesinas. De hecho, la T –Solar ya desarrolla

proyectos de este tipo en España. Este tipo de innovaciones permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo evitando pérdidas durante el transporte y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan.

No cabe duda de que las opciones de uso de la energía solar son grandes. Lamentablemente, aún existe desconocimiento de aquellos sectores que pueden aprovecharlo más intensamente. Desarrollar este subsector energético sería crucial ya que es una de las mejores opciones para cambiar la actual matriz energética mundial intensiva en gases de efecto invernadero.

El Reto

Las grandes extensiones y la muy variada geografía del Perú ponen retos importantes para el desarrollo de una infraestructura que incluye la electrificación, difícil y muy costoso a superar.

Bajo estas condiciones, una producción local de la energía frecuentemente es económicamente más razonable y disminuye los gastos en las redes de grandes distancias. Ofrece la posibilidad de usar la energía renovable localmente disponible, sea solar, de agua, viento, biomasa y otras formas.

Además, beneficios colaterales como la generación de empleo y el aumento de ingresos locales apoyan significativamente a la descentralización y contribuyen sobre todo a reducir las grandes desigualdades en nuestro país.

Mapa de la Radiación Solar en el Mundo

Perú está dotado con vastos recursos energéticos naturales, más que muchos otros países. El Atlas Solar permiten apreciar estas riquezas. Estos datos son sumamente útiles y en caso que desea instalar su propio sistema de energía renovable, permiten estimar el rendimiento de su proyecto. Nuestra calculadora solar ayuda para dimensionar la necesidad en paneles solares, baterías y el tamaño del controlador.

Nuestro país del Perú es privilegiado, este mapa permite comparar la energía solar disponible en las diferentes zonas del mundo.

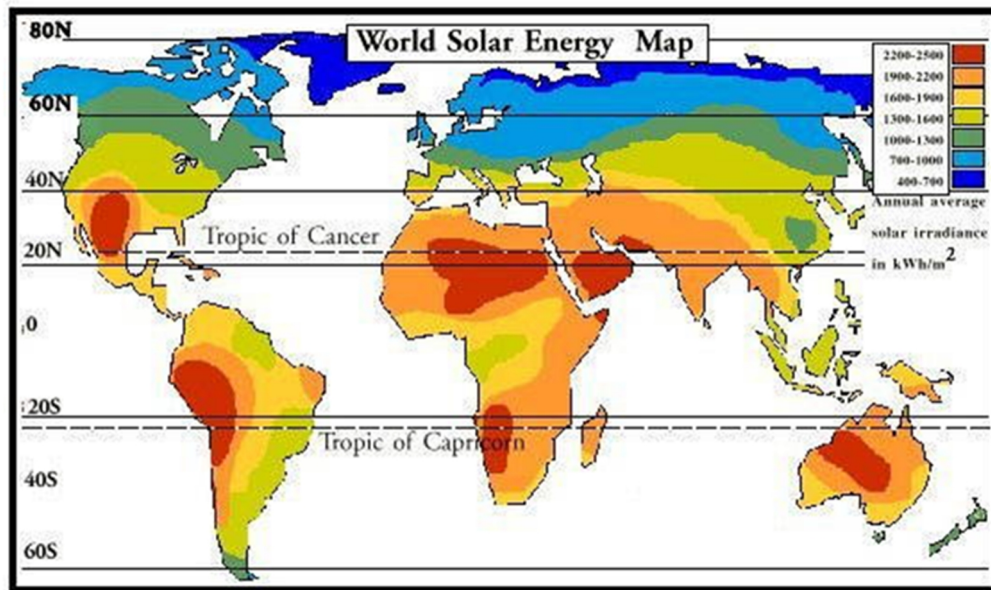
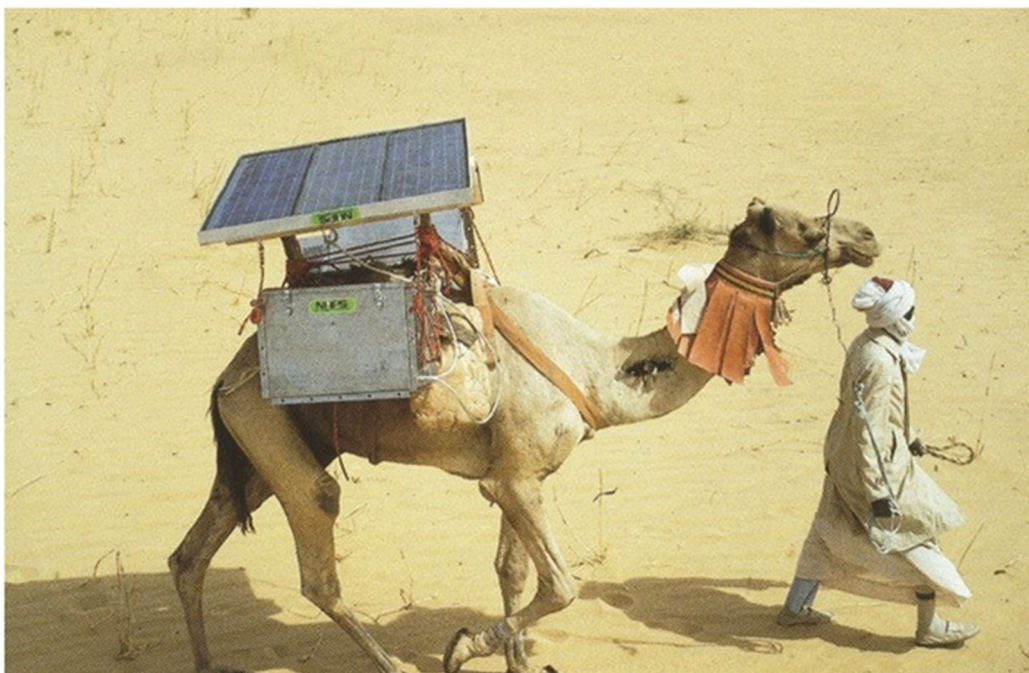


Figura N° 25 : Mapa Mundial y la Energía Solar



Fotografía N° 12 : Vista de Sistema fotovoltaico funcionando

CONSIDERACIONES GENERALES EN LA EDIFICACIÓN PARA INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR.

SISTEMAS FOTOTÉRMICOS

En este punto se muestra específicamente las mínimas condiciones técnicas que en la construcción de una vivienda se deben prever para la instalación y mantenimiento de termas solares.

LUGAR DE UBICACIÓN

- Las termas solares se pueden disponer en terrazas, techos, patios, o cualquier área donde se pueda instalar una estructura adecuada que sirva de apoyo y soporte de la terma solar a instalar teniendo en cuenta que no deben existir elementos que obstaculicen la incidencia de los rayos solares sobre el área colectora o que puedan interferir en su buen funcionamiento (vegetación, nieve, tierra, construcciones cercanas, cables aéreos, etc.) y así reduzcan su rendimiento térmico.
- Debe preverse mediante cálculos que la carga de la terma solar no afecte la resistencia del lugar de ubicación sobre el que se disponga.
- Su ubicación no debe conllevar ningún riesgo para la salud de las personas por lo que se tiene que dejar libre las rutas de escape en caso de emergencias.
- Según las dimensiones de la terma solar, deben dejarse las circulaciones y espacios adecuados para el correcto traslado, mantenimiento y limpieza de todos los elementos que la componen.
- Deben ubicarse próximas a los suministros de agua fría y/o caliente así como al sistema de desagüe (este caso se utiliza en el momento de la limpieza del colector).
- Para una alta confiabilidad se recomienda el uso de termas que tengan la opción de funcionamiento alterno (electricidad, gas u otros). Por lo tanto deben ubicarse próximas a un punto de salida de gas, eléctrica u otros.
- Los colectores y soportes, deben instalarse de tal modo que el agua que fluya

sobre su superficie, no dañe la edificación ni cause erosión prematura de los techos.

ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

- Los colectores solares planos deben estar orientados hacia el norte y mantener un ángulo de inclinación equivalente a la latitud del lugar de instalación mas 10 grados.

ESTRUCTURA DE SOPORTE

- La estructura de soporte de los colectores y del tanque de almacenamiento deben ser fijados a elementos estructurales del techo o de la superficie donde se instalen, mediante el uso de piezas de fijación de tamaño adecuado.

- La estructura de soporte debe estar orientado hacia el norte y mantener un ángulo de inclinación equivalente a la latitud del lugar de instalación mas 10 grados.

- Los soportes deben proveer un adecuado paso y sujeción de la tubería.

- Cuando se requiera el paso de algún componente del sistema fototermico a través de partes estructurales de la edificación, las modificaciones deben cumplir con lo previsto en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta recomendación tiene por objeto prevenir el eventual efecto debilitador del paso de tuberías, canales, ductos con conductores eléctricos y otros equipamientos mecánicos sobre partes estructurales, superando las cargas admisibles.

SUPERFICIE Y PESO

- El tanque para almacenamiento de agua de la terma solar debe instalarse de modo que no exceda los límites de carga del diseño estructural del piso u otros elementos de soporte y se montará en posición vertical u horizontal, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Para el cálculo de la capacidad del tanque para almacenamiento se seguirá lo indicado en la norma la norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.

PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Las instalaciones y conexiones de agua fría o caliente (excepción de las conexiones entre colector y tanque) deberán seguir lo estipulado en las normas señaladas en III.3 Instalaciones sanitarias del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Las instalaciones y conexiones de electricidad o gas deberán seguir lo estipulado en las normas EM010 Instalaciones eléctricas interiores y EM040 Instalaciones de gas, incluidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se recomienda que el acabado de la superficie o techo donde se instale el tanque de almacenamiento debe tener una protección o acabado final que resista de manera óptima las filtraciones de agua en caso de rotura del tanque.
- Las partes metálicas de los componentes sometidos a la acción de la electricidad, con los que pueda darse el contacto humano, se deberán conectar a un sistema eléctrico de puesta a tierra según Código Nacional de Electricidad

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

DATOS TÉCNICOS

En las siguientes tablas se muestran las características técnicas mínimas de los módulos fotovoltaicos que deberán ser proporcionados por el proveedor.

Tabla N° 13 : Características técnicas mínimas de los módulos fotovoltaicos

Características Físicas	Unidades
Altura	milímetros (mm)
Ancho	milímetros (mm)
Espesor	milímetros (mm)
Peso	kilogramos (kg)

Características Eléctricas	Unidades
Potencia pico (P _{máx})	watt (W)
Corriente cortocircuito (I _{sc})	ampere (A)
Tensión circuito abierto (V _{oc})	volt (V)
Corriente máxima potencia (I _{max})	ampere (A)
Tensión máxima potencia (V _{max})	volt (V)

LUGAR DE UBICACIÓN.

- Los paneles o módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados, patios, ventanas, balcones, paredes, cornisas, postes, etc. teniendo muy en cuenta que no deben existir obstáculos que les puedan dar sombra (como vegetación, nieve, tierra, elementos constructivos, otras edificaciones cercanas, otros módulos, etc.) al menos durante las horas centrales del día.
- Si se permite el montaje en los tejados, considere una separación adecuada entre los módulos y el tejado ó cubierta para permitir la circulación del aire.
- Los paneles deben ser montados de tal manera que tengan un fácil acceso a los servicios de limpieza, mantenimiento así como los espacios mínimos para una buena circulación de los usuarios. Esto también se aplica a la batería y al controlador.
- Los paneles no deben colocarse cerca de fuentes contaminantes como chimeneas industriales de combustión, carreteras polvorientas, etc. así como de elementos de almacenamiento de agua para evitar el deterioro del panel fotovoltaico.
- De preferencia los paneles deben ubicarse cerca de los lugares donde se ubicaran la unidad de control, la batería y el uso final, para evitar cables largos que elevan el costo y originan pérdidas de disipación.
- La unidad de control y batería de almacenamiento deben instalarse dentro de un espacio que pueda soportar las inclemencias del clima, los golpes, etc. y que tenga suficiente ventilación natural. Evitar los lugares expuestos directamente a la luz del sol.
- Si la batería de almacenamiento tiene electrolito líquido debe ubicarse en un ambiente aislado que evite el contacto de los gases emanados con los componentes electrónicos.
- Deben tomarse precauciones para evitar el cortocircuito accidental de los terminales de la batería.

- La instalación de los cables debe cumplir con lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad.
- Los cables deben asegurarse a las estructuras de soporte o a las paredes, para evitar esfuerzos mecánicos sobre otros elementos de la instalación eléctrica (cajas de conexión, balastos, interruptores, etc.).
- Así mismo, su ubicación no debe conllevar ningún riesgo para la seguridad y la salud de las personas por lo que se tiene que dejar libre las rutas de escape en caso de emergencias.

ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

- La orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos debe analizarse de tal modo que reciba una óptima radiación solar para el abastecimiento eléctrico de la vivienda de acuerdo con los usos y necesidades.
- Los paneles fotovoltaicos estacionarios deben estar orientados hacia el norte y mantener un ángulo de inclinación equivalente a la latitud del lugar de instalación más 10 grados.

ESTRUCTURA DE SOPORTE.

- Si el montaje se hace sobre la cobertura o tejado, las estructuras de soporte no deberán fijarse a las tejas o a las calaminas, sino a las vigas u otro elemento de la estructura de la vivienda.
- La estructura del techo o marco de soporte así como el anclaje de los paneles deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las cargas extras como las del viento (especialmente en áreas donde se dan ventiscas o tormentas). Como el panel es rectangular, la mínima fuerza de palanca ejercida por el viento se tiene cuando el lado más largo es paralelo a la superficie de montaje (suelo o techo).
- En caso de utilizarse estructuras metálicas, éstas deberán pintarse con un esmalte anticorrosivo no contaminante para proteger la integridad del panel fotovoltaico. Si se quiere utilizar ángulos de acero galvanizados y no vive cerca

del mar (aire salino) puede usar ferretería de acero. En todos los casos se deberán sellar adecuadamente las perforaciones hechas en las azoteas para no perjudicar la impermeabilización del mismo.

- Si ubica una estructura de soporte sobre el techo, considere una separación adecuada entre los paneles y el techo, para facilitar su ventilación. Esta recomendación es muy importante si el techo es metálico. Para techos que no son planos, el ángulo de inclinación del soporte debe incluir el del techo. Si vive en la montaña y nieva considerablemente, el sostén debe tener una altura superior al máximo previsto para la acumulación de nieve, para evitar el sombreado de las células. En estos lugares, coloque el lado más corto del panel fotovoltaico paralelo al suelo, a fin de que la nieve resbale al calentarse el mismo.
- Debe tomarse en cuenta que el cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permita las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los paneles fotovoltaicos.
- El diseño de las estructuras de soporte debe facilitar la limpieza de los módulos fotovoltaicos y la inspección de las cajas de conexión.

SUPERFICIE Y PESO

Superficie

- La superficie que se requiere para una instalación con paneles fotovoltaicos depende de la irradiación solar del lugar, de la potencia y energía que se requiere suministrar así como de las características técnicas del módulo fotovoltaico. Para cálculos preliminares de diseño arquitectónico se puede considerar que para cada kWp de paneles fotovoltaicos se requiere una superficie aproximada de 10 m².

Peso

El peso del panel fotovoltaico varía de acuerdo a la superficie que ocupa. Se puede considerar un aproximado de 15 kg/m².

Por otro lado la estructura de soporte del panel fotovoltaico varía de acuerdo al material empleado (hierro, aluminio, madera, etc.), a la forma de anclaje, etc. Hay que prever la resistencia de la superficie que la soporta como techos de torta de barro, concreto, paja, etc.

PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD ELECTRICA.

- La instalación fotovoltaica incorporará los elementos y las características necesarias para garantizar en todo momento la calidad y la seguridad del suministro eléctrico (frente contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, etc.) de modo que cumplan las directivas del Código Nacional de Electricidad.
- La Toma a Tierra debe ser conectada al marco metálico del panel fotovoltaico. De haber más paneles, conecte los marcos metálicos entre sí utilizando alambre conductor para puesta a tierra. El propósito de esta conexión es conducir cualquier carga eléctrica inducida en la superficie del panel a tierra, cuando se producen tormentas eléctricas. La misión de esta tierra no es actuar como pararrayo, sino conseguir que las cargas inducidas sobre la superficie del panel fotovoltaico se redistribuyan en una mayor superficie (tierra).
- Blindaje, si se quiere proteger los cables contra roedores puede usarse un blindaje mecánico usando una cobertura espirada flexible, estos blindajes deben ser cortados diagonalmente, paralelo al espiral, como los bordes son filosos y disparejos se hace necesario terminar el blindaje usando conectores que protejan la zona del corte y, a la vez, puedan ser insertados en una de las partes removibles de las cajas de conexiones.

PRINCIPALES ACTORES

Para el presente proyecto se considera actores para servicios de información y asistencia técnica, para capacitación, fortalecimiento institucional, actividades de promoción e **influencia financiera** y, además, sostenibilidad del alumbrado en cada vivienda (SFVD)

NIVEL INSTITUCIONAL

Gobierno Regional : Facilita el enlace con las instituciones de cooperación técnica nacional e internacional y hace las gestiones pertinentes para el logro de los objetivos del proyecto.

Municipalidad Provincial : Importante nexo en el desarrollo del proyecto afianzando el cambio de actitud y aceptación de otras comunidades a fin de hacer masiva la utilización de la energía solar en otras disciplinas.

Municipalidad Distrital : Alcalde y regidores, como entidad administradora, conjuntamente con el **patrocinador del proyecto** interaccionan a los actores, facilitando a los ejecutores y motivando a la familia . Será el ente supervisor para el mantenimiento de los postes solares y sus componentes en su integridad. Deberá contar con un programa especial propio de sostenibilidad con brigadas activas para garantizar el ciclo de vida de los postes.

NIVEL DE COORDINACIÓN Y PARTICIPACIÓN

Agentes municipales de los pueblos : Elementos importantes para la difusión del proyecto y cambio de actitud de los pobladores. Excelentes facilitadores.

Gobernación de distrito: Con su contribución vigilante, evita las averías y los daños físicos de los postes solares siendo un ente más motivador que policía.

Sector de educación: Entidad cuyos miembros saben impartir conocimientos acerca de los problemas ambientales actuales en el mundo, como: Calentamiento global, agotamiento de agua dulce, empobrecimiento de la tierra agrícola, acercamiento al límite de la capacidad de la Tierra, aprovechamiento

de la energía solar, degradación progresiva de los valores humanos, entre otros aspectos educativos.

Comunidad campesina: No está familiarizada con la tecnología moderna, no tiene experiencia con el uso de módulos fotovoltaicos, ni calentadores solares, bombeo de agua, etc. Sin embargo, los miembros de la comunidad campesina, tomarán conciencia de ser los únicos dueños de este adelanto gracias a la intervención y gestión de los actores arriba mencionados. Establecerán roles de mantenimiento y seguridad, para lo cual prepararán sus cartillas y manuales de operación para el proyecto.

3.2.- ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA PARA UBICACIÓN DE VIVIENDAS

3.2.1.- METODOLOGIA DE TRABAJO

El presente estudio será realizado en etapas, las cuales detallamos a continuación:

- **RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

En este caso tenemos los estudios realizados por terceros (cartas nacionales) así como las inspecciones realizadas de manera visual a lo largo de la vía.

- **TRABAJOS DE CAMPO**

En este caso realizaremos reconocimientos a detalle mediante análisis visual y levantamientos topográficos correspondientes a fin de contar con la mejor alternativa en cuanto al paso del eje de la defensa por el terreno.

En esta etapa también viene a contarse con las recomendaciones vertidas por la parte geotécnica mediante una tipificación del suelo de fundación a fin de tener el trazo definitivo del eje de la defensa en campo.

- **TRABAJOS DE GABINETE**

Teniendo la información obtenida en el campo se procederá al correspondiente procesamiento de la data para posteriormente realizar los diseños respectivos.

3.2.2.- RECONOCIMIENTO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO

La zona del proyecto está comprendida dentro del ámbito de los distritos de la provincia de Huamanga, donde se aprecia un relieve montañoso seco y

bastante escarpado de fuertes pendientes en medio de los cuales se tiene un conglomerado bastante potente y pendiente suave.

Luego de este reconocimiento se procedió a realizar los respectivos trabajos de levantamiento topográfico de la zona definida para el proyecto, así como el trazo de la línea de gradiente de la referida vía de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, realizándose los trabajos en coordenadas UTM y datum del sistema WGS 84

3.1.3.- METODOLOGIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ETAPA DE CAMPO

Luego del reconocimiento de campo respectivo, se procedió con los trabajos de levantamiento topográfico de acuerdo a lo indicado en los términos de referencia, realizándose los trabajos en coordenadas geodésicas y datum del sistema WGS 84.

El método empleado viene a ser el levantamiento por radiación a partir de un punto de referencia estática debidamente alineada y de coordenadas conocidas.

El método consiste en el disparo y lectura simultanea de distancias y ángulos para el posterior almacenamiento y procesamiento en la memoria del equipo (estación total).

Para el presente estudio, dada la envergadura del área a levantar así como el nivel de detalle del mismo y el tiempo a emplear en el trabajo, se vio en la necesidad de conformar dos frentes de trabajo, a fin de realizar el mismo en la menor cantidad de tiempo posible y con la calidad respectiva solicitada a este nivel, es por ello que se realizará un trabajo de levantamiento de toda el área de donde estará ubicada el sistema fotovoltaico domiciliario. Será ubicación de cada vivienda en cada centro poblado, caserío, distrito, provincia y departamento del Perú.

3.1.4.- EQUIPO TECNICO Y PERSONAL EMPLEADO

Para este caso tenemos la conformación de los grupos de trabajo comandados cada uno por un técnico en topografía y personal de ayudantía (prismas, winchas, estacas y pintura) de los centros poblados, caseríos, distritos, provincias y departamentos del Perú.

3.1.5.- EQUIPOS UTILIZADOS

Se emplearan para la realización de los trabajos los siguientes equipos:

- 01 Camioneta doble cabina para movilización
- 02 Estación Total marca Top Com modelo GPT-3105W
- 01 Nivel de Ingeniero marca Top Com modelo AT-G6
- 01 GPS navegador marca Garmin
- 07 Bastones porta prisma marca CST-Berger
- 01 Mira de aluminio marca CST-Berger
- 02 Trípodes de aluminio marca CST-Berger
- 07 Prismas marca CST-Berger
- Accesorios Complementarios

3.1.6.- TRAZO DE EJE LAS LINEAS ELECTRICAS Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO

El levantamiento de campo se realizara partiendo de la zona urbana de cada centro poblado, caserío, distrito, provincias y departamentos del Perú.

Adicionalmente se tiene el levantamiento con GPS de la ubicación de puntos donde se construirán las obras de sistemas fotovoltaicos domiciliarios.

3.1.7.- METODOLOGIA Y EQUIPOS DE UTILIZADOS EN LA ETAPA DE GABINETE

Luego de obtenida la información de campo con la Estación Total se procede al procesamiento y dibujo respectivos. Los datos obtenidos en el campo son bajados al computador haciendo uso del colector de datos Top Com Link V7.2, siendo comprobados con hojas de cálculo en EXCEL, para su posterior procesamiento y diseño de la vía en el programa Autocad Land en el cual se trabajaran las curvas de nivel, los perfiles longitudinales y las secciones transversales.

Para la elaboración del plano se generará una malla de puntos, que marca las posiciones reales del terreno, con sus respectivas descripciones si es que las

hubiera, para su posterior confección en gabinete, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas.

Los planos se realizaran a la escala 1:1, para la observación precisa y sin distorsión de los detalles levantados. La información se guarda en medio magnético, lista para ser impresa y con las dimensiones adecuadas. El resultado, planos pre definitivos, los cuales pasan a un control interno para su verificación. Una vez hecho el control de calidad se generó un plano definitivo para la presentación final de la información.

3.1.8.- TRABAJOS TOPOGRAFICOS A REALIZARSE

Los trabajos topográficos a realizarse en la zona del proyecto, seran divididos en dos frentes, los mismos que se describen a continuación:

PRIMER FRENTE: Tendrá a su cargo el levantamiento en su totalidad del área de las zonas urbanas y la longitud de la distancia en cada centro poblado, caserío, Distrito , provincia ,departamentos del Peru.

SEGUNDO FRENTE : Tendrá a su cargo el levantamiento en su totalidad del área de las zonas rurales y la longitud de la distancia en cada centro poblado, caserío, Distrito , provincia ,departamentos del Perú.

3.1.9.- APOYO PLANO – ALTIMETRICO

El apoyo plano-altimétrico para el Sistema de Control Topográfico del proyecto, se iniciara de las coordenadas y cotas de los Puntos Geodésicos monumentados en la zona del proyecto.

3.1.10.- GENERACIÓN DE PLANOS

Los planos generados han sido trabajados en el programa indicado anteriormente. Se ha generado varios planos que se describen a continuación:

Plano Topográfico de la Planta General del área urbana, Perfil y Secciones Transversales del terreno sobre el cual se construirá {Plano de en planta y perfil así como secciones del eje.

3.1.11.- CONSIDERACION DE DISEÑO

El diseño respectivo viene atendiendo a los parámetros de diseño indicado en la norma técnica de energía solar.

3.1.12.- TRAZO EN PLANTA

El presente trazo viene basado en las consideraciones encontradas y rescatadas en campo así como en las condiciones dadas por la ubicación de cada vivienda unifamiliar .

3.1.13.- TRAZO EN ELEVACIÓN

Las dimensiones dadas en los planos así como las profundidades de desplante con fines de cimentación se basan en los diferentes cálculos realizados por parte de los diferentes estudios realizados para el referido proyecto.

3.2.- ESTUDIO DE SUELOS

3.2.1.- INVESTIGACIONES DE CAMPO

El presente estudio de investigación de campo, en la cual se exploró la zona, consistió en la excavación de calicatas (Norma ASTM D-420) y muestreo de materiales, así como la inspección de trincheras existentes adyacentes a la zona de trabajo a fin de tener una correlación adecuada de los diferentes materiales que conforman el terreno que han de servir como suelo de fundación.

3.2.2.- EXPLORACIONES REALIZADAS

En la exploración de campo, se contempló la ejecución de calicatas a cielo abierto en lugares estratégicos, donde estarán ubicados las obras del sistema fotovoltaico domiciliario (SFD).

3.2.3.- INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

De las muestras representativas seleccionadas se realizaron los ensayos estándar de laboratorio, para que siguiendo las Normas de Ensayo de la American Society for Testing Materials (ASTM) y según el SUCS, la identificación y clasificación de suelos.

3.2.4.- ENSAYOS ÉSTANADAR DE LABORATORIO

Se realizaran los siguientes ensayos de las muestras extraídas:

-Contenido de Humedad (ASTM D2216) .

-Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D422).

-Límites de Consistencia (ASTM D424)

-Clasificación SUCS (ASTM D2487).

Todos estos ensayos vienen a ser utilizados posteriormente en la confección de los perfiles estratigráficos correspondientes a cada calicata y trinchera respectivamente

3.2.5.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

A continuación se tiene el cuadro siguiente en el cual podemos apreciar los resultados de los porcentajes aproximados de materiales componentes de los suelos estudiados y de los suelos en general del área del proyecto, así como los resultados de los ensayos obtenidos en laboratorio practicados a las porciones en análisis.

De acuerdo a lo observado podemos decir que los suelos en su mayoría vienen siendo compuestos por materiales gravosos redondeados y sub redondeados de tonalidades blanco grisáceas en su mayoría, mezclado en con regular o poca cantidad de arenas de diferentes tonalidades y escasa presencia de finos compuesta en su totalidad por limos de tonalidades oscuras y nulas propiedades plásticas producto del lavado de las arcillas por el mismo río Chicama.

3.3. DESCRIPCION DE LA OBRA

3.3.1. Fuente

La fuente de abastecimiento es el Sol

3.3.2 Objetivo

El objetivo es evaluar y realizar proyectos utilizando la energía solar (Sistemas fotovoltaico domiciliario- SFD) en las zonas urbana y rural de los distritos, Provincias y departamentos del Perú.

3.3.3 Ubicación

Zonas urbana y rural de los distritos, provincias y departamentos del Perú.

•La estabilidad de la construcción de las unidades ha sido calculada teniendo en cuenta el reglamento Nacional de Construcciones (Norma Técnica E050 Suelos y Cimentaciones).

3.3.5.2 Acceso

El acceso a los sistemas fotovoltaicos domiciliarios está garantizado permitiéndose el tránsito permanente de los vehículos, acémilas y peatones que transporten los equipos necesarios para los sistemas de energía solar .

3.3.5.3 Área

El área es de propiedad de cada vivienda unifamiliar.

3.3.5.4 Construcción por Etapas

La construcción e instalación de los sistemas fotovoltaicos domiciliarios se realizará por fases en concordancia con la norma técnica de edificación N.T.E. EM.080 INSTALACIONES CON ENERGIA SOLAR.

DETALLES DE CONSTRUCCION PARA ENCOFRADOS

Para la construcción de encofrados se deben seguir los siguientes detalles:

1. Suministrar encofrados que sean consistentes, de construcción sólida, con un apoyo firme, apropiadamente apuntalados, arriostrados y amarrados, para soportar la colocación y vibración del concreto así como los efectos de la intemperie y todas las presiones a las que pueden ser sometidos.
2. Las superficies del encofrado que estén en contacto con el concreto estarán libres de materias extrañas adherente, clavos y otros elementos salientes, hendiduras u otros defectos y todo encofrado estará limpio y libre de agua empozada, suciedad, virutas, astillas u otras materias extrañas. Las juntas serán lo suficientemente impermeables para evitar el escape de mortero o la formación de rebordes u otras imperfecciones en la superficie del concreto.
3. Determinar el tamaño y espaciamiento de los pies derechos y arriostre por la naturaleza del trabajo y la altura a la cual se colocará el concreto para ello se deben hacer encofrados adecuados para producir superficies lisas y exactas, con variaciones que no excedan 3 mm, en cualquier dirección, desde un plano

geométrico. Lograr uniones horizontales que queden niveladas y uniones verticales que estén a plomo.

4. Suministrar encofrados que puedan ser utilizados varias veces y en números suficiente, para asegurar el ritmo de avance requerido.

5. Limpiar completamente todos los encofrados antes de reutilizarlos e inspeccionar los encofrados inmediatamente antes de colocar el concreto. Se deben eliminar los encofrados deformados, rotos o defectuosos de la Obra.

6. Proporcionar aberturas temporales en los encofrados, en ubicaciones convenientes para facilitar su limpieza e inspección.

7. Cubrir toda la superficie interior de los encofrados con un agente de liberación adecuado, antes de colocar el concreto. No se permite que el agente de liberación esté en contacto con el acero de refuerzo.

8. Asumir la responsabilidad de la adecuación de todos los encofrados, así como de la reparación de cualquier defecto que sugiera de su utilización.

REFORZAMIENTO

A. Desarrollar un sistema de reforzamiento o apuntalamiento de modo que se pueda desmoldar rápidamente el concreto de los encofrados, en caso que sea necesario retirarlas antes. Incluir los detalles y los programas sobre este sistema para cada elemento que debe ser reforzado.

B. No aplicar cargas de construcción sobre cualquier parte de la estructura, no reforzada, en exceso de las cargas de diseño estructural.

TOLERANCIA

Diseñar, construir y mantener los encofrados dentro de los límites de tolerancia fijados en la Norma ACI-SP-4

CONTROL DE LOS ENCOFRADOS MEDIANTE INSTRUMENTOS

A. Emplear un topógrafo para revisar con instrumentos topográficos, los alineamiento y niveles de los encofrados terminados, y realizar las correcciones o ajustes al encofrado que sean necesarios, antes de colocar el concreto, corrigiendo cualquier desviación de las tolerancias especificadas.

B. Revisar los encofrados durante la colocación de concreto

RETIRO DE ENCOFRADOS

El encofrado se diseñará de forma que permita su fácil retiro sin tener que recurrir al martilleo o palanqueo contra la superficie del concreto, asimismo se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1.No retirar los encofrados del concreto estructural, hasta que el concreto haya fraguado lo suficiente, de modo que soporte su propio peso sin peligro; además de cualquier otra carga que le pueda ser colocada. Dejar los encofrados en su lugar, por un tiempo mínimo no menor de 12 horas o hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia mínima indicada, tal como ha sido determinado por las pruebas, cualquiera que haya resultado ser el tiempo más corto.

Asimismo el contratista puede prever de soluciones técnicas que permitan acortar estos tiempos siempre bajo su responsabilidad, a pesar de lo antedicho, el contratista será considerado responsable de cualquier daño producido por el retiro del encofrado antes de que la estructura esté en condiciones de soportar su propio peso y cualquier carga ocasional como se había mencionado en el párrafo anterior.

DEFECTOS EN LAS SUPERFICIES ENCONTRADAS

La calidad de ejecución del encofrado y el vaciado de concreto será tal que el concreto no requiera normalmente de ninguna rectificación, quedando las superficies perfectamente compactadas y lisas. Cualquier pequeña imperfección superficial se reparará a satisfacción del Supervisor inmediatamente después del retiro del encofrado. Las medidas de reparación pueden incluir sin que esto las limite, lo siguiente:

- Los agujeros dejados por los soportes del encofrado serán limpiados minuciosamente para retirar todo el material suelto y, si es necesario, los lados se dejarán rugosos para asegurar una adherencia satisfactoria. Luego se rellenarán con mortero seco.
- Las rebabas, burbujas de aire, decoloración de la superficie y defectos menores se alisarán con mortero y cemento inmediatamente después de retirar el encofrado.

- Las irregularidades abruptas y graduales pueden ser alisadas lijándose con carburo y silicio y agua después que el concreto ha sido cuidadosamente curado.
- Los defectos pequeños y cangrejas menores se picarán perpendiculares a la superficie del concreto, hasta una profundidad mínima de 25 mm, y se rellenarán con mortero seco.
- Donde se presenten defectos más profundos o extensos, el Contratista obtendrá la aprobación del Supervisor para los métodos de reparación propuestos, los cuales pueden incluir, sin que esto los limite, el corte con sierra de diamante a una profundidad de 25 mm para dar un borde uniforme a la reparación y luego el picado adicional para formar un agujero en forma de cola de milano hasta el concreto firme o a una profundidad total de 75 mm cualquiera sea la mayor. Si el refuerzo de acero queda expuesto, el concreto se retirará hasta una profundidad de 25 mm más allá del lado posterior del refuerzo. Se insertará entonces un refuerzo de malla de acero dentro de la cola de milano. El vacío se rellenará con concreto o un mortero adecuado de resina epóxica.
- Cuando los trabajos de resane se van a llevar a cabo usando mortero seco o concreto, el concreto alrededor del agujero se empapará exhaustivamente, después de lo cual la superficie se secará de manera que se deje una cantidad pequeña de agua en la superficie. La superficie será entonces espolvoreada ligeramente con cemento por medio de una brocha pequeña seca, hasta que toda la superficie que estará en contacto con el mortero seco se haya cubierto y oscurecido por absorción de agua por el cemento. Se retirará cualquier cemento seco en el agujero. El mortero seco usado para el relleno de agujeros y reparación de imperfecciones en la superficie se hará con una parte por peso de cemento y tres partes de agregado fino que pase a través de un tamiz de 1mm; así que el mortero se colocará con el agua suficiente para lograr que los materiales se adhieran unos a otros al ser moldeados con la mano.

•Cuando se va a usar concreto, la mezcla de concreto será según lo aprobado por el Supervisor y se colocará y compactará en el agujero, usando encofrado si es necesario.

•Cuando el trabajo de resane se vaya a efectuar usando mortero de resina epóxica u otro material especial, la superficie limpia del agujero se preparará e imprimirá y el material de reparación se colocará, compactará y terminará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

•Cuando en opinión del Supervisor el defecto es muy grande para permitir una reparación satisfactoria, ya sea desde el punto de vista de integridad estructural o apariencia, el concreto defectuoso será destruido y reemplazado

Concreto $f'c=245$ kg/cm² para losa de fondo – piso (CEMENTO P-I)

Acero estructural trabajado P/losa de fondo – base de buzón, cámara, caja (costo prom. Inc. Desperdicios)

Unidad de Medida : kilogramo (Kg)

Norma de Medición

Se revisara las planillas del acero instalado en las estructuras de concreto, indicándose las dimensiones de las varillas (diámetro y longitud) y su equivalencia en peso.

Forma de pago

Se pagará por la cantidad de acero instalado en las estructuras de concreto armado, tomando en cuenta la Norma de Medición y la Unidad de Medida correspondiente.

Descripción del trabajo

1.GENERALIDADES

Esta sección incluye los requisitos para proporcionar refuerzo de concreto tal como se indica y se especifica en los planos y en las siguientes especificaciones. El refuerzo incluye varillas de acero, alambre y mallas de alambre soldado tal como se muestra y especifica.

3.ENTREGAS DEL CONTRATISTA

Las entregas que se requieren del contratista con relación al acero para armaduras incluirán lo siguiente:

- Entregar los planos de Detalle revisados, incluyendo las listas y tablas de varillas, detalles de doblado y de colocación, planos y elevaciones de colocación para la fabricación del acero de refuerzo, conforme a lo siguiente y al "Manual de Detalles ACI-88".
- Desarrollar en forma completa los planos de colocación del acero de refuerzo, incluyendo la ubicación del apoyo de varillas y soportes, sin referencia a los planos de diseño.
- Suministrar certificación del Contratista de que todos los planos de colocación de acero de refuerzo y lista de varillas, ha sido completamente vaciado y corregido antes de ser presentado para aprobación del Inspector.
- Suministrar certificados de pruebas de las propiedades físicas y químicas de cada envío de varillas de acero de refuerzo.

4.MATERIALES

Armadura de acero

Las barras de refuerzo de diámetro mayor o igual a 8 mm, deberán ser corrugadas, las de diámetros menores podrán ser lisas. El acero está especificado en los planos de acuerdo a su carga de fluencia.

Las barras corrugadas de refuerzo deberán cumplir con alguna de las siguientes especificaciones:

- Especificaciones para Mallas de Acero Electrosoldadas, Fabricadas, Planas ASTM A-185.
- Especificaciones para barras de Acero de Lingote, ASTM A-615.
- Especificaciones barras de Refuerzo al Carbono con Resaltes, NTP 341.031.
- Especificación para barras de acero de baja aleación ASTM A-706.

En las barras de acero, su punto de fluencia será de $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, mínimo. Las barras de refuerzo corrugadas con una resistencia especificada a la fluencia f_y , superior al grado ARN 420 de la NTP 341.031 no podrán ser

usadas en elementos que forman parte del esqueleto sismoresistente. Las mallas de barras de acero deberán cumplir con la especificación ASTM A-184.

El alambre corrugado para refuerzo del concreto debe cumplir con la NTP 341.068, excepto que el diámetro del alambre no será de tamaño inferior a 5.5 mm y para alambre con una resistencia especificada a la fluencia f_y superior a 4,200 kg/cm², f_y será el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del 0.35%.

Las mallas soldadas de alambre liso para refuerzo del concreto deben cumplir con la NTP 350.002, excepto que para alambre con una resistencia especificada a la fluencia f_y superior a 4,200 kg/cm², f_y será el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del 0.35%. Las intersecciones soldadas no deberán espaciarse más de 400 mm en la dirección del refuerzo principal de flexión.

Las barras lisas para refuerzo deben cumplir con los requisitos para barras corrugadas. No se usarán barras lisas con diámetros mayores de 6.4 mm.

El alambre liso para refuerzo en espiral, debe cumplir con la NTP 341.031, excepto que para alambre con una resistencia especificada a la fluencia f_y superior a 4,200 kg/cm², f_y será el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria del 0.35%.

Accesorios

Los espaciadores para mantener el recubrimiento de concreto para el acero serán de concreto a la misma textura, color y composición del concreto in-situ. Serán fabricados en forma de un cono truncado o pirámide, teniendo la superficie más pequeña una dimensión mínima de 50 mm. Los asientos y otros accesorios para mantener el acero en posición serán de acero. El alambre para amarres será de acero dulce, de calibre N° 16 (1.60 mm).

Acoplamientos mecánicos

Los acoplamientos mecánicos, cuando sean permitidos, se obtendrán de un fabricante aprobado, quién también suministrará el equipo para efectuar los acoplamientos.

Por medio de ensayos a la tracción en juntas de muestra de todas las dimensiones requeridas para las obras, el Contratista demostrará que:

- El uso de los acoplamientos no reduce la resistencia de las barras matrices.
- Los acoplamientos terminados poseen una resistencia no menor a la de las barras matrices y
- Que no hay una deformación permanente significativa en los acoplamientos a medida que se cargan las barras.

SUMINISTRO ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO

Se debe considerar el suministro de varillas libres de cualquier defecto o deformación y dobleces, que no puedan ser fácil de ser enderezadas en campo; asimismo se deben suministrar varillas en longitudes que permitan colocarlas convenientemente en el trabajo y lograr el traslape requerido según se muestre en los planos. Asimismo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Entregar en la Obra el acero de refuerzo, en paquetes fuertemente atados. Identificar cada grupo tanto de varillas rectas y dobladas con una etiqueta metálica, donde aparezca el número que corresponda a los planos de colocación de acero de refuerzo y lista de varillas.
- Almacenar apropiadamente todas las varillas de manera ordenada, colocando todas ellas completamente fuera del suelo. Mantener las barras limpias luego de su entrega en el lugar de la Obra.
- Las barras de acero se mantendrán limpias y deberán estar libres de picaduras, óxido suelto, escamas, aceite, grasa, tierra y pintura o cualquier otro material que pueda amenazar la adherencia entre el concreto y el acero. Todos los materiales deberán ser almacenados bajo techo sobre soportes de concreto o madera por lo menos a 150mm del suelo.

EJECUCION Y CALIDAD DE LA MANO DE OBRA

Fijación del acero

Todo acero será fijado en forma segura y exacta a las posiciones que se muestran en los Planos, utilizando espaciadores o asientos aprobados. Todas las intersecciones de las barras se asegurarán con alambre de fierro blando,

doblando los extremos dentro del cuerpo del concreto. El Contratista asegurará que todo el acero se mantenga en posición correcta en todo momento, teniéndose cuidado especial durante la colocación del concreto.

El recubrimiento de concreto para el acero será según se detalla en los Planos y se mantendrá de acuerdo con las tolerancias especificadas en ACI 318. El acero superior en losas se mantendrá en su posición con el uso de apoyos con dimensiones y espaciamientos adecuados para proveer un adecuado soporte y fijeza para el acero.

Ninguna parte del acero se usará para soportar el encofrado, vías de acceso, plataformas de trabajo o la colocación de equipo o la conducción de corriente eléctrica.

Soldadura del acero para armaduras

En principio no se permitirá soldar el acero para armaduras. En casos excepcionales en que sea imprescindible soldar el acero y si el Supervisor aprueba que el acero será soldado, esto se hará, previo reconocimiento de las propiedades del material de acuerdo con los requerimientos de la Norma AWS D12.1 y a las recomendaciones del fabricante.

Los detalles del procedimiento para el soldado y las pruebas de rendimiento del operario soldador serán revisados por el Superior previo al inicio de la soldadura del acero.

Instalación de los acoplamientos mecánicos

Los acoplamientos mecánicos cuando sean permitidos por el Supervisor se fabricarán con el equipo que suministre el fabricante de acoplamientos, el que operará de acuerdo a sus instrucciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Viviendas con Energía Solar

En Arequipa ya se ha construido el primer edificio inteligente que consume energía solar para diversos usos. La infraestructura está ubicada en el sector de Vallecito.

PROYECTO. “Edificio Luz 200”, incluye la construcción de 12 departamentos en 6 niveles y un semisótano, con departamentos en un solo piso y otros en dos niveles. La responsable del proyecto, Karina Málaga Sánchez, dijo que este edificio es la primera estructura en la ciudad que cuenta con paneles solares para diversos usos.

La peculiaridad del inmueble es que utilizará energía solar para iluminar las áreas exteriores y comunes del conjunto de departamentos, entre otros usos.

Con esta energía, quienes habiten en la vivienda no pagarán por el servicio de energía común, además que el edificio estará iluminado las 24 horas para una mejor seguridad.

CARACTERÍSTICAS.- El proyecto fue concebido en base a la innovación y desarrollo, basado en varios ejes fundamentales. Uno de ellos es dotar al edificio de herramientas que lo conviertan en un inmueble inteligente con sistemas de control de seguridad, intercomunicadores, iluminación, ascensores y otros. El proyecto también obedece al interés por utilizar energía limpia, que permita iluminación permanente en las áreas comunes y fachadas producida por paneles solares.

ENERGÍA. La energía es captada en base a paneles solares colocados en la parte superior de la vivienda, que a través de una batería genera 1,250 wats de energía para las zonas comunes.

Respecto a costos, la inclusión de paneles solares en el proyecto, implica un 50% de inversión adicional en instalaciones eléctricas con el objetivo de buscar el bienestar y la seguridad de sus habitantes.

INTELIGENTES. El edificio Luz 200 está catalogado en el rubro de un inmueble inteligente por esas características. La energía solar es también usada en edificios verdes, que están diseñados para reducir el impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente.



Fotografía N° 13 : Vista de un edificio que utiliza energía solar para varios usos

EDIFICIOS EN EL PERU CON CERTIFICACION LEED

En la actualidad, el Perú tiene 21 edificios con certificación LEED, la mayoría ubicados en Lima, y 128 edificios en evaluación.

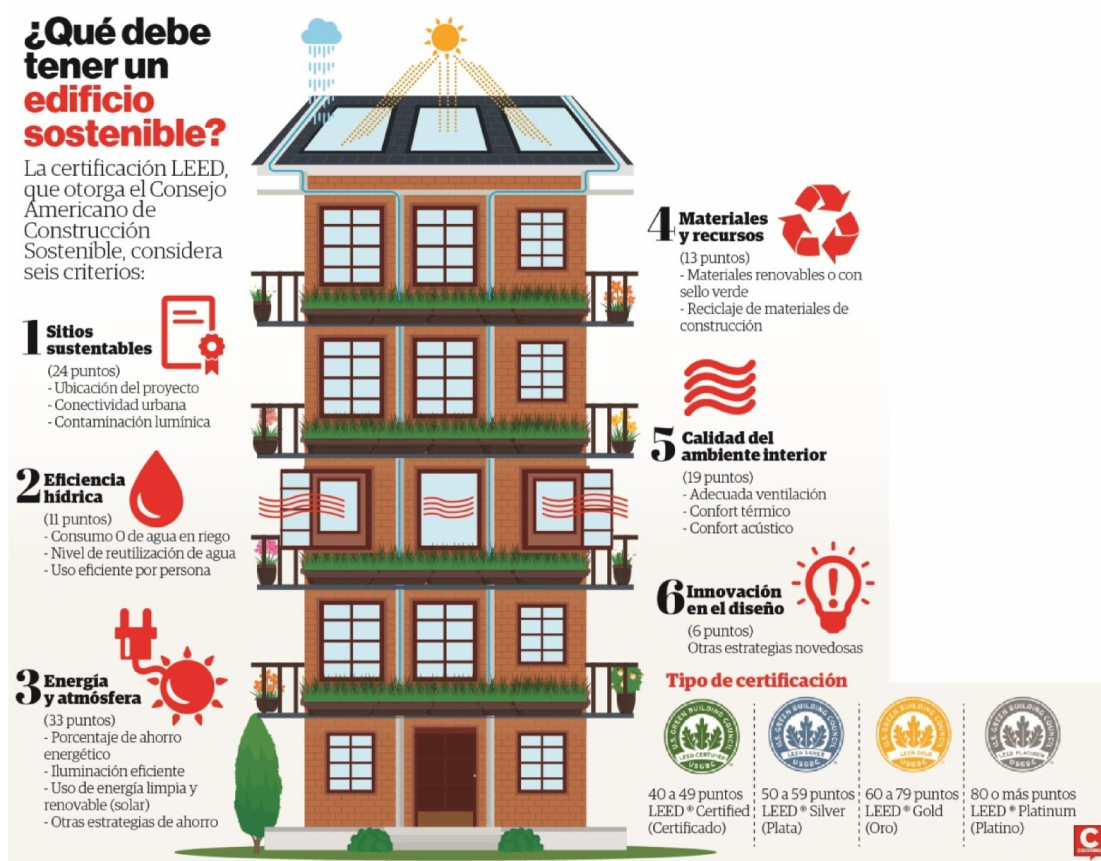


Figura N° 26 : indicando los seis Criterios que deben tener un edificio Sostenible

CONSTRUCCION DE PARQUES DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN TACNA Y EN MOQUEGUA.

En el Departamento de Tacna , distrito Alto de la Alianza, se inauguró en el 2013 , una planta de energía solar que produce 20 megavatios (MW). Se trata de un proyecto denominado "Tacna Solar" que fue desarrollado por las compañías multinacionales Solarpack y Gestamp Solar, dedicadas a la construcción de parques de generación solar fotovoltaica.

Según información de la web de Solarpack, "Tacna Solar" abastece a unas 67 mil familias. Además, evita contaminar a la atmósfera en más de 65 mil toneladas de CO2 al año.

Para la construcción de cada una de estas plantas se ha invertido 250 millones de nuevos soles y permitirá que la producción anual de energía aumente considerablemente en la región a la que pertenece.

La primera planta está ubicada en la zona de Alto de Alianza, en Tacna. El funcionamiento es posible por intermedio de una concesión otorgada a la empresa Tacna Solar 20 TS S.A.C. La planta cubre una superficie de 121 hectáreas y es capaz de producir 47,196 MWh al año.

En tanto, la segunda de ellas está situada en Moquegua, a la altura del kilómetro 1190 de la Panamericana Sur, en la provincia de Mariscal Nieto. La concesión fue entregada a la empresa Panamericana Solar 20 TS S.A.C. La planta cubre una superficie 123 hectáreas y producirá 50,676 MWh anualmente.



Fotografía N° 14 : Vista de planta está ubicada en la zona de Alto de Alianza, en Tacna

DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

El dimensionamiento del sistema FV consiste en determinar su capacidad para satisfacer la demanda de energía de los usuarios. En zonas rurales y aisladas, donde no existen sistemas auxiliares, el sistema FV debe poseer una alta confiabilidad. Debido a que un sistema es un conjunto de componentes, cada uno de ellos debe ser tan confiable, que no ponga en peligro al sistema.

El método de dimensionamiento se fundamenta en el balance de energía:

Energía generada = Energía consumida + Pérdidas propias del sistema FV.

Los requerimientos del usuario son el punto de partida de todo ciclo. En el caso de la energía renovable esto no es diferente. Junto con las condiciones climáticas, que ya han sido discutidas con detenimiento en la sección de recursos de energía solar, un sistema puede diseñarse exactamente para satisfacer las necesidades del usuario a los más bajos costos.

Después de que el sistema se ha diseñado y se ha determinado su tamaño, el usuario debe ser instruido en cómo operar y dar mantenimiento a su sistema. Para esto debe dársele un entrenamiento rápido, pero sencillo, y completo junto con un manual con texto y diagramas fáciles de comprender.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO SIMPLIFICADO

Tradicionalmente, el método simplificado de dimensionado se ha basado en un balance energético diario en las condiciones más desfavorables. Ahora bien, la experiencia muestra que es más conveniente realizar un balance de carga (Ah/día), en vez de energía (Wh/día) ya que la batería tendrá una tensión variable a lo largo del mismo dependiendo de su estado, y, consiguientemente, haciendo un balance en Amperios-hora generados y consumidos, evitamos el error derivado de la variación de la tensión de funcionamiento del sistema.

Este método utiliza valores medios mensuales diarios de radiación global y de la carga. En este caso se considerarán sólo los valores correspondientes al mes más desfavorable en la relación carga/radiación. Además hay que definir el número máximo de días de autonomía previstos para la instalación, d , en función de:

1. Características climáticas de la zona
2. El uso o finalidad de la instalación

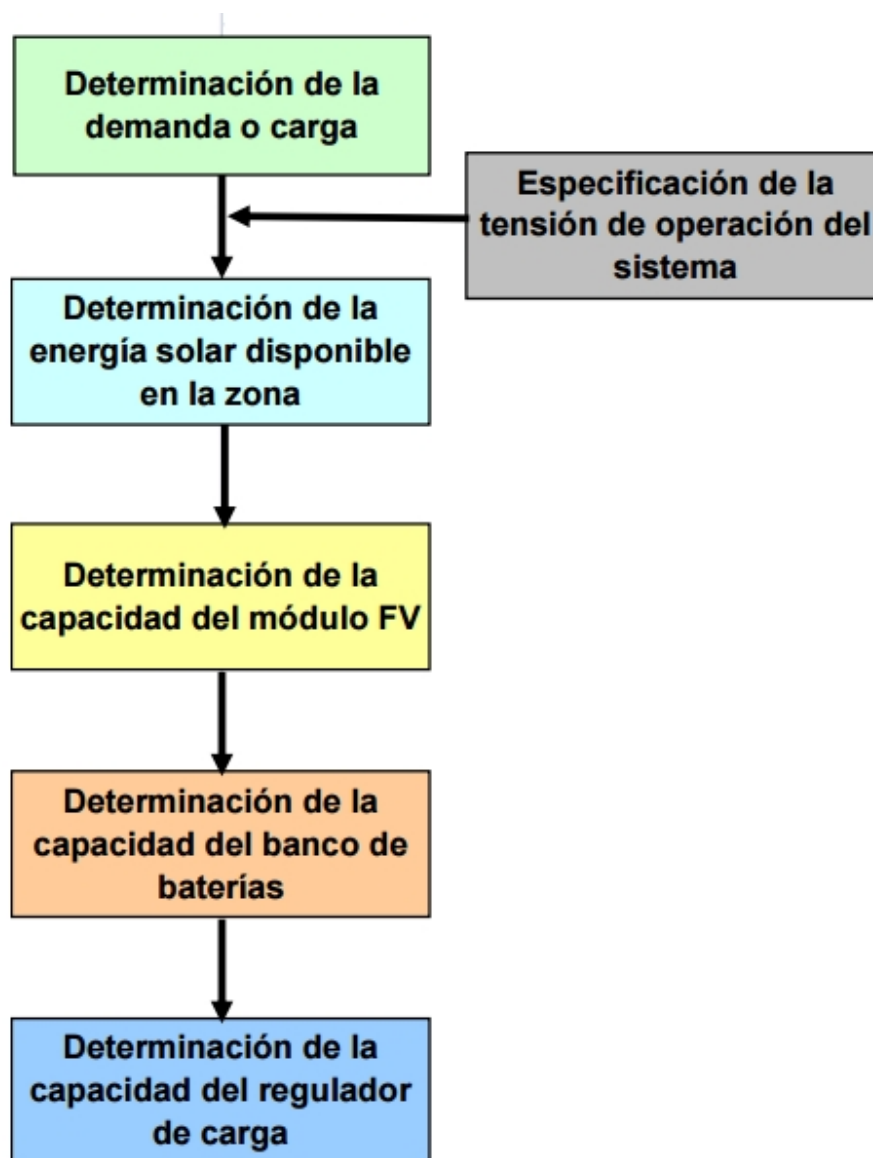


Figura N° 27 : Diagrama de flujo de un Proyecto Fotovoltaico (FV)

CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA .

Conceptualmente, el cálculo de la energía de consumo necesaria diariamente (Wh/día), E_t , es sencillo, pues basta con multiplicar la potencia (W) de cada una de los equipos que se dispone (luces, televisores, videos, ordenadores, etc.) por el número de horas de su utilización respectivamente (h/día).

Es claro que este último parámetro se ve afectado por muchos factores tales como el número de usuarios, sus actividades, costumbres y entorno socioeconómico, la época del año, etc. que resultan de difícil predicción pero que habrá que estimar en base a la experiencia y los datos que se dispongan.

Para estimar la carga de consumo diaria (Ah/día), L_t , únicamente habrá que dividir la energía de consumo diaria (Wh/día) por la tensión nominal del sistema (V_n), o bien realizar los cálculos anteriores en función de la corriente de consumo de cada equipo (A) en vez de la potencia (W).

La carga real necesaria a suministrar por el sistema fotovoltaico, L , se calcula teniendo en cuenta las eficiencias y pérdidas de los distintos subsistemas que intervienen en el sistema fotovoltaico:

$$L = L_{dc} + \frac{L_{ac}}{\eta_{inv}}$$

Donde:

- L : carga real necesaria (Ah/día)
- L_{dc} : cargas en corriente continua (Ah/día)
- L_{ac} : cargas en corriente alterna (Ah/día)
- η_{inv} : eficiencia media del inversor: 85%

En la siguiente tabla se muestra como se debe calcular la estimación de carga

Tabla N° 14 : Calculo de la Energía total de consumo (Et)

Estimación de carga						
Descripción	Unidades	Potencia AC (W)	Potencia DC (W)	Horas uso (h)	Energía/día (Wh/día)	Carga/día (Ah/día)
Luminaria	3		11	4	132	11.00
Televisor B/N	1		20	4	80	6.67
Radio portátil	1		16	4	64	5.33
TOTAL					276	23.00

CÁLCULO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La potencia pico del generador fotovoltaico se determinará teniendo en cuenta la radiación total diaria incidente sobre la superficie de los módulos, $G_{dm}(\beta)$, y el rendimiento global de la conversión fotovoltaica en el que se incluye las pérdidas por conexionado, dispersión de parámetros, efecto de la temperatura, acumulación de suciedad en la superficie de los módulos, etc.

El cálculo del número de módulos viene dado por la expresión:

$$N = N_{pp} \times N_{ps}$$

$$N_{ps} = \frac{V_{ng}}{V_{np}}$$

$$N_{pp} = \frac{L}{I_m \times G}$$

Donde:

- N_{ps} : Nº de módulos asociados en serie para trabajar a la tensión nominal del sistema.
 N_{pp} : Nº de módulos asociados en paralelo para entregar la intensidad adecuada de energía.
 V_{ng} : Tensión nominal de la instalación.
 V_{np} : Tensión nominal del módulo: 12V DC (24V DC en casos especiales).
 L : Energía real a suministrar (Ah)
 I_m : Valor medio que toma la intensidad en el rango de tensión de trabajo, desde el punto de máxima potencia al de corto circuito.
 $G_{dm}(\beta)$: Radiación global diaria media mensual sobre el plano inclinado en el " peor mes".

CÁLCULO DE LA BATERÍA

Para el cálculo de la batería es necesario estimar el número de días de autonomía requerido en la instalación, d , que evidentemente dependerá del número de días seguidos sin sol que pueden darse en la ubicación de la misma (nubosidad local). El sistema de acumulación, en Ah, vendrá determinado por la expresión

$$C_{Ah} = \frac{L \times d}{P_d}$$

Donde:

- C : Capacidad de la batería (Ah).
 L : Carga real de consumo (Ah/día)
 d : Días de autonomía de la instalación. Este parámetro viene fundamentalmente determinado por las características climatológicas de la zona y el uso o finalidad de la aplicación. La recomendación mínima es de unos 3 días.
 P_d : Profundidad de descarga máxima de trabajo. Dependiendo de la tecnología de la batería este parámetro varía entre 0,5 para baterías de automoción, 0,6 para baterías de placa plana espesas y 0,8 para baterías tubulares ó de varilla.

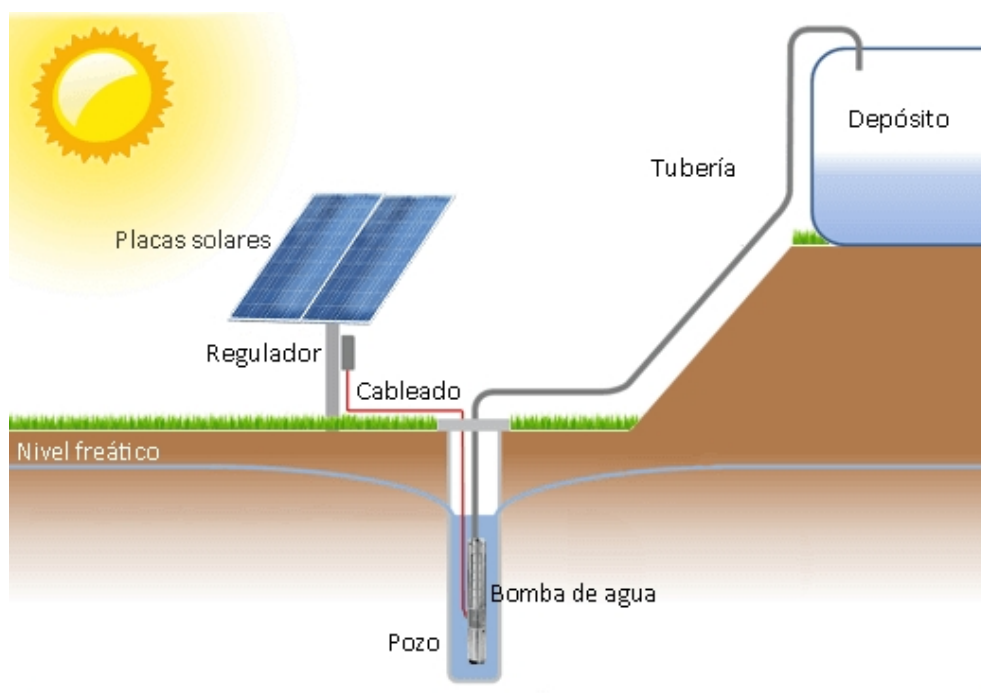


Figura N° 28 : Bombeo de agua usando energía solar

Tabla N°15 : Relación de Materiales requeridos para la construcción de la cocina solar

ITEM	ELEMENTO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID
			REQUERIDA	
1	ARMAZÓN Y ENBOLTURA DE LA COCINA	1 canaleta de aluminio	6	m
2		Plancha de F. G. de 1/32"	2	m ²
3	PLACA CAPTADORA	Plancha de cobre de 0.6 m x 0.5 m, espesor 1 mm	0.3	m ²
4		Pintura negro mate	0.125	gln
5	PINTADO DE LA COCINA	Pintura esmalte azul celeste	0.5	gln
6	REFLECTOR	Espejo de 2 mm de espesor	1.44	m ²
7	CUBIERTA	Una lámina de vidrio transparente 3 mm de espesor	1.44	m ²
8	AISLANTE TÉRMICO	Una lámina de fibra de vidrio de 30 mm espesor	1	m ²
9	BISABRA	bisagras	2	unid
10	TORNILLO	tornillos	50	unid
11	SELLADOR SINTETICO	Un cartucho de silicona	310	ml
12	VARILLA PARA SOPORTAR EL ESPEJO	Una platina de fierro 5 cm de ancho y 2 mm de espesor	1	m

CICLO, CICLO DE VIDA Y PROFUNDIDAD DE DESCARGA EN UNA BATERIA

En un SFD, una batería se carga diariamente mediante un módulo FV y luego se descarga debido al uso durante la noche y la madrugada. Un periodo de carga junto con su correspondiente periodo de descarga, conforman lo que llamamos un ciclo. Por ejemplo, en un ciclo, una batería de 100Ah podría cargarse hasta un 95% de su capacidad durante el día y luego descargarse a un 75% de su estado de carga durante la noche, debido al uso de las luces y de la TV.

El ciclo de vida de una batería es el número estimado de ciclos de duración de una batería. La mayoría de baterías tienen un ciclo de vida de varios miles de ciclos; las baterías de níquel-cadmio tienen un ciclo de vida más largo que el de las baterías de plomo-ácido.

El ciclo de vida promedio de una batería (el cual debe ser especificado por el fabricante o el distribuidor) es el número estimado de ciclos de duración de una batería antes de que su capacidad disminuya a un 80% de su capacidad nominal.

El ciclo de vida real se acorta debido a descargas profundas, alta temperatura, falta de mantenimiento, y demasiadas descargas a alta velocidad. Esto es típico durante largos periodos nublados, o cuando la carga es mucho mayor que la entrada de sol.

TIPOS DE BATERÍAS .

Las baterías solares han sido especialmente diseñadas para usos con módulos FV, con el fin de superar los problemas del uso de baterías convencionales. Entre sus características podemos mencionar:

- Un buen ciclo de vida, es decir, entre 1,000 y 2,000 ciclos (entre 3 y 6 años), en caso de que las baterías no pasen por ciclos profundos muy a menudo. θ Un porcentaje de autodescarga bajo, entre 2% y 4% al mes.
- Un gran depósito de electrolito para evitar daños por causa de exceso de gasificación y para disminuir la necesidad de agregar agua destilada.
- Mucha mayor tolerancia a los ciclos profundos que las baterías para autos. Sometida a una descarga diaria de 40% - 50%, la batería solar

durará mucho tiempo. Incluso, una descarga diaria del 10% le otorga un periodo más largo de vida.

- Las baterías selladas cuentan con un electrolito no líquido, que termina con los problemas de pérdida de agua a través de gasificación.
- Las baterías son selladas en la fábrica, por lo que no gotean ni derraman líquido, y a su vez, son de fácil transporte y requieren menor mantenimiento.
- Además, soportan ciclos profundos y tienen larga vida. Sin embargo, su rendimiento es muy deficiente a altas temperaturas, por lo que no deben ser utilizadas en lugares calientes. Este tipo de baterías es una de las más caras.



Figura N° 29 : Diagrama de cuotas de las células fotovoltaicas que fabrican los países.

CABLES ELÉCTRICOS

Los cables utilizados en un sistema FV están cuidadosamente diseñados. Como el voltaje en un sistema FV es voltaje bajo: 12V ó 24V CC, las corrientes que fluirán a través de los cables son mucho más altas que las de los sistemas con voltaje de 110 ó 220V CA.

La cantidad de potencia en watts producida por la batería o módulo FV está dada por la siguiente fórmula:

$$P = U * I \text{ (watts)}$$

Donde U es la tensión en Voltios (V) e I es la corriente en Amperios (A).

Para suministrar una potencia a 12 V, significa que la corriente será casi 20 veces más alta que en un sistema de 220 V. Esto quiere decir que deben usarse cables mucho más gruesos para impedir el recalentamiento e incluso la quema de los cables.



Figura N° 29 : Cables Eléctricos

El tamaño de los cables lo mostramos en la siguiente tabla, la corriente máxima que puede fluir sin recalentar el cable y la cantidad de potencia que puede producirse a diferentes voltajes.

Tabla N° 16 : Tamaño de los cables, corriente máxima y potencia

Tamaño del cable, corte de área seccional [mm ²]	Corriente máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	120	240	2200
1.5	15	180	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

De esta tabla se deduce claramente que, a voltajes bajos, sólo pueden abastecerse bajas demandas de potencia o deben utilizarse cables muy gruesos. Para alcanzar una potencia de 1 kW a 12V, debe utilizarse un cable de 25.0 mm² para suministrar tanto como 20 kW a 220V. Esto aumenta el precio del sistema drásticamente, debido a que los cables más gruesos son más costosos.

Cuando se utilizan fusibles para proteger la unidad de control o dispositivos contra corrientes altas, el tamaño de los fusibles no debería ser mayor a la proporción de corriente máxima del cable. Los fusibles son útiles sólo en el extremo de uso de la batería pues en el lado FV de la batería, la corriente de cortocircuito es sólo 10% mayor que la corriente máxima durante brillo solar completo.

Cuando se diseñan sistemas más grandes, uno debe realizar un análisis costo/eficiencia para elegir el voltaje operativo más adecuado. Más aún, sería mejor reunir pequeños grupos de módulos y, de ser posible, no hacer el voltaje de operación más alto que 12V ó 24V.

ESTRUCTURAS DE SOPORTE.

Como los módulos solares deben mirar al sol sin interferencia de obstáculos en los alrededores, los módulos generalmente están colocados en una posición alta, sobre un techo o un poste.



Figura N° 30 : Tipos de soportes

Cuando los módulos se colocan sobre un techo hay varias soluciones. Primeramente el módulo puede ser montado sobre una estructura inclinada ya existente, si la orientación de la caída del techo es cercana a la óptima.

El techo debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso extra de los módulos, o más importante, el peso extra del viento.

Las penetraciones para cables deben ser impermeables. En segundo lugar, existe la posibilidad de integrar módulos al techo. Esto significa que los módulos actuarán como parte del tejado y que los materiales del techo como las tejas se ahorran.

Los módulos ya son bastante fuertes a prueba de agua, entonces para qué desperdiciar materiales de construcción. Otra ventaja es que la carga del viento se disminuye cuando los módulos están colocados en el techo más que sobre el techo.

En tercer lugar, los módulos pueden colocarse en un techo plano sobre un marco que lo soporte. El marco está hecho de metal y fijado al techo (con pernos grandes) o se hacen lo suficientemente pesados utilizando concreto.

La ventaja es que se puede escoger cualquier dirección e inclinación pero, claro, el marco aumenta los costos del sistema. Estos marcos también se utilizan en instalaciones en áreas planas sobre el piso.

Si no hay un techo adecuado disponible, será necesario elevar el módulo a cierto nivel a fin de evitar las sombras, pudiéndose hacer con postes. Esto sólo

se logra con módulos pequeños utilizando construcciones parecidas a la de los postes de alumbrado público.

También se utilizan los postes para evitar daños potenciales en los módulos causados, por ejemplo, por ganado o niños que juegan en los alrededores. Bajo todas circunstancias los módulos deben colocarse de tal manera que estén a la mano para realizar trabajos de limpieza y mantenimiento.

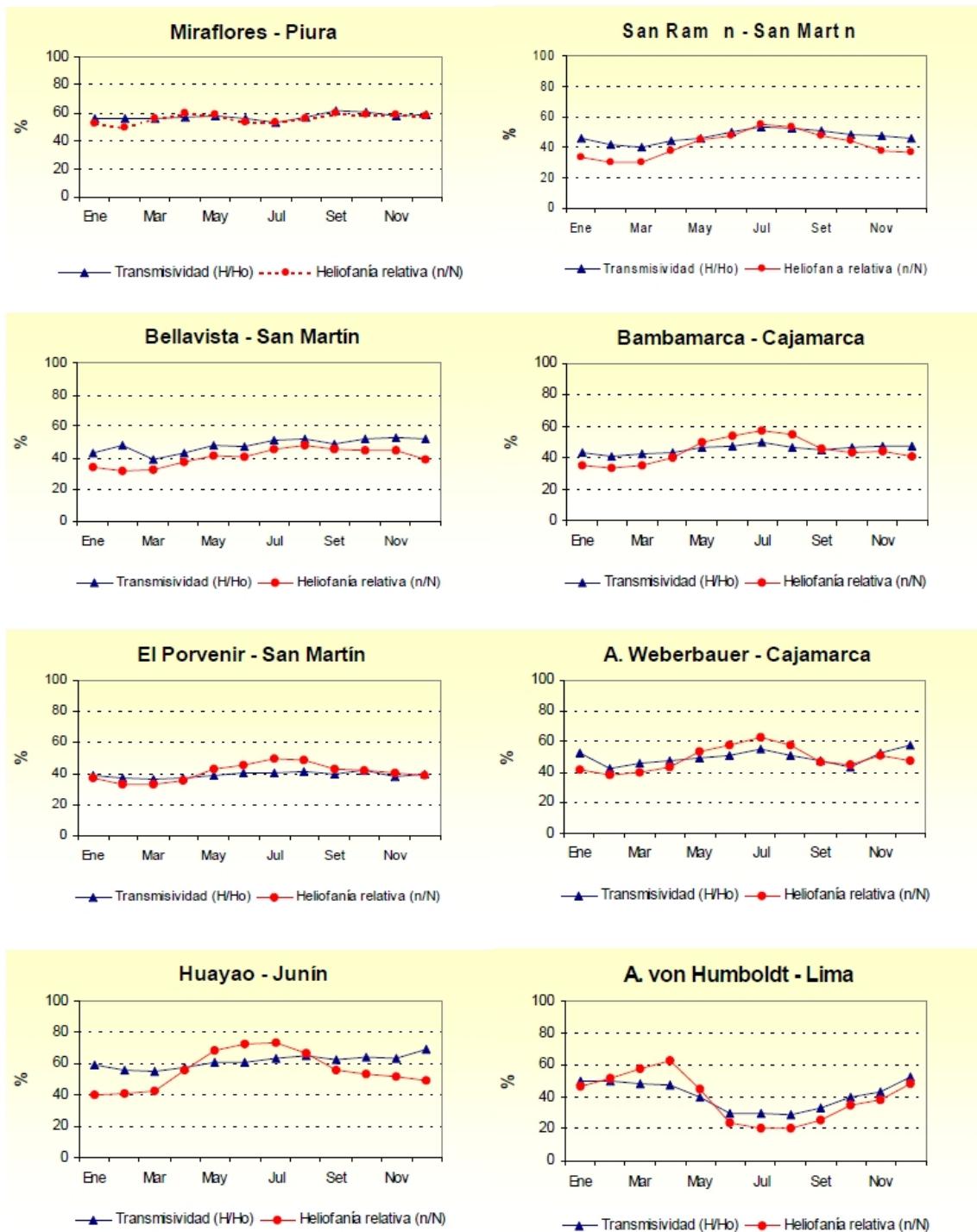


Figura N° 31 : Variación mensual de la transmisividad (H/Ho) y heliofanía relativa (n/N) de las estaciones base

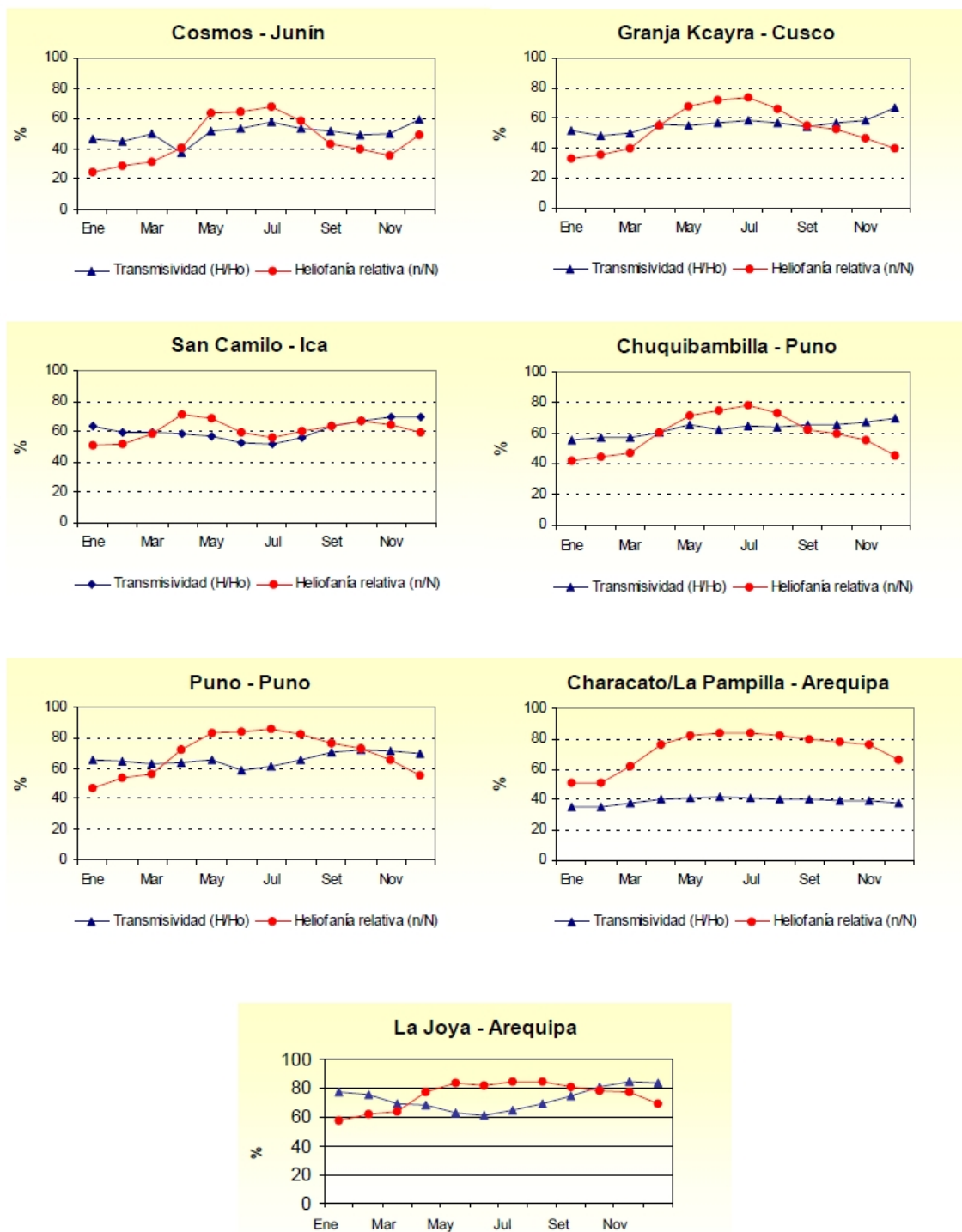


Figura N° 32 : Variación mensual de la transmisividad (H/Ho) y heliofanía relativa (n/N) de las estaciones base

DISEÑO DE PROYECTOS CON ENERGIA SOLAR (SFVD)

Las fases que se debe seguir para proyectos utilizando energía solar son :

- a) Verificación de la Aptitud del lugar.
- b) Calculo del consumo diario

$$C_d = P \times n \times t$$

Donde :

- C_d = Consumo diario
- P = Potencia de los aparatos a emplear.
- n = Numero de Aparatos
- t = horas diarias de funcionamiento.

- c) Obtención de Valor máximo de corriente

$$C_{max} = E / V_s \times H_{im}$$

Donde :

- V_s = Voltaje del Sistema
- H_{im} = Horas de Insolación máxima
- E = Anergia Necesaria ($E = C_{cc} + C_{ac}$)

- d) Calculo de Numero de Paneles

$$N_{pp} = C_P / I_{max} \quad \text{En Paralelo}$$

$$N_{ps} = V_s / V_{max} \quad \text{En Serie}$$

- e) Cálculo de Baterías
- f) Cálculo del Regulador o Inversor de carga.
- g) Cableado.

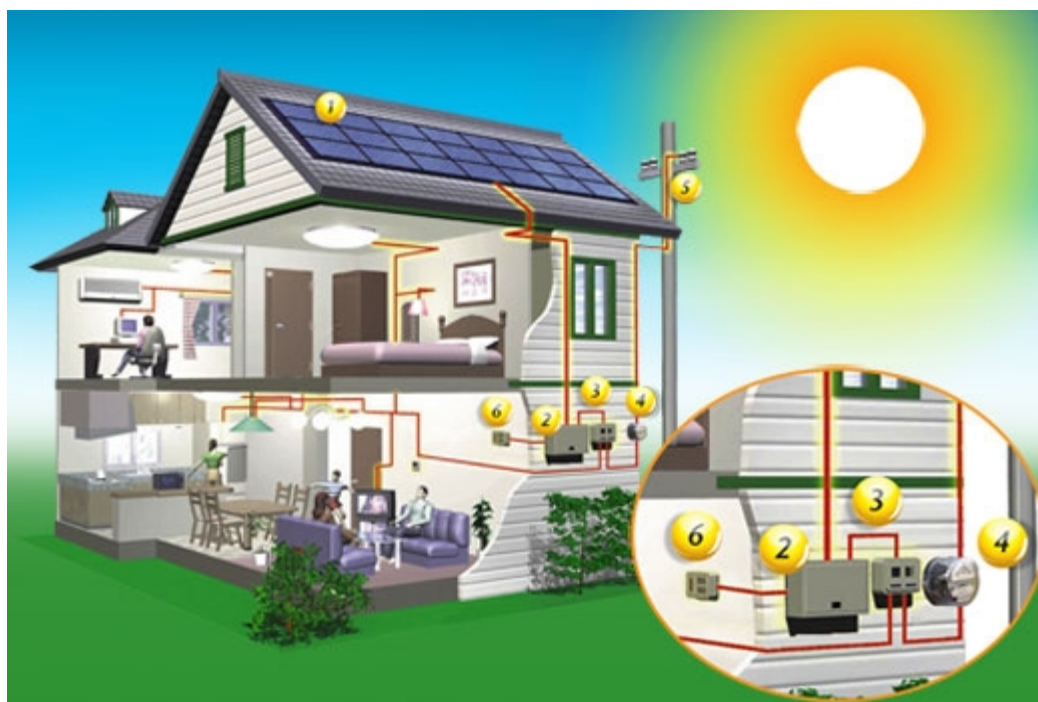


Figura N° 33 : Instalación del Sistema Fotovoltaico Domiciliario (SFVD)

IMPACTO AMBIENTAL

CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LA UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR

Las consecuencias que la utilización de energía solar proporciona al ambiente no pueden ser otra cosa más que un beneficio para el mismo, primeramente debido a la disminución de las emisiones de gases contaminantes como el dióxido de carbono, dióxidos de azufre u óxidos de nitrógeno, consecuentemente el beneficio es en el agua pues al generarse una menor proporción de lluvias acidas se deja de contaminar aguas y suelos, que al no estar contaminados, la flora y fauna respectiva se ve beneficiada, todo esto ayudando finalmente a nuestro planeta mismo.

AIRE

A continuación se muestra una tabla de comparación entre la concentración de dióxido de carbono en el aire en diferentes años y entre las dos formas de energía, solar y convencional. Donde se aprecian claramente las bajas

cantidades de CO2 utilizando paneles que a pesar de no ser nulas quizás por otras actividades ajenas, permanecen constantes.

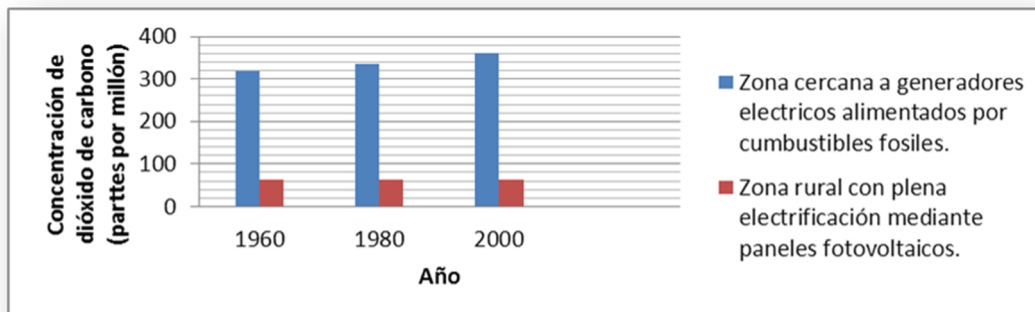


Figura N° 34 : Comparación entre la concentración de dióxido de carbono en el aire en diferentes años y entre las dos formas de energía solar y convencional.

AGUA

Notablemente al reducir los gases contaminantes en la atmosfera la lluvia se precipita considerablemente menos ácida como lo muestra la siguiente tabla:

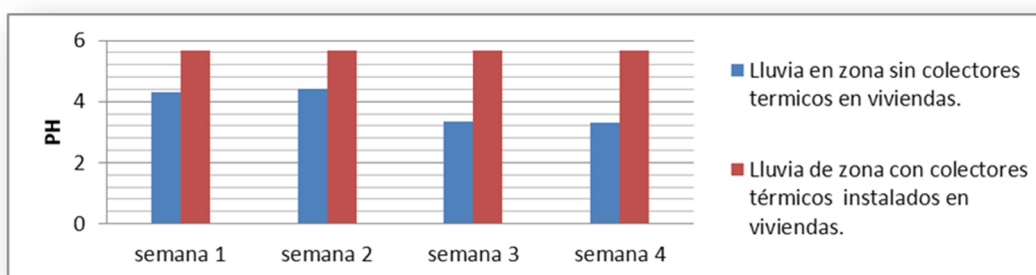


Figura N° 35 : barras indicando lluvias en zonas con colectores

SUELO

Un aspecto muy importante a considerar en este punto es que si se genera electricidad por medio de energía solar no se tendrían que modificar ecosistemas para la construcción de centrales por ejemplo hidroeléctricas o de cualquier otra índole. La erosión de suelos se ve disminuida, y las cosechas no

se ven afectadas por las lluvias, rocío o bien neblina que vendría más contaminada si seguimos utilizando fuentes de energía convencionales.

FLORA Y FAUNA

Al no existir modificación de climas por causa de efecto invernadero en la atmosfera, los ecosistemas permanecen en equilibrio y por lo tanto sus especies se mantienen intactas.

¿QUÉ IMPACTO AMBIENTAL TIENE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA?

La energía solar fotovoltaica al igual que otras energías renovables, constituye frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable de energía, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y por lo tanto social, con un impacto comparativamente mucho menor que las fuentes convencionales de energía

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

Clima: la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero.

Geología: Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

Suelo: al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características fisico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

Aguas superficiales y subterráneas: No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

Flora y fauna: la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje: los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

Ruidos: el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

Medio social: El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como es el caso de los espacios naturales protegidos.

La perspectiva economicista de la energía solar fotovoltaica (ESFV) olvida un hecho fundamental; el bajo impacto ambiental de esta tecnología al ser comparada con otras fuentes energéticas. Si a los costes estándar de otras fuentes energéticas, les sumamos los costes ambientales derivados y otros costes asociados, las diferencias económicas entre la ESFV y las energías convencionales tienden a desaparecer.

Vamos a reseñar los efectos medioambientales de la ESFV, para poder comparar después esta fuente energética con las fuentes de energía

convencionales. Como avance de los resultados de este análisis, podemos señalar que los impactos medioambientales de la ESFV son ecológicamente asumibles, supuesto un correcto tratamiento o almacenaje de residuos y una correcta gestión del resto de los impactos ambientales. La adecuada y exigible gestión de los impactos medioambientales de la ESFV, convierten a esta fuente energética en uno de los medios de obtención de energía menos agresivos con el medioambiente.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE ESFV

La generación de electricidad mediante ESFV requiere la utilización de grandes superficies colectoras y por tanto de una cantidad considerable de materiales para su construcción. La extracción, producción y transporte de estos materiales son los procesos que suponen un mayor impacto ambiental.

La fabricación de un panel solar requiere también la utilización de materiales como aluminio (para los marcos), vidrio (como encapsulante), acero (para estructuras) etc, siendo estos componentes comunes con la industria convencional. El progresivo desarrollo de la tecnología de fabricación de estructuras y paneles solares supondrá una reducción del impacto ambiental debido a estos conceptos.

En la producción del panel solar se produce un gasto energético que genera residuos, como partículas de NOx, SO2, CO2 etc. Esto se debe a que la energía utilizada en la fabricación del panel solar tiene su origen en la mezcla de fuentes energéticas convencionales del país de fabricación.

Sin embargo, podemos afirmar que la emisión de estas sustancias debida a la fabricación de paneles solares es reducida, en comparación con la disminución en la emisión de sustancias de este tipo que supone la producción de electricidad por medios fotovoltaicos, en vez de con fuentes convencionales de energía.

Un ejemplo de esto es que la producción de la misma cantidad de potencia hora por año en una moderna y eficiente central térmica de carbón, supone la emisión de mas de 20 veces el CO2 que si la producción de la misma cantidad

de energía se realizara mediante módulos de Si mono o policristalino fabricados en pequeña escala.

La producción de electricidad mediante paneles solares de Si mono o policristalino fabricados en gran escala, disminuye aún más la emisión de CO₂, llegándose a reducir hasta cerca de 200 veces la cantidad de CO₂ emitida respecto a una central térmica de carbón. La proporción de entre 100 y 200 veces menos cantidad de residuos se mantiene favorable a la ESFV cuando se analizan las emisiones de NO_x, SO₂ producidas por una central térmica de carbón.

La obtención de silicio de grado metalúrgico es requerida en grandes cantidades para la industria del acero, siendo una pequeña proporción de este material la dedicada a la fabricación de las obleas de silicio. La emisión de polvo de sílice es uno de los inconvenientes de esta industria. La purificación del silicio implica el uso de materiales tales como xilano, mientras el dopado precisa utilizar pequeñas cantidades de compuestos tóxicos, tales como diborano y fosfina.

También se precisa utilizar agentes agresivos, tales como el ácido sulfúrico. Todos estos compuestos y procesos son utilizados en la industria metalúrgica y electrónica no constituyendo, por tanto, un nuevo factor a considerar. *En la producción masiva de células solares, deberá estar contemplado un correcto tratamiento de los residuos, tarea asumible al ser conocidos y estar desarrollados estos métodos para grandes producciones en industrias similares a la de producción de células, como las industrias electrónicas.*

Para el caso de las células con CdS y CdTe, se estima que se precisan menos de 200 kg de compuestos de Cadmio para producir 2 MW anuales de células solares de esta tecnología. A efectos de comparación, hay que considerar que la producción mundial de Cd se sitúa en 20000 TM, teniendo por tanto la producción de células solares de esta tecnología un impacto ambiental muy reducido.

Como comparación podemos señalar que mientras las pilas de NiCd están constituidas por un 15 % de su peso en Cd, 1 kW de paneles solares (de tecnología Apolo) contendrá 80 g de Cd en forma de CdS y CdTe (nunca de Cd puro), es decir menos de un 0,1 % en peso. Al final de la vida útil de estos módulos, se plantea la posibilidad del vertido en depósitos controlados pues, según normas de los USA y de la CE, estos paneles serían considerados como un residuo no peligroso.

Sin embargo resulta aconsejable poner en funcionamiento los procesos de reciclado ya plenamente identificados, aunque no puestos en práctica. Otra tecnología de lámina delgada, denominada de células CIS supone un contenido aún menor de Cd que en las células de CdTe, reduciendo su contenido en dos ordenes de magnitud respecto a estas.

Otros impactos ambientales de esta fuente energética están relacionados con las infraestructuras necesarias para la operación de la ESFV. Quizás el factor más conocido y esgrimido contra la ESFV es la ocupación de espacio por parte de los paneles solares no integrados en la arquitectura. Hay que añadir también la ocupación de terreno debido a carreteras, líneas de transmisión instalaciones de acondicionamiento y almacenamiento de energía, subestaciones etc.

Estos factores afectan, esencialmente a las grandes centrales FV. Desde el movimiento ecologista, apostamos por un desarrollo prioritario de la ESFV integrada en la arquitectura y de un modo más simple, aprovechando la superficie de tejados y fachadas ya disponibles.

Finalmente se puede señalar la existencia de fuentes contaminantes relacionadas con la producción de ESFV aunque no sean debidas a la producción de paneles solares. Esta contaminación proviene de la fabricación de equipos tales como inversores, reguladores, estructuras de soporte, cables y especialmente acumuladores. Algunos de estos sistemas están presentes, necesariamente, en todas las instalaciones de ESFV, haciendo así depender el análisis del tipo de instalación considerada.

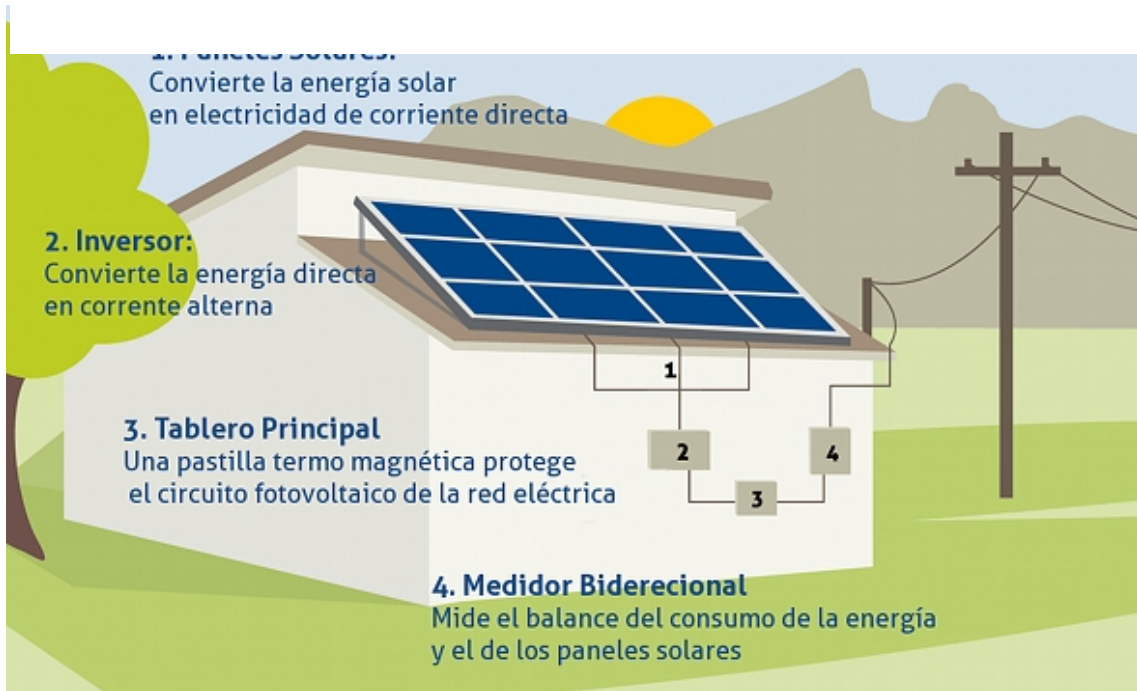


Figura N° 36 : Sistema Fotovoltaico Domiciliario

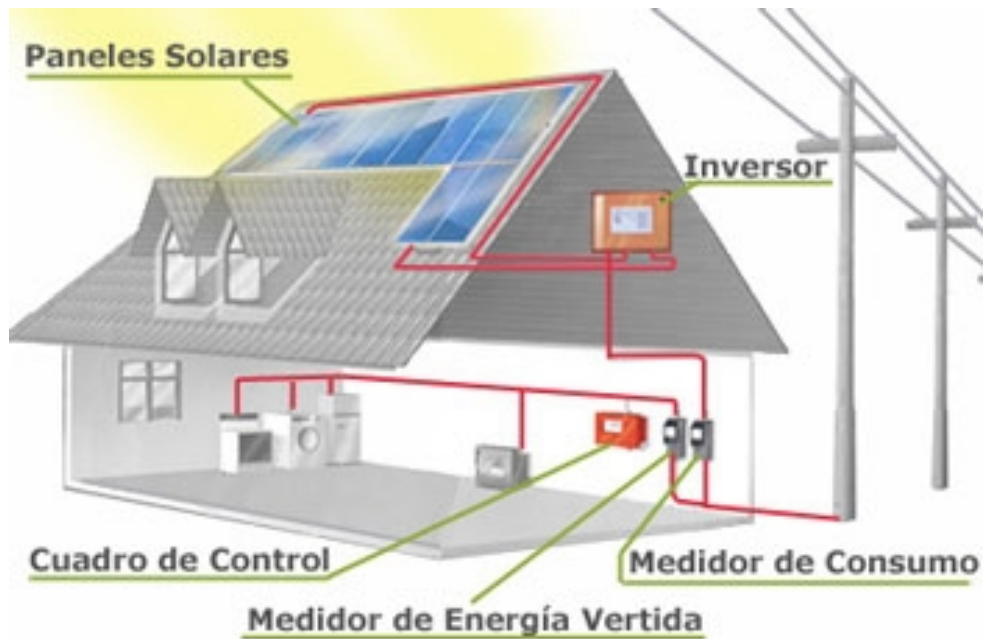


Figura N° 37 : Equipos para un Sistema Fotovoltaico Domiciliario

Esquema de un panel solar fotovoltaico

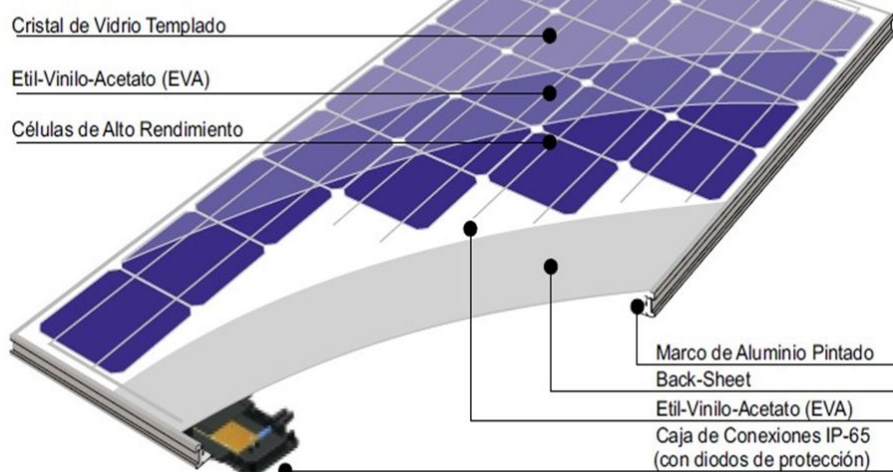


Figura N° 38 : Esquema de un panel solar fotovoltaico

VENTAJAS DE LOS PANELES SOLARES

Entre las ventajas de los paneles fotovoltaicos se pueden mencionar:

- No consumen combustible, pues funcionan con el sol.
- Son de respuesta rápida, alcanzando plena producción eléctrica instantáneamente.
- No producen contaminación al generar electricidad.
- Requieren poco mantenimiento si están correctamente conectados e instalados.
- Son de fácil instalación.
- Tienen una larga duración, mayor a 20 años

ORGANIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

El esquema de administración y sostenibilidad “Social-Técnica-Económica-Ambiental” se soporta tanto en la parte comunitaria y técnica, como se puede observar en el Organigrama de Sostenibilidad y Organización.

El soporte comunitario y la sostenibilidad se organiza mediante los Comités de Gestión Comunitaria.

El Soporte Técnico lo proporcionan un organismo que se podría nominar La Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CN).

Los Comités de Gestión Comunitaria, tienen operadores técnicos, administradores y recaudadores que colaboran con el servicio. La comunidad debe organizarse para que exista un control administrativo de operación del sistema fotovoltaico domiciliario.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), debe proveer la supervisión, seguimiento, y capacitación de la sostenibilidad del Proyecto.



Figura N° 39 : Organigrama de sostenibilidad y operación

RESPONSABILIDADES DEL COMITÉ DE GESTIÓN COMUNITARIA

En cada comunidad, la responsabilidad del servicio será compartida entre 3 personas que integran el Comité de Gestión Comunitario y se denominan como los gestores comunitarios:

1. Un técnico
2. Un administrador
3. Un recaudador

Estas personas serán designadas por la comunidad, recibirán capacitación técnica para el uso y mantenimiento de los equipos y componentes del sistema eléctrico, y son responsables de garantizar una adecuada gestión de las instalaciones. A tal efecto, deben:

- Conocer el funcionamiento general del sistema eléctrico y de los equipos.
- Gestionar de manera óptima la energía eléctrica disponible: hacer la lectura del estado de carga de las baterías y del consumo; y de establecer prioridades de consumo de acuerdo a la disponibilidad de energía eléctrica.
- Conectar y desconectar los circuitos eléctricos y los equipos.
- Conocer el uso básico de las computadoras, proyector, teléfono IP y el equipo multifunción.
- Conocer el uso de la refrigeradora y del sistema de purificación de agua.
- Hacer el mantenimiento del sistema eléctrico y de los equipos conexos.
- Conocer y aplicar el orden de acciones (protocolo), en caso de que el sistema eléctrico o de los equipos conexos fallen.
- Llevar al día y en orden el cuaderno de exploración.
- Llevar al día y en orden una ficha estadística y enviarla por Internet al ITER.

LA DIRECTIVA DE LA COMUNIDAD

Las autoridades de la comunidad se encargan de:

- Supervisar por la seguridad del sistema de generación y de todos los componentes del Kit.
- Supervisar y coordinar las operaciones de mantenimiento ordinario:
 - Limpieza de los paneles recolectores de energía (fotovoltaicos).
 - Limpieza del armario de conexión.
 - Inspección de los cables y de las conexiones.
- Atender fallas menores en los sistemas y en los equipos.
- Notificar al suministrador en caso de daños en el sistema de generación eléctrica, y de los equipos en dotación.
- Facilitar el trabajo de los técnicos cuando necesiten apoyo durante las operaciones de reparación y mantenimiento.
- Notificar a las entidades del Programa sobre posibles cambios en la comunidad, por ejemplo:
 - La llegada de las redes de interconexión eléctrica nacional. comité de gestión
 - Cambio de ubicación de los centros educativos.
 - Cambio de los gestores comunitarios.
- El Programa ofrece el uso gratuito internet en los primeros 5 años, además se administrarán los ingresos económicos provenientes del uso de los equipos (teléfono, impresión, recarga de baterías y pilas, etc.), para cubrir los costos de operación y mantenimiento.
- El Comité Administrador junto con los miembros de la comunidad, deben lograr la autofinanciación a través de los servicios que se ofrecen.

CAPITULO IV

DISCUSION

El interés en el uso técnico de las energías renovables, especialmente de la energía solar, comenzó en el Perú, como en muchos otros países, en los años setenta del siglo pasado, como consecuencia de la llamada crisis de petróleo. Se trabajó en diferentes instituciones del país (mayormente en universidades) en capacitación y desarrollo tecnológico, especialmente en bombeo de agua con molinos de viento, calentadores solares de agua y secadores solares de productos agrícolas.

Estas experiencias fueron puntualmente exitosas, p.ej. la tecnología de los calentadores solares de agua, hoy bien asentada en Arequipa, fue originalmente desarrollada por el ex -ITINTEC, y, los secadores solares artesanales de maíz usados hoy en el Valle Sagrada del Urubamba fueron desarrollados y diseminados por un proyecto de la Universidad Nacional de Ingeniería con la cooperación alemana.

El presente trabajo de investigación trata de dar una visión general de la situación actual del uso de la energía solar en el Perú, entrando en más detalle en el uso de la energía solar fotovoltaica, que tiene particular importancia para el desarrollo de zonas rurales apartadas: Según datos del Ministerio de Energía y Minas del Perú, en los últimos años se ha incrementado a 75 % el porcentaje de la población peruana que cuenta con servicio eléctrico.

A pesar del gran esfuerzo de aumentar la electrificación en el Perú, básicamente a través de la extensión de redes eléctricas, esto significa que todavía hay 7 millones de Peruanos sin electricidad. Casi toda esta gente vive en áreas rurales y en la medida que aumenta la electrificación, cada vez es más costoso aumentar un punto porcentual más a la electrificación, debido a la baja densidad poblacional y las dificultades geográficas de gran parte del territorio peruano.

Para estos millones de Peruanos la única posibilidad económicamente viable a corto y mediano plazo es la generación local de electricidad, basada sobre todo en recursos renovables: hidráulica, eólica, solar y biomasa. A pesar de que

esta situación es ampliamente reconocida, relativamente poco se ha hecho hasta la fecha en este campo.

Esto se explica por varias razones, principalmente porque es más costoso electrificar regiones remotas y aisladas que regiones que están cerca a la red eléctrica interconectada existente.

Los precios de los módulos solares se redujeron en los últimos 20 años con un promedio de 6% cada año, experimentando altos y bajos. Una gran demanda, inicialmente estimulado por programas estatales, resultó en la creación de una inmensa capacidad de producción, reduciendo los costos por vatio.

En el año de 2010, dos empresas anunciaron que los costos de producción ya están debajo de 1.-US\$/W (para placas de capa fina). Una sobre producción al nivel mundial, por gran parte a causa de la reducción de las subvenciones estatales, provocó una guerra de precios con más reducciones. Este forzó que varias empresa importantes al nivel mundial tenían que cerrar sus puertas.

A partir de mitades de 2013, después de una consolidación del mercado, los precios de los módulos solares han cambiado poco. Recientemente, por la introducción de tarifas protectoras entre 18.5 y 34% contra módulos de origen chino (Junio 2014), los precios en los EEUU subieron evolución mundial 2014.

Este no paró el avance al nivel global. A finales de 2014 existe una capacidad fotovoltaica de 177GW en todo el mundo, De este, 38.7GW se añadieron en 2014.

El Perú goza de precios de electricidad bajos comparado con sus países vecinos y el nivel internacional. Así, reemplazar la energía tradicional con energías renovables es económicamente rentable solamente en zonas donde no llega la red, donde se produce la electricidad con generadores o con instalaciones solares que son conectadas a la red. Lamentablemente, al nivel individual, esta opción todavía no es posible.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados y de acuerdo a los resultados encontrados en el presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. La electrificación con energía solar en todas las zonas urbanas y rurales del Perú, es una propuesta viable por estudios técnicos, socio económicos y medio ambientales, teniendo como perspectiva futura el desarrollo de un proyecto masivo de electrificación rural a nivel regional a partir de la energía solar y sea éste el inicio para que nuestros pueblos aislados y no permanezcan inactivos.
2. Seguir los siete pasos para proyectos con energía solar : a) Verificación de la Aptitud del lugar; b) Calculo del consumo diario; c) Obtención de Valor máximo de corriente ; d) Calculo de Numero de Paneles; e)Cálculo de Baterías ; f) Cálculo del Regulador o Inversor de carga ; g) Cableado.
3. Ubicación de los módulos, debe haber suficiente espacio y ventilación sobre el techo o poste para colocar el módulo.
4. La ubicación de los módulos debe estar cerca de los lugares donde se ubican la unidad de control, la batería y el uso final para evitar cables largos que son costosos y originan pérdidas.
5. El mantenimiento preventivo evita fallas o averías y, por tanto, aumenta la disponibilidad técnica de un sistema.
6. La energía solar fotovoltaica ocasiona impactos en el ambiente no relevantes en la fase operacional, mientras que en las fases de construcción pueden ser significativos.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones presentadas al finalizar el presente trabajo, se propone las siguientes recomendaciones:

1. Guardar la batería en una caja de madera o en una bandeja no metálica.
2. Mantener limpia la parte superior de la batería.
3. Mantener los terminales limpios y engrasados.
- 4.No dejar que objetos de metal conecten ambos terminales, positivo y negativo, de la batería.
5. Efectuar el Mantenimiento del módulo solar.
6. Encienda sus lámparas solo cuando sea necesario, porque la batería se descarga más rápido cuando hay más lámparas encendidas.
7. Debe tener en cuenta no coger las luminarias por el tubo. Debe de hacerlo por el borde.
8. Limpie las lámparas con mucho cuidado cuando disminuyan su luminosidad.
9. Evite que los niños jueguen con los interruptores.
10. Si el foco no enciende saque y cambio por otro de similares características.
11. Proponer la conformación de un “Comité pro electrificación solar” dentro del seno de la Comunidad Campesina como únicos propietarios de los sistemas fotovoltaicos domiciliarios.
12. Implementar programas de capacitación para los profesores de las diferentes instituciones educativas en temas de medio ambiente, desarrollo sostenido y utilización de las energías renovables, en especial sobre los grandes avances de actual aprovechamiento de la energía solar.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ångström, A. 1 924. Solar and terrestrial radiation. Q.J.R. Meteorol. Soc. 50: 121-125.

Científicos, T. (05 de Julio de 2005). textoscientificos.com. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de textoscientificos.com: <http://www.textoscientificos.com/energia/aplicaceldas>.

Dan, C. (10 de Octubre de 2010). Ojocientifico.com. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Ojocientifico.com: <http://www.ojocientifico.com/2010/10/10/%C2%BFque-es-la-energia-solar>

Dan, C. (31 de Marzo de 2011). Ojocientifico.com. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Ojocientifico.com: <http://www.ojocientifico.com/2011/03/31/china-es-lider-en-energias-verdes>

Energía Verde Alternativa, S. d. (-- de -- de 2011). Energía verde alternativa. Recuperado el 04 de Noviembre de 2012, de Energía verde alternativa: http://www.evamexico.com/Que_es_Energia_Solar.html

Espada, B. (01 de Noviembre de 2012). Erenovable.com. Recuperado el 07 de Septiembre de 2012, de Erenovable.com: <http://erenovable.com/los-mejores-paneles-solares/>

Fernandez, T. (20 de Agosto de 2012). Ojocientifico.com. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Ojocientifico.com: <http://www.ojocientifico.com/3883/las-mejores-energias-renovables>.

García, J. 1 984. Radiación incidente obtenida con el piranómetro Bellani y el solarímetro. Cuadernos de Física y Meteorología. Vol. IX, N° 22. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

Gilford, M.T., M.J. Vojtesak, G. Myles, R.C. Bonam and D.L. Martens. 1 992. SOUTH AMERICA. South of the Amazon River. A Climatological Study. USA.

Ing. Carlos Orbegozo Ing. Roberto Arivilca. 2010. Energía Solar Fotovoltaica Manual técnico para instalaciones domiciliarias. Green Energy Consultoría y Servicios SRL. Deutscher Entwicklungsdienst (DED).

Instalación y Mantenimiento de equipos fotovoltaicos, Centro de Energías Renovables (CER-UNI). Programa de Ahorro de Energía, Ministerio de Energía y Minas. 2003.

Mendez Muñoz, J. M., & Cuervo Garcia, R. (2007). Energía solar fotovoltaica. Madrid, España: FUNDACION CONFEMETAL.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). 1 990. Guía de instrumentos y Métodos de observación meteorológicos. OMM N°08, Suiza.

Quality standards for solar home systems and rural health power supply – photovoltaic systems in developing countries, GTZ. 1999.

RISOL. 1 999. Terminología, definiciones y simbología. Energías renovables y medio ambiente. Vol. 8. Junio del 2 000. Pp. 29-30.

Romero Tous, M. (2010). Energía solar fotovoltaica. Barcelona, España: Ediciones CEAC.

Rossi, S. (03 de Marzo de 2011). Ojocientifico.com. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Ojocientifico.com: <http://www.ojocientifico.com/2011/03/03/como-funciona-un-panel-solar>

Sacco, M. (21 de Abril de 2011). Neo Teo-Revista de tecnología. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Neo Teo-Revista de tecnología: <http://www.neoteo.com/paneles-solares-transparentes-mit>

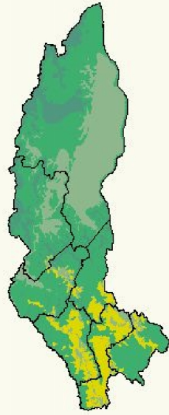
SENER. (20 de Abril de 2012). Secretaria de energia. Recuperado el 01 de Noviembre de 2012, de Secretaria de energia: <http://www.renovables.gob.mx/renovables/portal/Default.aspx?id=1653>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología –SENAMHI. 2 000. Inventario Nacional con información de energías renovables. Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales. Lima, Perú. Pp. 249.

ANEXO

**ENERGIA SOLAR INCIDENTE
DIARIA POR DEPARTAMENTOS
DEL PERU**

AMAZONAS



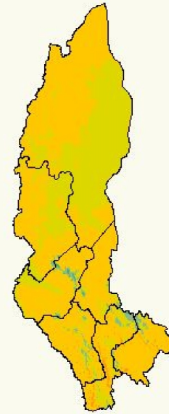
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



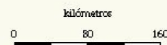
REPUBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

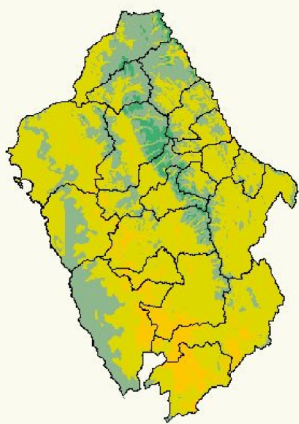
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Amazonas
(1975-1990)

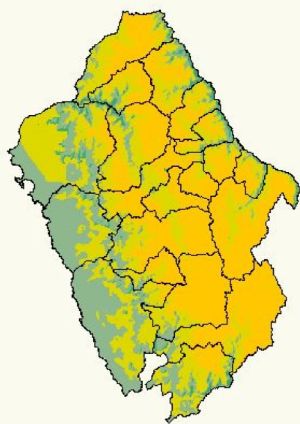
LENY PERÚ
DICIEMBRE 2002



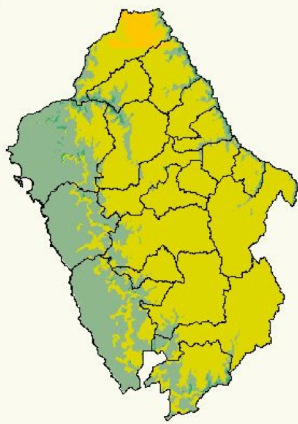
ANCASH



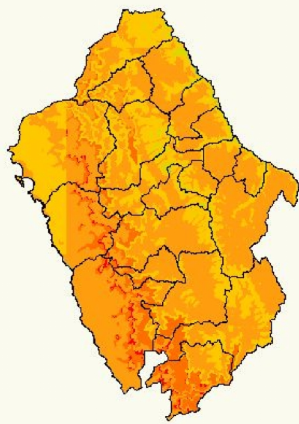
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Ancash
(1975-1990)

LEIVA, PERÚ
DICIEMBRE 2016



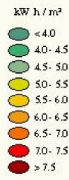
APURIMAC



FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

REPUBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

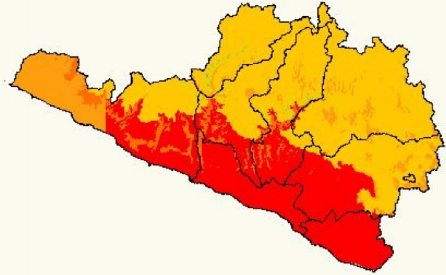
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Apurímac
(1975-1990)

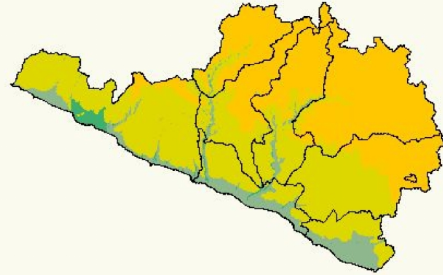
LEY N.º PERÚ
UNO-36832-94



AREQUIPA



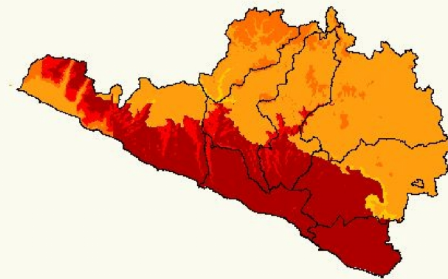
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

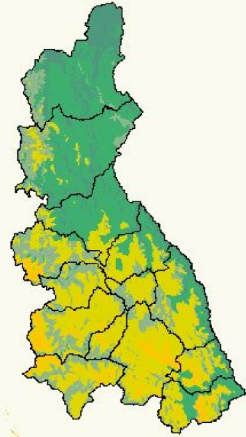
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Arequipa
(1975-1990)

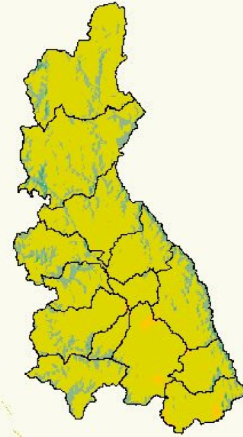
LINA PERÚ
DICIEMBRE 2016



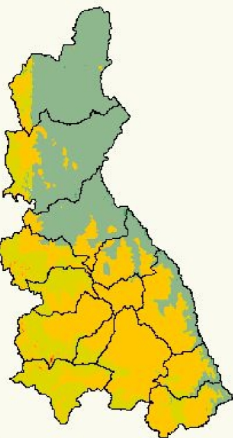
CAJAMARCA



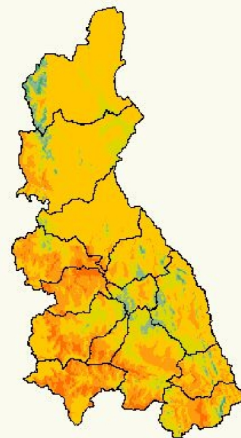
FEBRERO



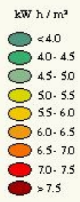
MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

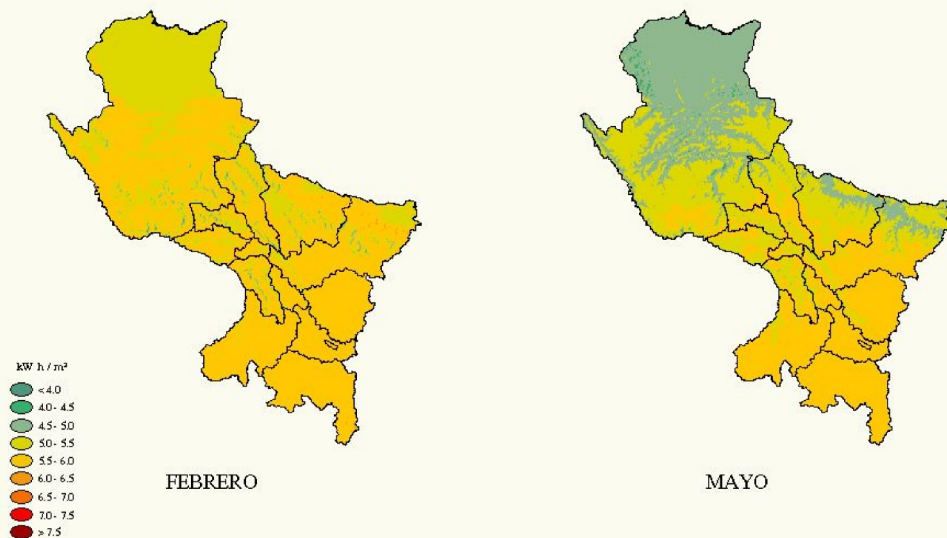
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Cajamarca
(1975-1990)

LPIA PERÚ
DICIEMBRE 2006



CUSCO

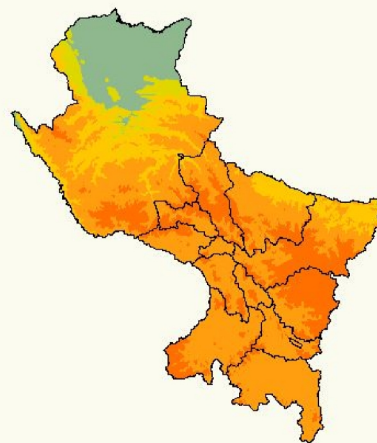


FEBRERO

MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

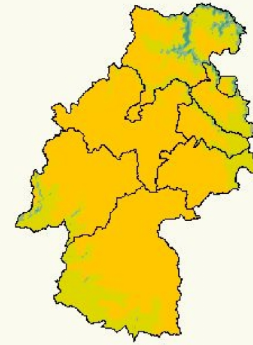
REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Cusco
(1975-1990)
LIMA, PERÚ
DICIEMBRE 2004



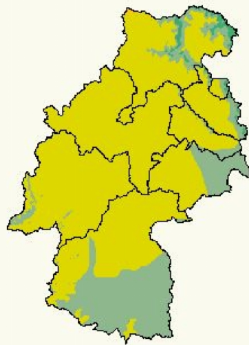
HUANCAVELICA



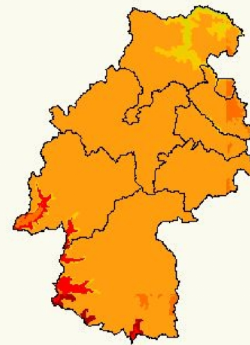
FEBRERO



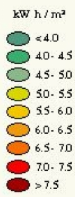
MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

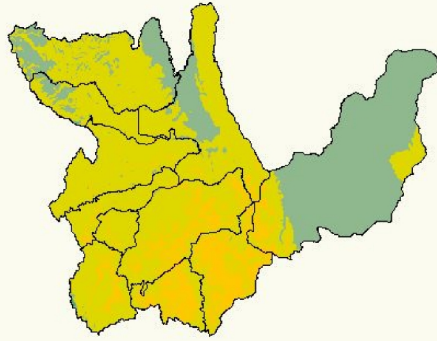
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Huancaavelica
(1975-1990)

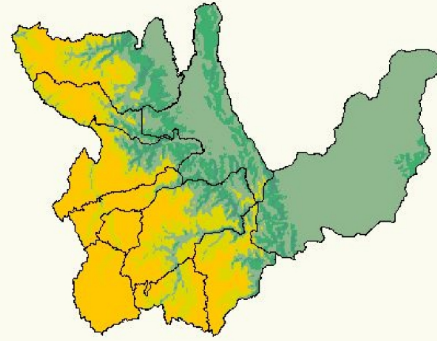
LEI Y. PERÚ
DICIEMBRE 2006



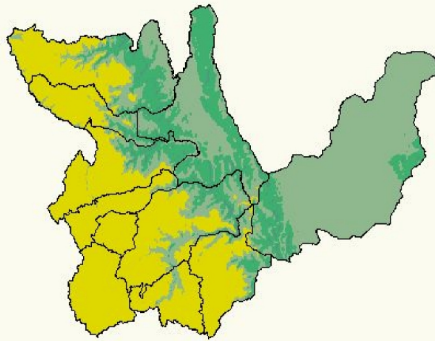
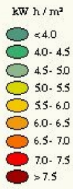
HUANUCO



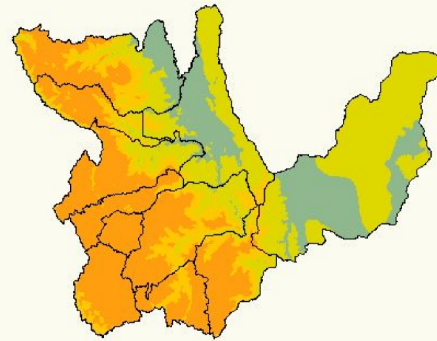
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

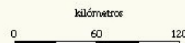
REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

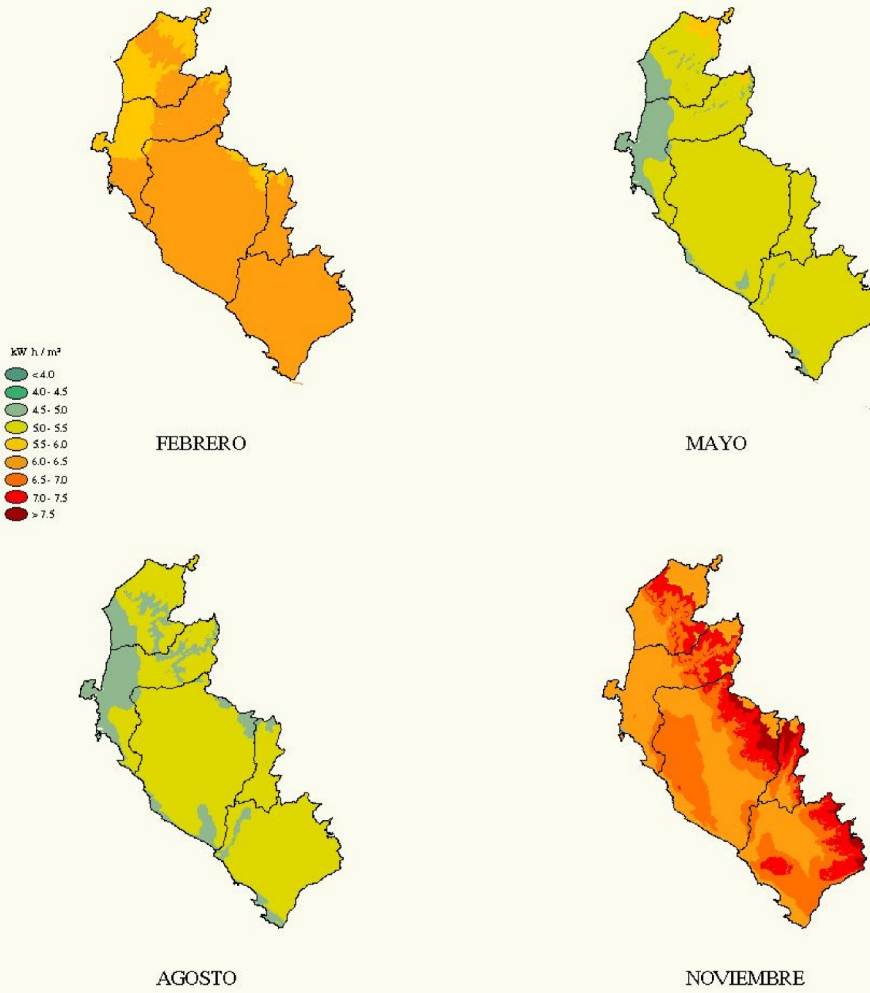
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Huanuco
(1975-1990)

LEY N.º PERÚ
DICIEMBRE 2006



ICA



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SERNAMHI

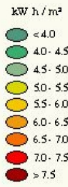
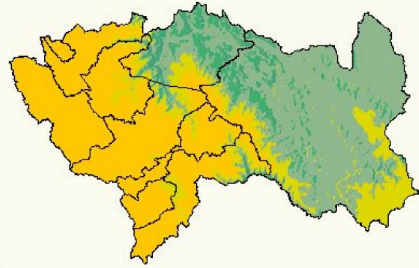
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Ica
(1975-1990)

LEDA PERÚ
DIRECCIÓN GENERAL

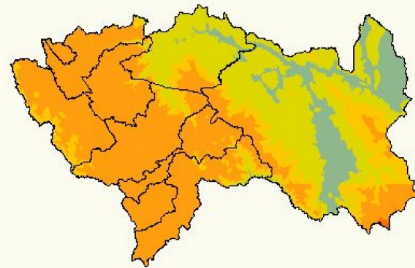
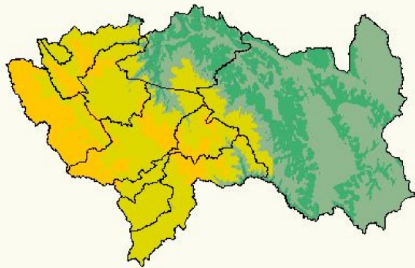


JUNIN



FEBRERO

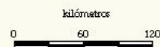
MAYO



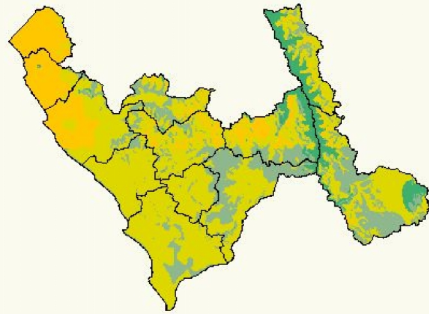
AGOSTO

NOVIEMBRE

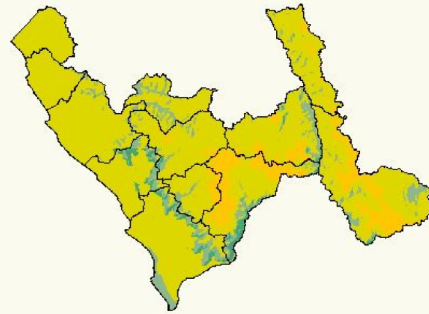
REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SERNAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Junín
(1975-1990)
LIMA, PERÚ
DICIEMBRE 2004



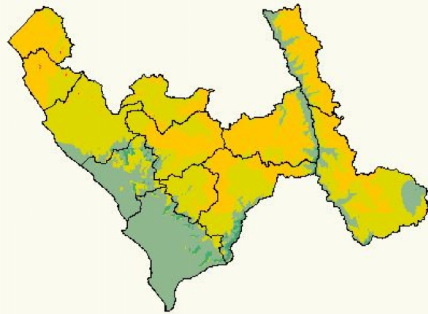
LA LIBERTAD



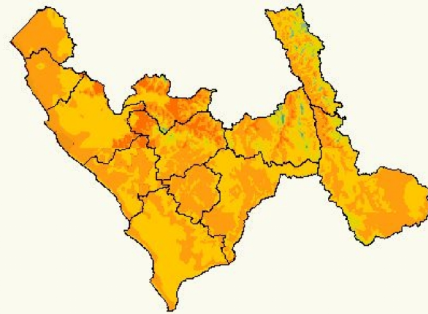
FEBRERO



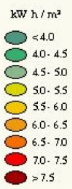
MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI

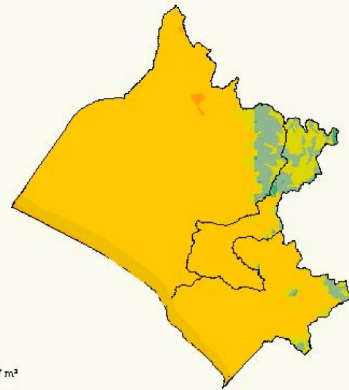
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de La Libertad
(1975-1990)

LIMA PERÚ
DICIEMBRE 2006



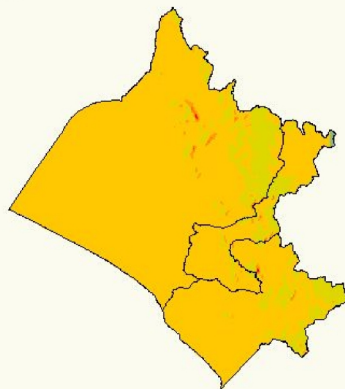
LAMBAYEQUE



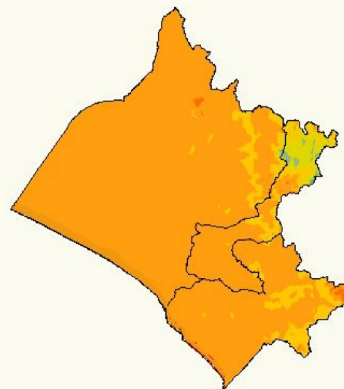
FEBRERO



MAYO



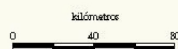
AGOSTO



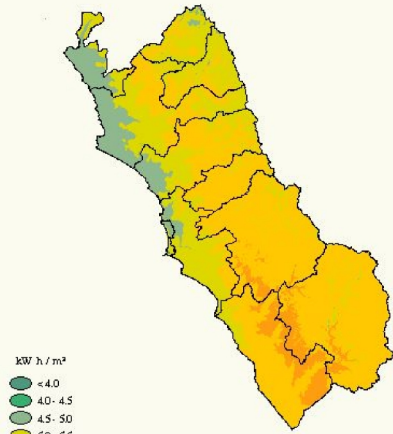
NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Lambayeque
(1975-1990)
LIMA, PERÚ
DICIEMBRE 2004



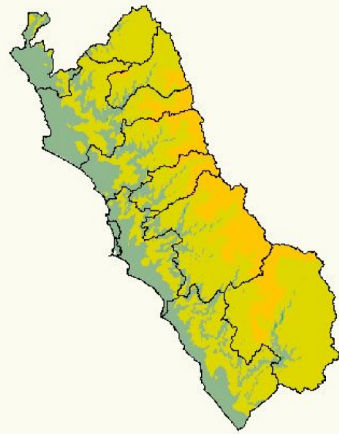
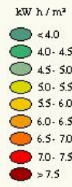
LIMA



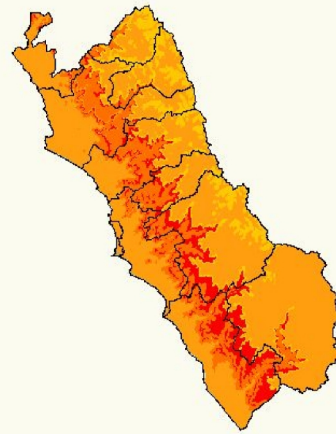
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Lima
(1975-1990)

L. D. V. PERÚ
URB. VARELA 2404



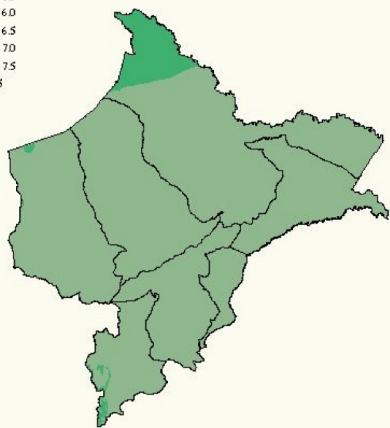
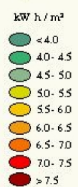
LORETO



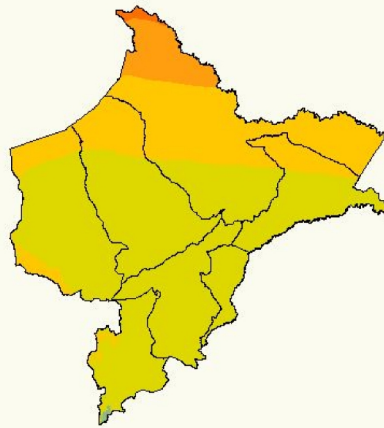
FEBRERO



MAYO



AGOSTO

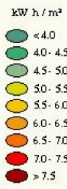
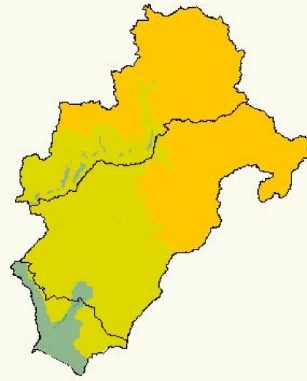
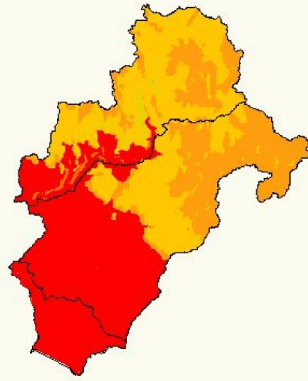


NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SERNAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento Loreto
(1975-1990)
LIMA, PERÚ
DICIEMBRE 2010

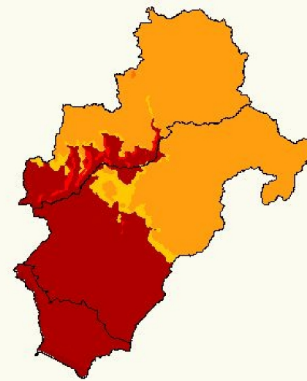


MOQUEGUA



FEBRERO

MAYO



AGOSTO

NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

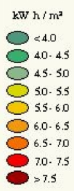
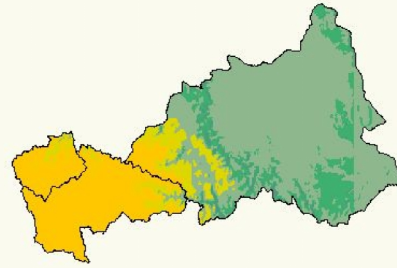
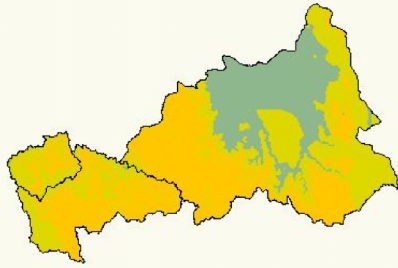
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Moquegua
(1975-1990)

LENA PERÚ
DIGE-HIDROLOGÍA

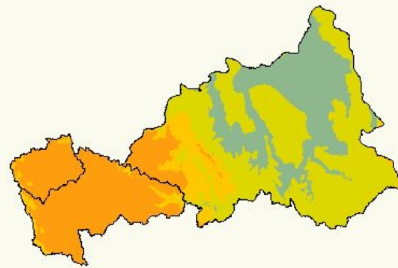
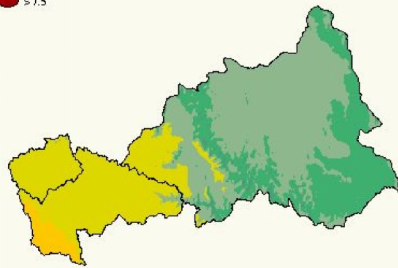


PASCO



FEBRERO

MAYO



AGOSTO

NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI

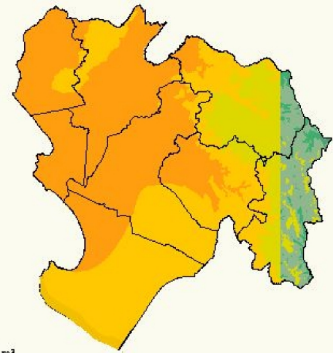
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Pasco
(1975-1990)

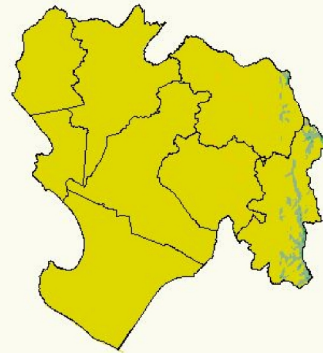
LIMA, PERÚ
DICIEMBRE 2014



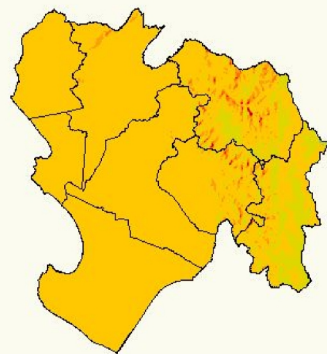
PIURA



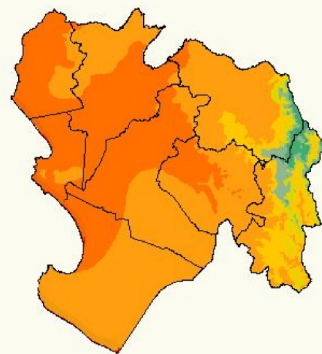
FEBRERO



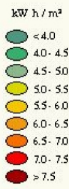
MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



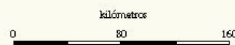
REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SERNAMHI

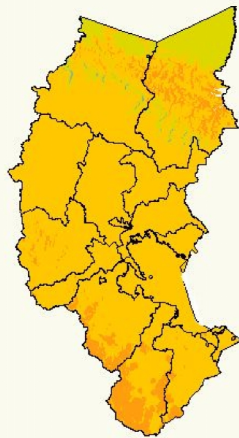
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Piura
(1975-1990)

LEDA PERÚ
DISEÑO: MARGOT G.



PUNO



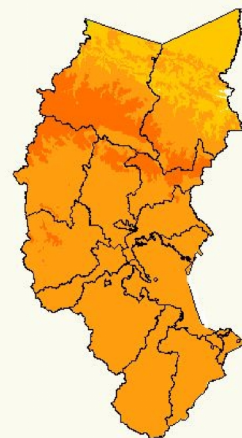
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

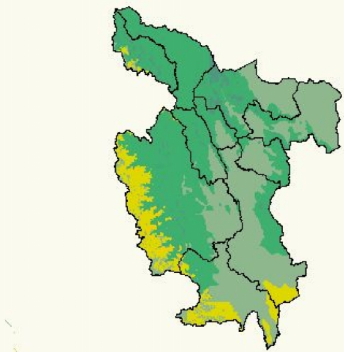
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Puno
(1975-1990)

EPS Y PERÚ
DISEÑO: 2004



SAN MARTIN



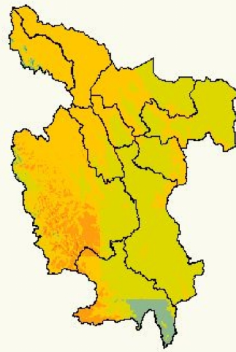
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI

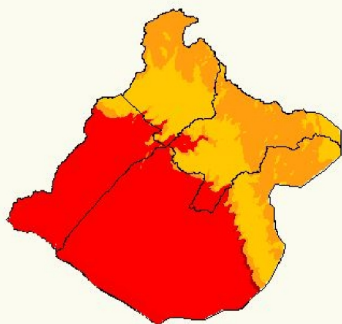
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de San Martín
(1975-1990)

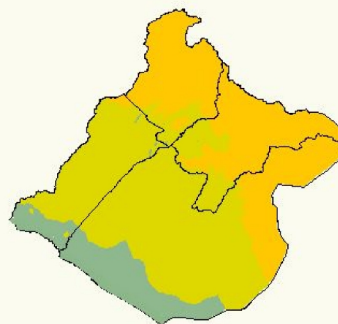
EDY V. PERI
UR23-31671-2014-G



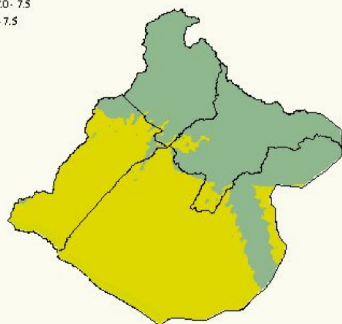
TACNA



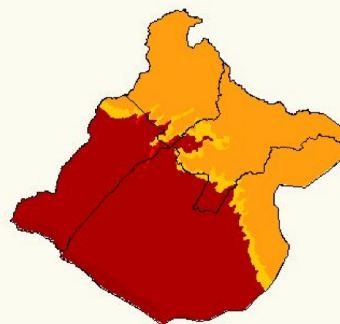
FEBRERO



MAYO

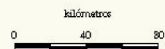


AGOSTO

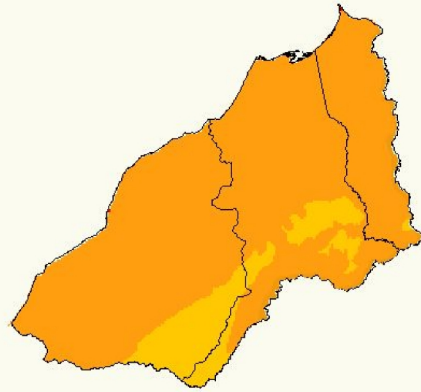


NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Tacna
(1975-1990)
EPS Y. PERÚ
DICIEMBRE 2010



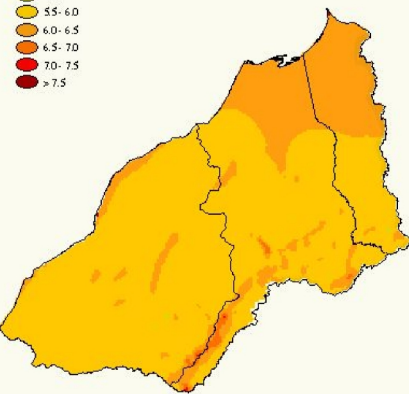
TUMBES



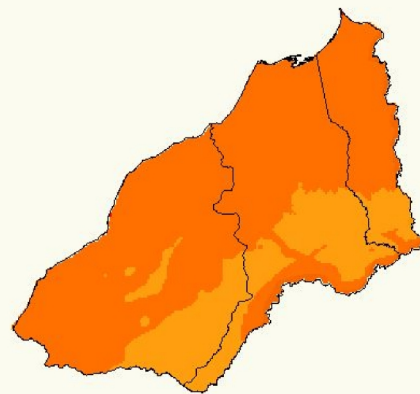
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE



REPÚBLICA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SINAMHI

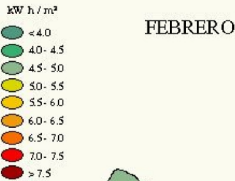
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Tumbes
(1975-1990)

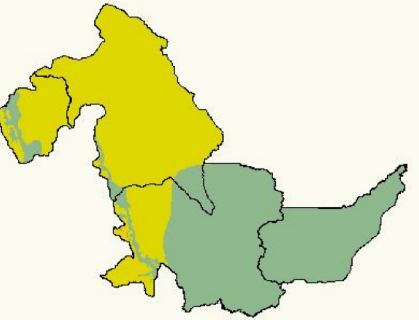
LISU Y. PERÚ
DIRECCIÓN DE MTC



UCAYALI



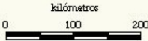
MAYO



AGOSTO

NOVIEMBRE

REPÚBLICA DEL PERÚ
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento Ucayali
(1975-1990)
L.P.V. PERÚ
DICIEMBRE 2010



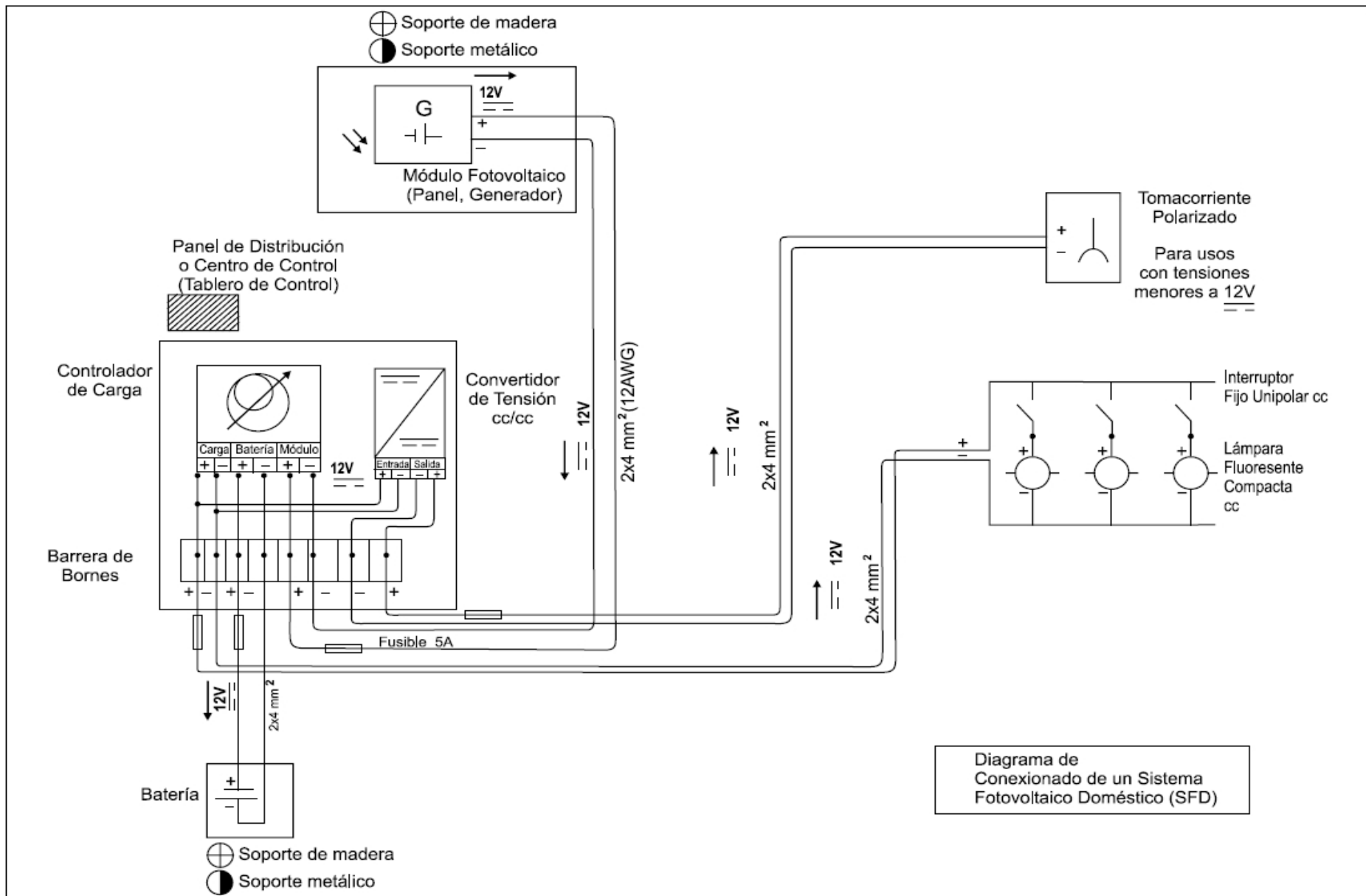
Balance Energético del Perú - Año 2015
Escenario II
(10³ TEP)

Balance Energético del Perú Año 2015	Energía Primaria									Energía Secundaria											TOTAL E.P.+ E.S.							
	Carbón Mineral	Leña	Bosta Yareta	Bagazo	Petróleo Cruco	Gas Natural	Hidro Energía	Solar	Eólica	Total E.P.	Coque	Carbón Vegetal	GLP	Gasolina Motor	Kero- sene	Jet	Diesel Oil	Petróleo Industrial	No Energ. Petr. y Gas	No Energ. Coque		Gas Refinería	Gas Distribuido	Gas Industrial	Electri- cidad	Total E.S.		
O P E R T A	PRODUCCION	17,3	2 181,6	303,4	1 023,8	8 874,9	18 005,4	2 507,3	111,6	16,1	33 042,2															33 042,2		
	IMPORTACION	906,0				3 788,0					4 694,0	320,3				1,6	524,5									846,5	5 540,5	
	VARIACION DE INVENTARIOS																											
	OFERTA TOTAL	923,3	2 181,6	303,4	1 023,8	12 662,9	18 005,4	2 507,3	111,6	16,1	37 736,2	320,3					1,6	524,5								846,5	38 582,7	
	EXPORTACION												-1 600,3	-2 176,5	-1,8			-1 687,5									-5 466,1	-5 466,1
	REINYECCIÓN																						-6 644,4				-6 644,4	-6 644,4
C E N T R A L I Z A D O	NO APROVECHADA						-360,1				-360,1										0,4		-49,8			-49,4	-409,6	
	OFERTA INTERNA BRUTA	923,3	2 181,6	303,4	1 023,8	12 662,9	17 646,2	2 507,3	111,6	16,1	37 376,1	320,3	-1 600,3	-2 176,5	-1,8	1,6	524,5	-1 687,5			0,4	-6 644,4	-49,8		-11 313,5	26 062,6		
	TOTAL TRANSFORMACION	-525,4	-65,4		-127,4	-12 662,9	-17 646,2	-2 507,3	-3,4	-16,1	-33 554,1	-256,1	26,2	2 025,8	4 527,7	852,0	992,9	3 611,3	3 127,2	289,4	224,7	124,9	9 026,0	99,3	3 982,1	28 653,5	-4 900,6	
	COQUERIAS Y ALTOS HORNOS	-88,9									-88,9	-256,1									224,7			99,3		68,0	-20,9	
	CARBONERAS		-65,4								-65,4		26,2													26,2	-99,2	
	REFINERIAS					-12 662,9					-12 662,9			326,5	2 522,5	852,0	992,9	4 044,7	3 212,5	289,4		124,9					12 365,4	-297,6
F I N A L I Z A D O	PLANTAS DE GAS						-17 646,2			-17 646,2		1 699,3	2 005,2									13 288,8				16 993,3	-652,9	
	CENTRALES ELECTRICAS M.E	-436,5						-2 484,7		-2 921,2							-20,0	-37,4				-4 195,0		3 774,5		-477,5	-3 996,7	
	CENTRALES ELECTRICAS U.P							-4,5	-3,4	-16,1							-78,5	-47,9						51,0		-74,7	-96,7	
	CENTRALES ELECTRICAS A.P.				-127,4						-145,5						-334,9						-67,8		155,5		-247,2	-392,7
	PERDIDAS (TRANSP. DIST. Y ALM.)																						-132,9			-538,8	-671,7	
	AJUSTES	0,0	0,0		0,0			0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6		0,0			0,0	-0,7	-0,6	
C O N S U M O	CONSUMO PROPIO NETO													5,8	49,6	100,0	219,8				125,3	377,7		52,7		930,8	930,8	
	CONSUMO TOTAL FINAL NETO	397,9	2 116,2	303,4	896,4				108,2		3 822,0	64,3	26,2	425,5	2 345,4	800,5	994,6	4 035,9	1 219,9	288,7	224,7	1 871,0	49,5	3 390,7	15 736,8	19 556,8		
	CONSUMO FINAL NO ENERG. NETO				549,0						549,0													288,7	224,7		513,4	1 062,4
	CONSUMO FINAL ENERG. NETO	397,9	2 116,2	303,4	347,4				108,2		3 273,0	64,3	26,2	425,5	2 345,4	800,5	994,6	4 035,9	1 219,9			1 871,0	49,5	3 390,7	15 223,4	18 496,4		
	RESIDENCIAL		2 105,0	303,4						108,2	2 505,4	26,1	394,5		737,7							180,7		924,1		2 263,1	4 766,5	
	COMERCIAL Y SERVICIOS									10,9	10,9	0,1	17,3	0,5	11,3		15,2	16,3				69,7		195,6		325,9	336,9	
F I N A L I Z A D O	PUBLICO								0,1	0,1		0,2	325,9	0,2	143,9	175,2		4,5			5,8		50,1		705,8	705,9		
	AGROPECUARIO E INGENIOS	0,3	4,8		347,4					352,5		0,1	38,5	0,2	71,5			60,0						101,0		271,3	623,8	
	INDUSTRIAS	1,2	6,3		0,0					7,5			4,5	14,7				87,3	322,7					942,3	2 088,0	2 095,5		
	CEMENTO	154,7								154,7				0,8				6,1	46,4					178,0		678,5	833,1	
	CONSTRUCCIONES		0,1							0,1				19,4				92,5						19,2		131,0	131,1	
	MINERO METALURGICO	235,6								235,6		64,3		5,1	45,9			495,8	370,8					886,2	2 173,0	2 408,6		
N E T O	PESQUERIA	6,2							6,2				0,2	1,3	5,2		231,0	293,3					84,9		84,9	700,3	706,5	
	TRANSPORTE											8,7	1 939,2		850,6	2 861,4		105,9				110,8		9,9	5 886,5	5 886,5		
PRODUCCION ENERGIA SECUNDARIA											62,3	26,2	2 025,8	4 527,7	852,0	992,9	4 044,7	3 212,5	289,4	224,7	124,9	13 288,8	99,3	3 982,1	33 753,3			

BALANCE ENERGÉTICO DEL PERÚ - AÑO 2015
ESCENARIO I
(10³ TEP)

Balance Energético del Perú Año 2015		Energía Primaria										Energía Secundaria										TOTAL EP.+ ES.							
		Carbón Mineral	Leña	Bosta Yareta	Bogaso	Petróleo Crudo	Gas Natural	Hidro Energía	Solar	Eólica	Total EP.	Coque	Carbón Vegetal	GLP	Gasolina Motor	Kero- sene	Jet	Diesel OI	Petróleo Industrial	No Energ. Peb.y Gas	No Energ. Coque		Gas Refinería	Gas Distribuido	Gas Industrial	Electri- cidad	Total E.S.		
O F E R T A	PRODUCCION	11,6	2 065,8	256,5	745,1	8 231,0	11 730,2	2 495,9	90,4	16,1	25 642,6															25 642,6			
	IMPORTACION	820,0				3 529,0					4 349,0	227,2				2,6	805,3		0,1							1 035,2	5 384,2		
	VARIACION DE INVENTARIOS																												
	OFERTA TOTAL	831,6	2 065,8	256,5	745,1	11 760,0	11 730,2	2 495,9	90,4	16,1	29 991,6	227,2				2,6	805,3		0,1							1 035,2	31 026,8		
	EXPORTACION																												
	REINYECCION																												
	NO APROVECHADA																												
	OFERTA INTERNA BRUTA	831,6	2 065,8	256,5	745,1	11 760,0	11 143,7	2 495,9	90,4	16,1	29 405,1	227,2																	
C T R A N S F O R M A D O	TOTAL TRANSFORMACION	-468,7	-81,4		-99,3	-11 760,0	-11 143,7	-2 495,9	-3,4	-16,1	-26 088,5	-181,6	32,6	1 345,8	3 366,3	878,7	749,3	3 012,7	3 678,7	255,5	159,3	116,9	5 978,8	70,4	3 175,0	22 638,5	-3 430,0		
	COQUERIAS Y ALTOS HORNOS	-63,0									-63,0	-181,6															48,2	-14,8	
	CARBONERAS		-81,4								-81,4		32,6														32,6	-48,8	
	REFINERIAS					-11 760,0					-11 760,0			272,7	2 100,0	878,7	749,3	3 340,7	3 742,9	255,5		116,9					11 456,6	-903,4	
	PLANTAS DE GAS						-11 143,7				-11 143,7			1 073,1	1 266,3									8 391,9		10 731,4	-412,3		
	CENTRALES ELECTRICAS M.E	-405,7									-2 883,9																618,8	-2 265,1	
	CENTRALES ELECTRICAS U.P										-24,0																47,8	-89,6	
	CENTRALES ELECTRICAS A.P.										-112,4																-183,6	-296,0	
	PERDIDAS (TRANSP. DIST. Y ALM.)																												
	AJUSTES	0,0	0,0		0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0	0,0	0,0	
C O N S U M O F I N A L N E T O	CONSUMO PROPIO NETO																												
	CONSUMO TOTAL FINAL NETO	362,9	1 984,4	256,5	645,8				86,9		3 336,6	45,6	32,6	466,7	1 977,7	829,0	751,9	3 741,4	1 483,7	255,5	159,3		947,4	39,8	2 711,8	13 442,4	16 779,0		
	CONSUMO FINAL NO ENERG. NETO				378,0						378,0																	414,9	792,9
	CONSUMO FINAL ENERG. NETO	362,9	1 984,4	256,5	267,8				86,9		2 958,6	45,6	32,6	466,7	1 977,7	829,0	751,9	3 741,4	1 483,7					947,4	39,8	2 711,8	13 027,5	15 986,1	
	RESIDENCIAL		1 974,8	256,5					78,0		2 309,3		31,9	433,5		761,9								76,4		757,0	2 050,6	4 369,9	
	COMERCIAL Y SERVICIOS								8,8		8,8		0,7	22,5	0,4	21,2		15,9	14,3				45,3		167,0	288,3	297,1		
	PUBLICO								0,1		0,1		0,1	275,0	0,2	121,5	147,8	5,2				3,2		42,2		595,3	595,4		
	AGROPECUARIO E INGENIOS	0,2	4,6		267,8						272,6			0,1	32,9	0,2		59,5	50,6						84,2	227,5	500,1		
	INDUSTRIAS	0,6	5,0								5,8			6,2	11,0			78,3	484,8				379,4	39,8	750,8	1 750,2	1 756,1		
	CEMENTO	183,2									183,2				0,5			4,4	57,8				311,0		124,2	497,9	681,1		
	CONSTRUCCIONES		0,1								0,1				15,9			75,8							15,8	107,5	107,5		
	MINERO METALURGICO	173,7									173,7	45,6	0,0	4,1	41,9			438,4	539,7				21,3		695,8	1 786,7	1 960,4		
	PESQUERIA	4,9									4,9			0,2	1,0	3,7		182,9	247,3				42,5		64,9	542,4	547,3		
TRANSPORTE													4,1	1 637,0		630,3	2 738,4	84,1				67,4		9,9	5 171,1	5 171,1			

PRODUCCION ENERGIA SECUNDARIA	45,6	32,6	1 345,8	3 366,3	878,7	749,3	3 340,7	3 742,9	255,5	159,3	116,9	8 391,9	70,4	3 175,0	25 670,9
-------------------------------	------	------	---------	---------	-------	-------	---------	---------	-------	-------	-------	---------	------	---------	----------



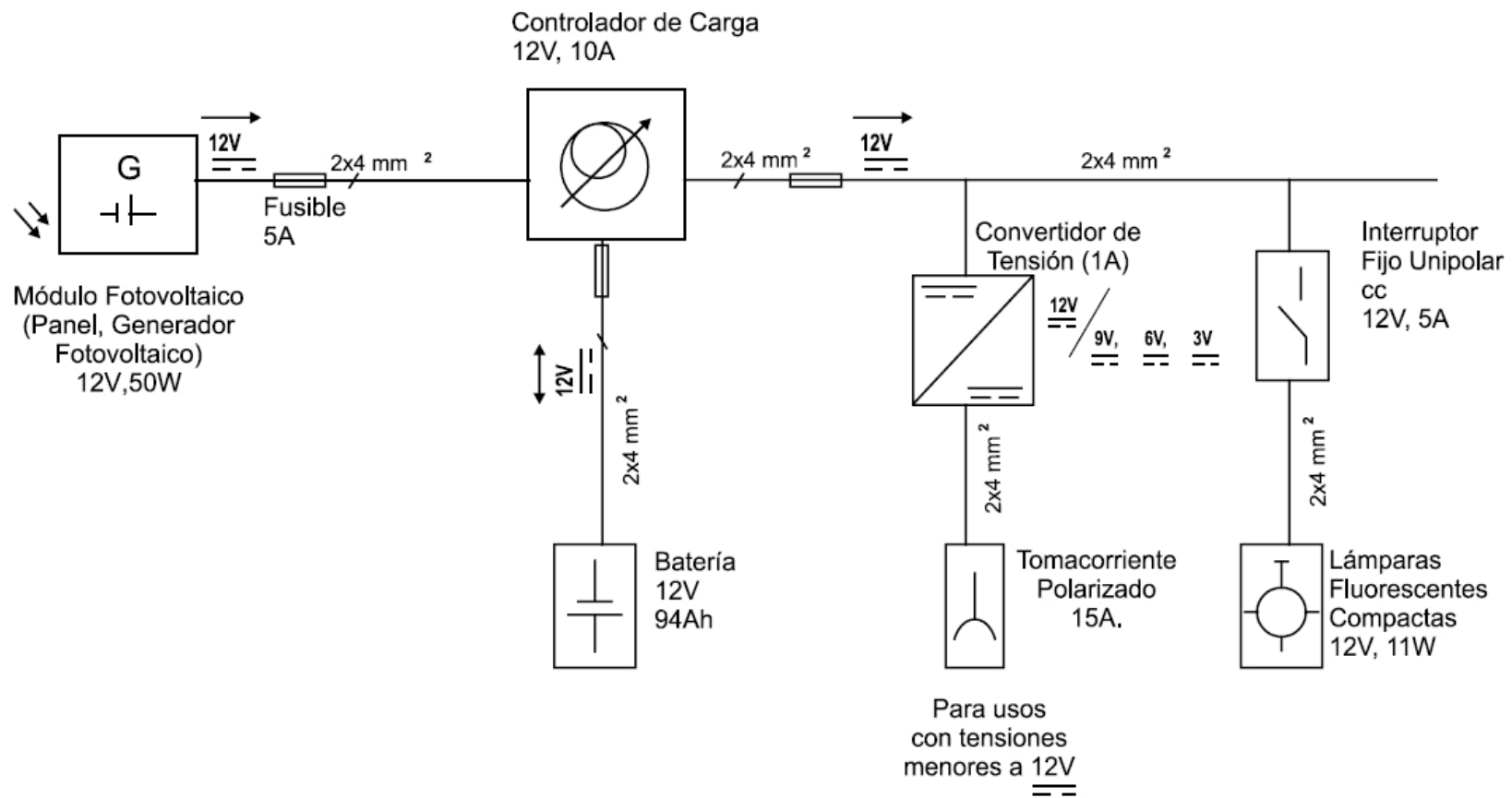


Diagrama Unifilar de un Sistema Fotovoltaico Doméstico (SFD)

ESTIMACION DE LA MEDIA MENSUAL DE LA RADIACION SOLAR DIARIA EN EL PERU

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAT	ALT	IRRADIACION DIARIA MEDIA MENSUAL EN kWh/m ²												MEDIA ANUAL
			GRAD	m	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	kWh/m ²
TUMBES	TUMBES	CORALES	3.6	85	4.6	4.9	5.1	4.9	4.5	4.1	3.0	3.9	4.2	4.2	4.6	4.9	4.5
PIURA	TALARA	EL ALTO	4.3	270	4.5	4.6	4.5	4.1	3.9	3.4	3.5	3.6	3.9	3.9	4.0	4.4	4.0
PIURA	HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	5.2	57	4.6	4.8	4.5	4.7	4.4	4.2	4.4	5.0	5.1	4.9	4.4	4.9	4.7
LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	LAMBAYEQUE	6.7	10	5.4	5.4	5.2	5.0	4.6	3.9	3.8	4.3	4.9	5.1	5.3	5.3	4.9
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	CAYALTI	7.1	150	5.9	5.9	5.5	5.5	5.0	4.4	4.5	4.9	5.6	5.8	6.1	6.2	5.5
LA LIBERTAD	ASCOPE	CASAGRANDE	7.7	150	4.8	5.1	4.7	4.5	4.5	3.4	3.3	4.1	4.1	4.7	4.9	5.1	4.4
LA LIBERTAD	ASCOPE	CARTAVIO	7.9	51	5.0	6.1	5.0	4.7	4.8	3.8	3.6	4.4	4.3	4.9	5.3	5.5	4.8
ANCASH	SANTA	EMPEÑA	9.2	203	5.5	6.4	5.9	5.3	5.5	3.5	3.7	4.6	4.5	5.6	5.7	5.7	5.2
ANCASH	HUARAZ	HUARAZ	9.5	30	5.2	5.0	5.0	5.1	4.9	4.7	4.9	5.3	5.4	5.4	5.5	5.2	5.1
LIMA	BARRANCA	PARAMONGA	10.7	15	5.3	4.4	5.1	4.7	2.7	1.9	2.3	2.1	2.7	4.3	4.9	5.5	3.0
LIMA	LIMA	JESÚS MARIA	12.1	10	5.5	5.3	5.2	5.0	5.6	2.3	2.0	2.2	2.4	3.3	4.0	4.8	3.8
LIMA	LIMA	LA MOLINA	12.1	150	4.3	4.9	4.2	4.3	3.7	2.2	2.0	2.0	2.2	2.8	3.3	4.2	3.4
ICA	CHINCHA	CHINCHA ALTA	13.4	94	5.3	4.7	4.9	5.0	3.5	2.7	2.6	3.2	3.9	4.8	5.6	4.9	4.2
ICA	ICA	CAUCATO	13.7	35	5.8	5.7	5.8	5.0	4.3	3.2	3.2	3.6	4.8	5.1	5.1	5.5	4.8
ICA	NAZCA	MARCONA	15.1	620	5.4	5.1	5.2	4.9	4.3	3.8	3.8	4.4	5.1	5.8	5.8	5.7	4.9
AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	16.3	2150	5.4	5.1	5.0	5.2	4.5	4.4	4.5	5.1	5.7	6.1	6.5	6.2	5.3
AREQUIPA	AREQUIPA	CHARACATO	16.4	2451	5.2	5.0	5.2	5.1	4.6	4.4	4.6	5.2	5.7	6.6	6.5	5.9	5.3
AREQUIPA	AREQUIPA	PAMPA DE MAJES	16.5	140	5.8	5.5	5.7	5.4	4.7	4.5	4.8	5.3	5.0	6.7	6.6	6.4	5.6
MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	MOQUEGUA	17.2	1412	5.5	5.3	5.8	5.2	4.6	4.3	4.4	4.8	5.7	6.4	6.6	6.3	5.4
TACNA	TARATA	PAUCARANI	17.5	4541	5.1	5.3	5.0	5.8	4.8	4.7	4.8	5.5	5.8	6.2	6.1	5.6	5.4
TACNA	CALANA	CALANA	17.9	875	5.6	5.5	5.2	4.8	4.2	3.8	4.0	4.4	4.9	5.7	6.0	5.9	5.0
CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	7.1	2640	4.5	4.4	4.3	4.2	4.2	4.1	4.8	4.5	4.4	4.6	4.9	4.7	4.5
HUANUCO	LEONCIO PRADO	TINGO MARIA	9.1	640	3.8	3.9	3.8	3.8	3.7	3.6	3.9	4.6	4.5	4.5	4.2	3.9	4.0
HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9	1895	4.5	4.3	4.4	4.4	4.3	4.2	4.4	4.7	4.7	4.9	4.9	4.7	4.5
JUNIN	CHANCHAMAYO	HUMAYA	11.1	-1	5.1	5.3	5.3	4.7	4.6	3.5	3.6	4.3	4.2	5.0	4.9	5.3	4.7
JUNIN	HUANCAYO	HUACHAC	12	1150	5	4.9	4.7	4.7	4.6	4.4	4.5	4.8	4.9	5.3	5.4	5.2	4.9
HUANCANELICA	CASTROVIRREYNA	ACONOCOCHA	13.1	4520	4.9	3.7	4.1	4.3	4.2	4.6	4.3	4.6	4.9	4.9	5.2	4.9	4.6
AYACUCHO	HUAMANGA	AYACUCHO	13.2	2760	5.1	5.1	4.7	4.7	4.5	4.2	4.2	4.7	5.0	5.4	5.7	5.3	4.9
APURIMAC	ABANCAY	ABANCAY	13.6	2378	4.8	4.7	4.7	4.6	4.4	4.2	4.2	4.7	5.0	5.5	5.4	5.0	4.7
CUZCO	LA CONVENCION	SANTA ANA	12.9	920	4.0	4.0	4.0	3.8	3.9	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.3	4.9	4.0
CUZCO	CUZCO	SAN JERONIMO	13.6	320	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.3	4.4	4.6	4.9	5.2	5.2	4.8	4.7
PUNO	PUNO	PUNO	15.8	3875	5.1	5.2	5.1	5.1	4.6	4.4	4.6	5.0	5.5	6.0	6.0	5.6	5.2
AMAZONAS	BAGUA	HDA. VALOR	5.7	421	4.1	4.2	4.4	4.4	4.1	4.2	4.1	4.6	4.8	4.9	5.3	4.8	4.5
SAN MARTIN	SAN MARTIN	JUAN GUERRA	6.6	30	3.9	4.0	3.8	3.4	3.7	3.6	3.9	4.2	4.2	4.3	4.2	4.1	4.0
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	3.8	125	3.4	3.7	3.5	3.7	3.0	3.1	3.7	4.2	4.7	3.8	4.2	3.8	3.7
LORETO	REQUENA	REQUENA	5.0	180	3.9	4.0	3.7	3.5	3.4	3.4	3.7	4.2	4.3	4.4	4.2	3.8	3.9
UCAYALI	PADRE ABAD	PADRE ABAD	8.5	270	4.0	3.9	3.8	3.5	3.7	3.5	4.0	4.6	4.6	4.5	4.2	4.1	4.0
UCAYALI	ATALAYA	YURAC-YURAC	9.0	-1	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7	3.0	3.3	3.8	4.0	3.5	3.4	3.2	3.1
MADRE DE DIOS	TAHUAMANU	IBERIA	11.4	150	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5	3.5	3.8	4.3	4.3	4.1	4.2	3.9	3.9