

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**ECOEFICIENCIA DE LA PROPUESTA DE GENERAR
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FUNDO DE LA
UCSM IRRIGACION MAJES PARA SU
AUTOABASTECIMIENTO**

**Tesis presentada por el Magister:
Abraham Arturo Pacheco Oviedo
Para optar el Grado Académico de
Doctor en Ciencias Ambientales**

Arequipa – Perú

2015



**A DIOS, POR LA OPORTUNIDAD Y LA ENERGIA DE
EMPRENDER ALGO CADA DIA**

**EL HOMBRE ENCUENTRA A DIOS DETRÁS DE CADA
PUERTA QUE LA CIENCIA LOGRA ABRIR.**

Albert Einstein



INDICE GENERAL

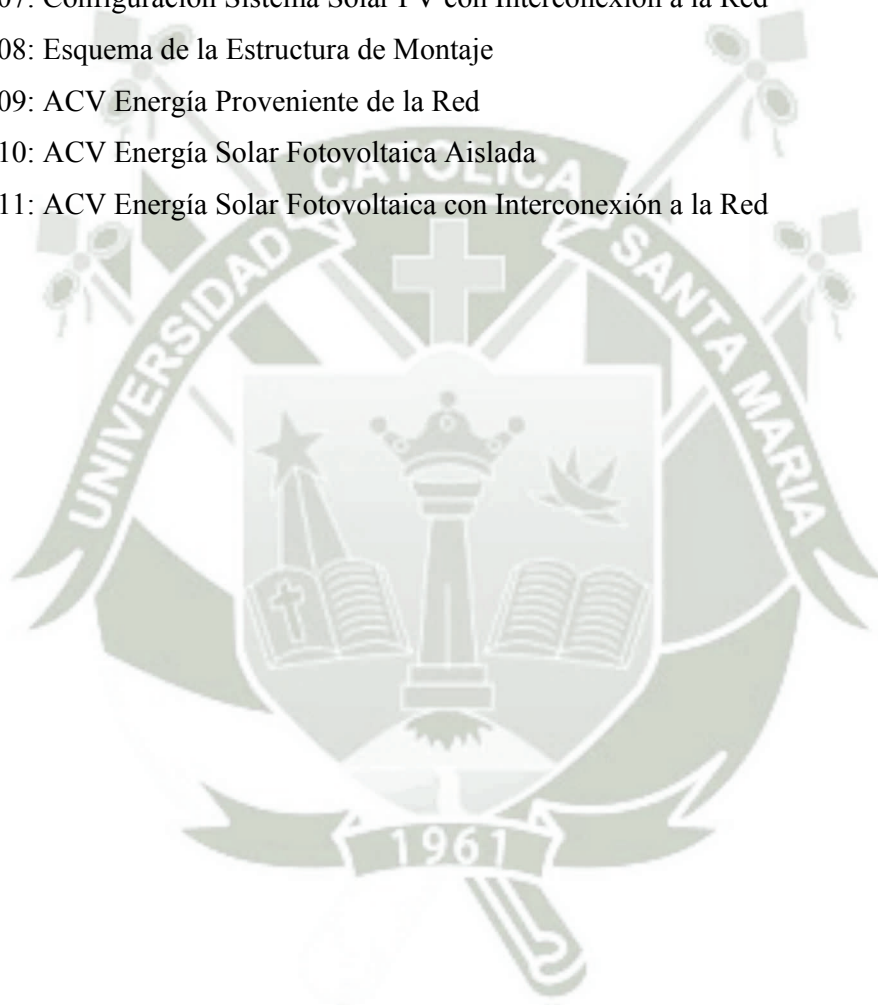
Resumen	01
Abstract	03
Introducción	05
CAPITULO I: Resultados Generación de Energía	07
1.1 Descripción del Fundo y su Actividad	07
1.2 Consumo de Energía Eléctrica en el Fundo	08
1.3 Propuesta del Sistema Solar Fotovoltaico	12
1.4 Dimensionamiento del Sistema Solar Fotovoltaico	13
1.5 Inversión Requerida	17
CAPITULO II: Resultados Ecoeficiencia	19
2.1 Metodología	19
2.2 Emisiones de Gases - Energía Proveniente de la red	21
2.3 Emisiones de Gases - Energía Solar Fotovoltaica Aislada	23
2.4 Emisiones de Gases - Energía Solar Fotovoltaica Interconexión a la Red	25
2.5 Análisis de Ecoeficiencia	26
2.6 Evaluación de la Ecoeficiencia – Resultados	35
CONCLUSIONES	36
SUGERENCIAS	38
Anexo N° 01 Proyecto de Investigación	41
Anexo N° 02 PVSYST V6.39 Sistema Solar Fotovoltaico Aislado	91
Anexo N° 03 Cotización de Componentes de Energía Solar	97
Anexo N° 04 Impacto Ambiental de las Formas de Producir Electricidad	106
Anexo N° 05 Producción de Energía por Tipo de Recurso Energético	107
Anexo N° 06 Costos Contaminación por Tipo de Recursos en Receptores	108
Anexo N° 07 Costos Financieros Energía Proveniente de la Red	109
Anexo N° 08 Costos Financieros Energía Solar Fotovoltaica Aislada	110
Anexo N° 09 Costos Financieros Energía Solar Fotovoltaica con Interconexión a la Red	111
Anexo N° 10 Proyectos MDL	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Consumo Energía Eléctrica Año 2012 Fundo UCSM	08
Tabla 02: Consumo Energía Eléctrica Año 2013 Fundo UCSM	09
Tabla 03: Consumo Energía Eléctrica Año 2014 Fundo UCSM	10
Tabla 04: Pronóstico del Consumo de Energía Eléctrica 2015	11
Tabla 05: Potencia requerida para el consumo de Energía Eléctrica	12
Tabla 06: Configuración Sistema Solar FV Aislado	14
Tabla 07: Configuración Sistema Solar FV con Interconexión a la Red	15
Tabla 08: Inversión Requerida Sistema Solar FV Aislado	17
Tabla 09: Inversión Requerida Sistema Solar con Interconexión a la Red	18
Tabla 10: Consumo Energía Eléctrica Fundo UCSM por Tipo de Tecnología	21
Tabla 11: Emisiones Contaminantes - Energía de la Red en el Fundo UCSM	22
Tabla 12: Costos de Contaminación - Energía de la Red en el Fundo UCSM	23
Tabla 13: Consumo y Producción de Energía Solar FV	24
Tabla 14: Gases Contaminantes y Costos de Contaminación Energía Solar FV Aislada	24
Tabla 15: Consumo y Producción de Energía Solar FV con Interconexión	25
Tabla 16: Gases Contaminantes y Costos de Contaminación Energía Solar FV con Interconexión a la Red.	26
Tabla 17: Gases de Efecto Invernadero y su Equivalencia	34
Tabla 18: Resumen de Indicadores de Ecoeficiencia	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Fundo de la UCSM ubicado en la Irrigación Majes	07
Figura 02: Grafica del Consumo de Energía Año 2012 Fundo UCSM	08
Figura 03: Grafica del Consumo de Energía Año 2013 Fundo UCSM	09
Figura 04: Grafica del Consumo de Energía Año 2014 Fundo UCSM	10
Figura 05: Evolución del Consumo de Energía en el Fundo UCSM	11
Figura 06: Configuración Sistema Solar FV Aislado	12
Figura 07: Configuración Sistema Solar FV con Interconexión a la Red	13
Figura 08: Esquema de la Estructura de Montaje	15
Figura 09: ACV Energía Proveniente de la Red	27
Figura 10: ACV Energía Solar Fotovoltaica Aislada	29
Figura 11: ACV Energía Solar Fotovoltaica con Interconexión a la Red	31



RESUMEN

Las emisiones de gases contaminantes que se generan en nuestro país, como consecuencia de generar energía eléctrica con tecnologías no renovables, se está incrementando especialmente por el uso de gas natural como recurso energético.

El objetivo del trabajo es dimensionar la configuración de generar energía eléctrica en el Fundo de la UCSM Irrigación Majes a través de un sistema solar fotovoltaico y determinar las emisiones de gases y evaluar la ecoeficiencia, como resultado del uso de energía en el fundo.

Para poder analizar y evaluar las emisiones de gases contaminantes como resultado de las actividades que se realizan en el fundo de la UCSM provenientes de fuentes indirectas, simulamos el dimensionamiento de dos posibles alternativas de generar energía para el consumo en el fundo. Una de las alternativas es de un sistema solar fotovoltaico aislado de la red y la otra alternativa es un sistema solar fotovoltaico con interconexión a la red, es decir un sistema híbrido.

La metodología aplicada para el análisis y evaluación de los impactos ambientales y la ecoeficiencia de generar energía solar fotovoltaica es la de ISO 14042, Análisis del Ciclo de Vida (ACV) la cual nos permitió analizar y evaluar las alternativas de generación de energía eléctrica para el fundo. Con este instrumento se cuantifico los impactos ambientales ocasionados por las emisiones de gases contaminantes producidos por la forma actual de generación producida a través de la red, y las alternativas de solar fotovoltaica aislada y con interconexión a la red.

Los resultados obtenidos para la generación de 84 459 kWh/año en el fundo de la UCSM, con la alternativa de consumo de energía de la red, es de 34,06 toneladas de gases contaminantes emitidos a la atmosfera y esto representa US\$ 491,45 dólares como costos de contaminación, con la alternativa de generar energía solar fotovoltaica aislada de la red, para la misma cantidad de consumo de energía se emitirían un total de 0,5 toneladas de gases contaminantes y US\$ 166,38 dólares como costos de contaminación. En el caso de generar energía solar fotovoltaica con interconexión a la red se emitirán 7,88 toneladas de gases contaminantes y US\$ 237,90 dólares como costos de contaminación. Asimismo, los costos sobre el cambio climático son de US\$ 377,23 en la situación actual, bajo la modalidad solar FV aislada es de US\$ 33,78 dólares y US\$ 109,34 usando la alternativa solar FV con interconexión a la red.

En cuanto a indicadores de ecoeficiencia los resultados que se tienen es que por cada sol que se desembolse se usa 2,58 kWh de energía en la situación actual, 6,29 kWh de energía, con solar FV aislada y 65,30 kWh de energía, con solar FV con interconexión a la red. Asimismo, los costos financieros para la institución en un horizonte de 10 años de evaluación representan un total de US\$ 113 883 dólares en la situación actual, bajo la modalidad solar FV aislada el costo es de US\$ 46 702 dólares y con la alternativa solar FV con interconexión en la red, el costo es de US\$ 4 500 dólares.

Palabra Claves: Energía Solar Fotovoltaica, Emisiones de Gases Contaminantes, Ecoeficiencia



ABSTRACT

The polluting gas emissions generated in our country, as a result of generating electricity from non-renewable technologies, is increasing because of the use of natural gas as an energy resource.

The objective of this study is to measure the configuration of generating electricity in the “Fundo de la UCSM Irrigación Majes” through a solar photovoltaic system and define gas emissions and evaluate the eco-efficiency, as a result of the use of energy on the “fundo”.

To analyze and evaluate the polluting gas emissions resulting from the activities carried out in the “fundo” of the UCSM from indirect sources, we simulate the configuration of two possible alternatives to generate power for the use of the “fundo”. One alternative is a solar photovoltaic system isolated from the network and the other alternative is a solar photovoltaic system separate of the network, the other alternative is a solar photovoltaic system with interconnection to the network, that is to say a hybrid system.

The methodology used for the analysis and evaluation of environmental impacts and eco-efficiency of generating photovoltaic solar energy is the ISO 14042, Life Cycle Analysis (ACV) which allowed us to analyze and evaluate alternatives to generate power for the “fundo”. With this instrument we measure the environmental impacts caused by emissions of polluting gases produced by the actual form of generation produced by the network, and the others alternatives.

The results for the generation of 84 459 kWh/year in the “fundo” of the UCSM, with the alternative of using the network energy, is 34.06 tons of polluting gases emitted into the atmosphere, this represent US \$ 491.45 US dollars as costs of pollution, with the alternative of generating solar photovoltaic separate of the network for the same quantity of energy use, we generate a total of 0.5 tons of polluting gases and US \$ 166.38 US dollars as the costs of contamination. In the case of generate solar photovoltaic energy with network interconnection; we produce 7.88 tons of polluting gases and US \$ 237.90 US dollars as costs of pollution. Also the costs of climate change are US \$ 377.23 in the actual situation, in the case of using solar photovoltaic separate of the network, the cost will be US \$ 33.78 dollars and US \$ 109.34 US dollars if we use the alternative of solar photovoltaic with network interconnection.

About eco-efficiency indicators, the results is that for every “sol” is paid, it is used 2.58 kWh of energy, in the actual situation, 6.29 kWh of energy with solar photovoltaic separate of the network and 65.30 kWh of energy, with solar photovoltaic network interconnection. Furthermore, the financial costs for the institution in a horizon of 10 years of evaluation represent a total of US \$ 113 883 US dollars in the actual situation, in the case of using solar photovoltaic separate of the network the cost is US \$ 46,702 dollars and with the solar photovoltaic with network interconnection the cost is US \$ 4 500 dollars.

Key word: Photovoltaic Solar Energy, Polluting Gases Emissions, Eco-efficiency



INTRODUCCION

La energía que se viene consumiendo en la actualidad en nuestro país proviene de la generación de distintas tecnologías y de diferentes tipos de recursos energéticos que en su gran mayoría son recursos que generan emisiones de gases contaminantes.

Existen tecnologías renovables que tienen niveles de emisión de gases contaminantes inferiores a las tecnologías tradicionales, que usan recursos fósiles como el Diesel Residual, el Carbón y el Gas Natural conocidos por los GEI que generan.

El propósito del trabajo es de analizar y evaluar la ecoeficiencia de generar energía solar fotovoltaica, respecto a la que actualmente se viene consumiendo, para ello se usa como metodología la ISO 14042, Análisis del Ciclo de Vida (ACV), esta nos permite cuantificar las emisiones de gases contaminantes de las alternativas de generación de energía propuestas y medir la ecoeficiencia de estas alternativas de generación de energía.

Para poder plantear alternativas de generación de energía, se consideró la capacidad de energía solar que existe en nuestra localidad y en el fundo de la UCSM, para luego determinar la cantidad de energía que se consume en el fundo a través de un pronóstico basado en la información histórica que se dispone.

Con este pronóstico se dimensiono dos tipos de tecnologías de energía solar, un sistema solar fotovoltaico aislado y un sistema solar fotovoltaico con conexión a la red, determinándose para cada uno de ellos los materiales, equipos y la inversión requerida para cada tipo de tecnología.

En busca de reducir las emisiones de gases contaminantes, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), se han establecido herramientas y estándares de contaminación por tipo de recurso utilizado en la generación de energía, estos elementos nos han permitido cuantificar la cantidad de gases contaminantes que se generan por consumir energía de la red en el fundo de la UCSM y la cantidad de gases contaminantes que se emitirían si generamos energía solar fotovoltaica a través de una configuración aislada, es decir que nos otros nos autoabastecemos de energía y la otra a través de una configuración con interconexión a la red, es decir una configuración híbrida, generamos un porcentaje de energía con solar fotovoltaica y el otro porcentaje lo tomamos de la red, esto con la finalidad de no utilizar los acumuladores o baterías que incrementan la inversión y que también son elementos contaminantes al término de su vida útil.

A través del análisis del ciclo de vida, analizamos las entradas y salidas de las tres alternativas, la actual que se consume energía de la red, la solar fotovoltaica aislada de la red y la solar fotovoltaica con conexión a la red, determinamos los indicadores de ecoeficiencia y cuantificamos para medir cuál de las tecnologías es la más apropiada de implementarse en el fundo de la UCSM.

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), viene generando mecanismos que motiven a reducir estas emisiones, unos de los mecanismos es el del mercado de los bonos de carbono, que son Certificados Emitidos por Reducciones (CERs) de gases contaminantes y que equivalen a una tonelada de CO₂. Con la finalidad de determinar si la reducción de emisiones de gases a través de las tecnologías planteadas podría ser financiada a través del MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) se determinó la cantidad de CERs para el trabajo.



CAPITULO I

RESULTADOS GENERACION DE ENERGIA

Como resultado del crecimiento del consumo de energía eléctrica en los últimos años en el país y considerando que este crecimiento es atendido a partir de la generación de energía termoeléctrica. Es necesario tomar en cuenta el aspecto ambiental en el sentido de que existe un crecimiento y que este debe continuar, por lo que ambientalmente no es apropiado seguir generando energía eléctrica a partir de energías no renovables que utilizan las centrales térmicas como es el Gas Natural, Carbón y Residual.

Por esta razón la propuesta de generar energía en el fundo de la UCSM ubicado en el distrito de majes, a partir de la energía solar, que permita ser modelo de descontaminación ambiental, por lo que se debe analizar y evaluar su significancia en su implementación.

1.1 DESCRIPCION DEL FUNDO Y SU ACTIVIDAD

La Universidad Católica de Santa María (UCSM) es una institución educativa, dedicada a la formación de profesionales en distintas profesiones. La UCSM tiene un fundo en la Irrigación Majes donde se desarrollan actividades del tipo académico, agrícola, ganadera y actividades de procesamiento de productos lácteos y productos vinícolas.

En la actualidad en el Fundo de la UCSM se consume energía eléctrica de la red para el desarrollo de las actividades antes mencionadas. El uso de la energía que se toma de la red es para la labor académica que se realiza en esta ubicación, para el uso de las viviendas, para los establos de ganado, para los sistemas de riego, para la elaboración de productos lácteos y para la elaboración de piscos y vinos, que produce la universidad.



Figura 01: Fundo de la UCSM ubicado en la Irrigación Majes

1.2 CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN EL FUNDO

Para poder determinar la capacidad de generación de energía solar debemos cuantificar cual es y será la demanda de energía en el fundo de la UCSM ubicado en la Irrigación Majes. Las cargas de consumo actual del fundo de la UCSM vienen dadas por el consumo promedio generado por las instalaciones que corresponden al área académica, el área del fundo (ganadería y agrícola) y las que corresponden a la planta de fabricación de productos lácteos y de vinos. En el año 2012 el consumo promedio mensual es de 5336 kWh y el consumo máximo pico es de 5842 kWh, como se aprecia en la Tabla 01.

TABLA 01: Consumo Energía Eléctrica Año 2012 Fundo UCSM

Mes	KWh	Costo
1 ENE	4766	2779.14
2 FEB	4516	2635.55
3 MAR	5304	3094.61
4 ABR	5152	3004.78
5 MAY	5842	3393.85
6 JUN	5178	3015.46
7 JUL	5304	3090.43
8 AGO	5500	3201.98
9 SET	5144	2994.56
10 OCT	5424	3154.73
11 NOV	5446	3176.04
12 DIC	5454	3178.62

Fuente: SEAL, Consumo Energía Año 2012 Fundo UCSM.

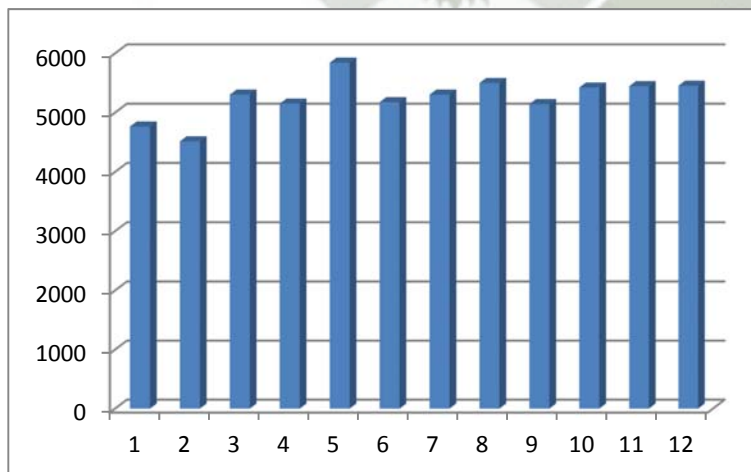


Figura 02: Grafica del Consumo de Energía Año 2012 Fundo UCSM

Fuente: Elaboración propia

El consumo del año 2013 muestra variabilidad en todos los meses del año, dejando el comportamiento estacional que antes presentaba, como se aprecia en la Tabla 02, siendo el consumo promedio para este año de 6110 kWh por mes y el consumo máximo pico es de 6375 kWh, un incremento de 16.33% en el promedio consumido del año anterior.

Tabla 02: Consumo Energía Eléctrica Año 2013 Fundo UCSM

Mes	KWh	Costo
1 ENE	6175	3600.90
2 FEB	6022	3514.20
3 MAR	6322	3688.63
4 ABR	6311	3681.00
5 MAY	6375	3703.24
6 JUN	5736	3340.17
7 JUL	5818	3389.87
8 AGO	6105	3554.27
9 SET	6229	3626.07
10 OCT	6177	3592.75
11 NOV	6149	3586.18
12 DIC	5900	3438.67

Fuente: SEAL, Consumo Energía Año 2013 Fundo UCSM.

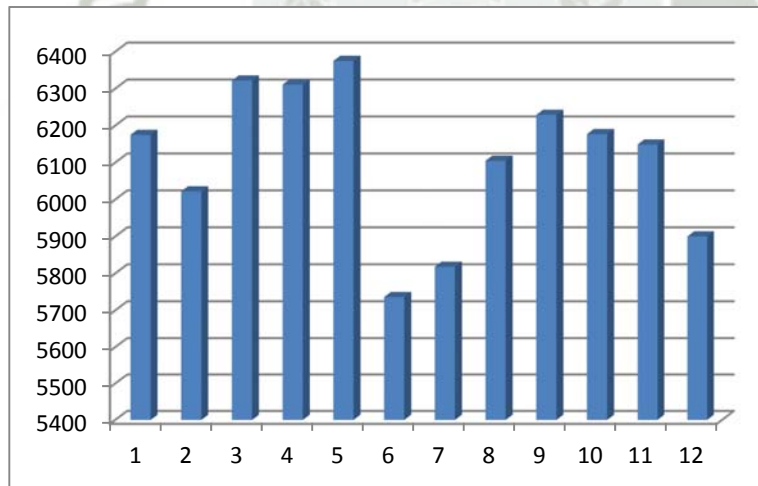


Figura 03: Grafica del Consumo de Energía Año 2013 Fundo UCSM
Fuente: Elaboración propia

Para el año 2014 se tiene que el consumo es más estable como se aprecia en la Tabla 03, siendo el consumo promedio mensual de 6613 kWh por mes y el consumo máximo pico de 7774 kWh, registrando un incremento de 8.24% más que el año anterior.

Tabla 03: Consumo Energía Eléctrica Año 2014 Fundo UCSM

Mes	Producción		Costo
	kWh/mes	kWh/día	Total (S/.)
Enero	5801	187	3601.20
Febrero	5847	209	3696.30
Marzo	6448	208	4343.90
Abril	6359	212	4163.30
Mayo	7774	251	5199.10
Junio	7069	236	4785.60
Julio	6605	213	4549.60
Agosto	5977	193	4031.70
Setiembre	6444	215	4225.30
Octubre	6881	222	4517.40
Noviembre	7135	238	4715.40
Diciembre	7017	226	4649.80

Fuente: SEAL, Consumo Energía Año 2014 Fundo UCSM.

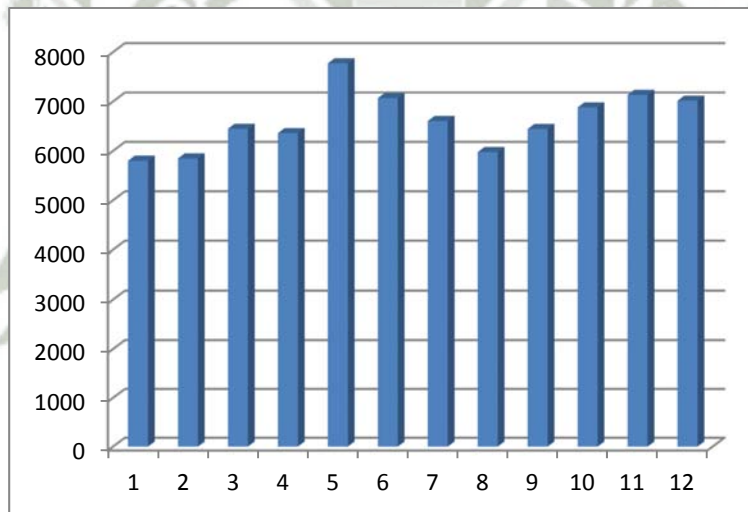


Figura 04: Grafica del Consumo de Energía Año 2014 Fundo UCSM

Fuente: Elaboración propia

Considerando la información de consumo de energía eléctrica del fundo de la UCSM en la Irrigación Majes, podemos apreciar que el consumo en los dos últimos años se ha incrementado, por lo que consideramos necesario realizar un pronóstico de lo que podría ser el consumo y con esta información proceder a realizar el dimensionamiento de los componentes necesarios para poder atender esta demanda estimada.

Este incremento de consumo de energía eléctrica nos permite justificar la implementación de instalación de energía solar fotovoltaica, el cual puede permitir ahorros económicos, pero lo más importante permitirá disminuir la contaminación

ambiental y de esta manera contribuir con el calentamiento global. La estimación o pronóstico de la demanda se muestra en la Tabla 04.

Tabla 04: Pronostico del Consumo Energía Eléctrica 2015 Fundo UCSM

Mes	Producción kWh/mes			
	2012	2013	2014	Pronostico
Enero	4766	6175	5801	6368
Febrero	4516	6022	5847	6265
Marzo	5304	6322	6448	6947
Abril	5152	6311	6359	6886
Mayo	5842	6375	7774	7764
Junio	5178	5736	7069	7020
Julio	5304	5818	6605	6956
Agosto	5500	6105	5977	6934
Setiembre	5144	6229	6444	7063
Octubre	5424	6177	6881	7363
Noviembre	5446	6149	7135	7500
Diciembre	5454	5900	7017	7393
Total	63030	73319	79357	84459
Variación		16.32%	8.24%	6.43%

Fuente: Elaboración Propia

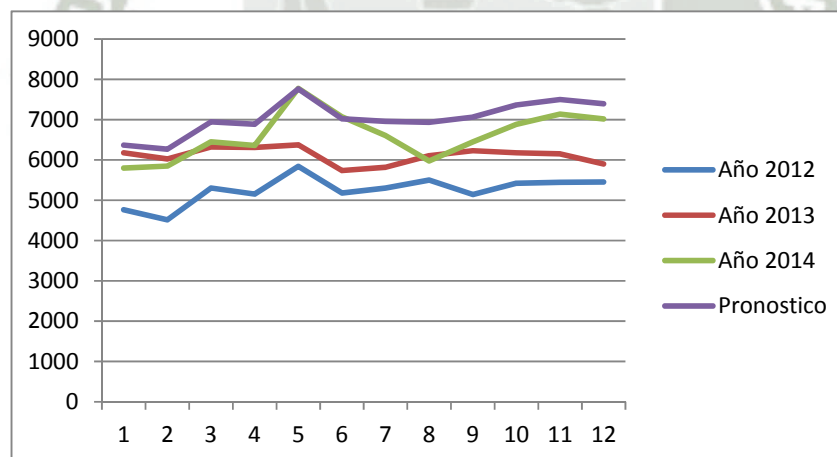


Figura 05: Evolución del Consumo Energía Eléctrica Fundo UCSM
Fuente: Elaboración propia

Para los efectos del diseño y cálculo de los componentes requeridos de una posible implementación de energía solar fotovoltaica en el fundo de la UCSM en la Irrigación Majes, tomamos en cuenta el consumo del pronóstico realizado 84459 kWh por año, lo

que nos da consumo estimado promedio diario de 235 KWh/día, lo que se aprecia en la Tabla 05.

Tabla 05: Potencia requerida para el consumo de Energía Eléctrica

Consumo Anual Promedio (kWh)	Días/año	Consumo Diario Promedio (KWh/día)
84459	360	235

Fuente: Elaboración propia

1.3 PROPUESTA DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

De acuerdo a las necesidades de hoy y a los cambios tecnológicos que se vienen presentando, lo que se pretende lograr es una Eficiencia Energética, término que recogemos como un sentir de todos los que aspiramos a una vida mucho mejor, con mejores resultados ambientales y a un menor costo.

En este sentido, de acuerdo a la actividad desarrollada en el fundo de la UCSM majes y en busca de la Eficiencia Energética, es que proponemos dos tipos de configuración para generar energía solar fotovoltaica, para poder realizar una comparación entre ellas y elegir la más apropiada.

Las configuraciones propuestas son: Sistema Solar Fotovoltaico Aislado y Sistema Solar Fotovoltaico con Interconexión a la Red.

Para un Sistemas Solar Fotovoltaico Aislado, la configuración propuesta es: Modulo Fotovoltaico (Paneles), Regulador de Carga, Acumulador, Inversor o Convertidor de c.c/c.a. y la Carga de consumo.

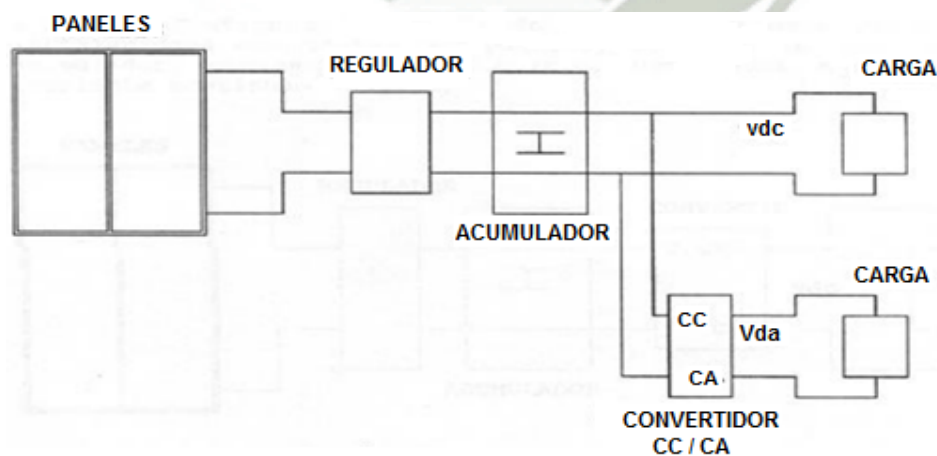


Figura 06: Configuración Sistema Solar FV Aislado

Fuente: Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Para un Sistema Solar Fotovoltaico con Interconexión a la Red, la configuración propuesta es: Modulo Fotovoltaico (Paneles), Inversor o Convertidor de c.c/c.a., Controlador General, Controlador de Energía de entrada de la Red y la Carga de consumo.

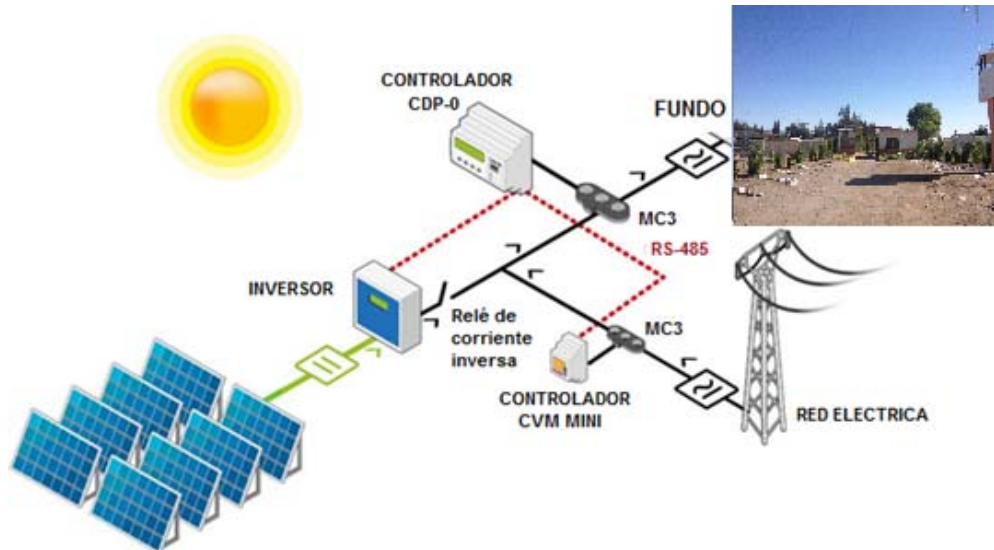


Figura 07: Configuración Sistema Solar FV con Interconexión a la Red
Fuente: Elaboración Propia

1.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

De acuerdo a las necesidades previstas para la generación de energía solar fotovoltaica en el Fundo de la UCSM en la Irrigación Majes y de acuerdo a las especificaciones técnicas, consideramos los siguientes componentes para garantizar un funcionamiento eficiente. Estos componentes varían según el tipo de configuración, sea aislado o con interconexión a la red.

Modulo Fotovoltaico (Paneles):

El principal elemento de un sistema solar fotovoltaico, es el modulo fotovoltaico que al ser ensamblados entre sí, en serie y en paralelo permiten obtener la tensión y la potencia deseada. Para el cálculo del número de módulos se utilizó el Software PVsyst V6.39, a través del cual se determinó que la cantidad de módulos que se requieren para generar la energía de autoconsumo del fundo (235 kWh/día) es necesario 176 módulos fotovoltaicos. La información proporcionada por el software se muestra en el Anexo Nro. 02 y los cálculos realizados manualmente a continuación.

$$N_p = \text{Consumo Diario} / (\text{Factor Latitud} * W_p)$$

$$N_p = 235000 / (5.34 * 250)$$

$$N_p = 176$$

Para el caso de la instalación solar FV con conexión a la red (hibrida), se determinó que la potencia a generar es de 183 kWh , para lo cual se requiere la cantidad de 138 módulos fotovoltaicos.

Las características de los módulos fotovoltaicos requeridos serán de la marca KOMAES, modelo KM250M de 250 Wp de potencia de 26V. El modulo es de silicio monocristalino, tiene una vida útil de 25 años y una eficiencia de 15%. Peso y medidas.

Inversor:

El inversor cumple una de las funciones más importante dentro de los componentes del sistema fotovoltaico, ya que maximiza y optimiza la producción de corriente y el paso de esta entre las baterías y la carga, para lo cual convierte la corriente continua obtenida de la generación a través de los paneles solares a corriente alterna para el uso de la carga de instalaciones, equipos y maquinaria en el fundo.

Para el caso de sistema solar FV aislado, la potencia de carga a suministrar es de 235 kWh por día, para lo cual se ha determinado utilizar 4 inversores de marca ABB, modelo OUTD-TL-FS de 10 KW, cuya potencia de entrada es de 10,4 kW, con una eficiencia de 97.5%. y salida de AC en trifásica directamente. La configuración requerida se muestra en la Tabla 06.

Tabla 06: Configuración Sistema Solar FV Aislado

Instalación	Inversor 1	Inversor 2	Inversor 3	Inversor 4	Total
Potencia Nominal(kW)	10	10	10	10	40
Potencia Pico(kWp)	11	11	11	11	44
Potencia Paneles (Wp)	250	250	250	250	250
Cadenas	2	2	2	2	8
Paneles x Cadenas	22	22	22	22	22
Número Paneles	44	44	44	44	176

Fuente: Elaboración propia

En el caso de sistema solar FV con interconexión a la red, la potencia de carga a suministrar es de 183 kWh por día, para lo cual se ha determinado utilizar 3 inversores de la marca ABB de las características anteriores. La configuración requerida se muestra en la Tabla 07.

Tabla 07: Configuración Sistema Solar FV con Interconexión a la Red

Instalación	Inversor 1	Inversor 2	Inversor 3	Total
Potencia Nom kW	10	10	10	30
Potencia Pico kWp	11.5	11.5	11.5	34.5
Potencia Paneles Wp	250	250	250	250
Cadenas	2	2	2	6
Paneles x Cadenas	23	23	23	23
Nro Paneles	46	46	46	138

Fuente: Elaboración propia

Estructura de Montaje:

Para instalar los módulos fotovoltaicos, estos deben estar sobre estructuras de aluminio diseñadas para tal efecto y dispuestas de acuerdo al diseño establecido por el software, esto garantiza la inclinación que deben tener los módulos para capturar la mayor radiación solar y generar la mayor cantidad de energía solar.

estructura de montaje

aluminio anodizado, y
tornillería de inox,
especial para exteriores
muy fácil montaje
para superficies
inclinadas o planas
apto para todo tipo de
tejados



Figura 08: Esquema de la Estructura de Montaje

Fuente: Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Para la instalación solar FV aislada, para un total de 176 módulos se requieren estructuras de soporte con una capacidad de 4 módulos de 44 estructuras. Para la instalación solar FV con interconexión a la red, para un total de 138 módulos se requiere de estructuras con capacidad de 3 módulos de 46 estructuras.

Protecciones:

Para efectos de seguridad del sistema y de las instalaciones, se usa para ambos tipos de sistema aislado y con interconexión varias protecciones: Protección magnetotérmica contra intensidad, Protección contra sobretensiones. Protección contra subtensiones y protección de frecuencia.

Regulador y Control:

Para proteger a los acumuladores de energía (baterías) de sobre cargas y descargas se emplea los reguladores que permiten regular la intensidad de carga. La intensidad nominal del regulador debe ser mayor a la recibida de los paneles fotovoltaicos. El regulador solo se emplea para la instalación solar FV aislada. De acuerdo a lo determinado por el PVsyst 6.39 se requiere un regulador cuya característica es REGULADOR POWER TAR0M 4110 48V 110 Amp.

Cableado:

Tendremos dos tipos de cableado, en la parte de DC tendremos el cable exigido por el fabricante de la placa y en la parte de AC un cable que pueda soportar la intensidad de salida de los inversores.

Acumuladores de energía (baterías):

La función de los acumuladores de energía o baterías es suministrar energía a la carga o necesidad de energía de las instalaciones, maquinaria y equipo, garantizando la estabilidad y su funcionamiento.

La capacidad de acumulación necesaria para el correcto funcionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo del fundo de la UCSM es de 240 baterías de 12V/160Ah; cálculo realizado a través del software PVsyst 6.39 Anexo 03 y manualmente.

$$N_{bat} = (\text{Potencia Watt} * \text{Autonomía días}) / (\text{Vatios} * \text{Descarga \%} * \text{Capbat Ah})$$

$$N_{bat} = (235000 * 1.5) / (12 * 0.765 * 160)$$

$$N_{bat} = 240$$

1.5 INVERSION REQUERIDA

La implementación de un sistema solar fotovoltaico para el fundo de la UCSM ubicado en la Irrigación Majes, empleando los componentes determinados a través del software y las cotizaciones realizadas en empresas de la localidad y de otras localidades (Anexo 03), requiere una inversión de US\$ 160 586 para la alternativa de configuración aislada, como se muestra en la Tabla 08. Para la configuración con interconexión a la red la inversión requerida es de US\$ 68 275 como se muestra en la Tabla 09.

Tabla 08: Inversión Requerida Sistema Solar FV Aislado

Componente	Cantidad	Costo por Unidad US\$	Costo US\$	Costo más IGV (\$)
EQUIPOS PRINCIPALES DE INSTALACION				
Panel Fotovoltaico	176	198	34848	
Estructuras	176	65	11440	
Inversor	4	1848	7392	
Regulador de Carga	1	1534	1534	
Acumuladores (Baterías)	240	194	46560	
PROTECCIONES - INTALACIONES ELECTRICAS				
Interruptor Magnetotérmico ABB	2	125	250	
Vigilante de tensión FAC 650	1	270	270	
Descargadores o varistores GAVE	2	126	252	
Caja Conexión Generador	1	20	20	
Central de Control y Potencia	1	200	200	
CABLEADO Y CONEXIONES				
Cable H07V-K 1.5 mm2 cobre	30	0.6	18	
Cable H07V-K 2x10 mm2 cobre	110	2.3	253	
Otros	1	100	100	
Puesta a Tierra	1	200	200	
Gastos Generales		5%	5167	
TOTAL EQUIPO E INSTALACIONES			108504	128035
PROYECTO Y OBRAS CIVILES		30%	32551	32551
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				160586

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 09: Inversión Requerida Sistema Solar con Interconexión a la Red

Componente	Cantidad	Costo por Unidad US\$	Costo US\$	Costo más IGV (\$)
EQUIPOS PRINCIPALES DE INSTALACION				
Panel Fotovoltaico	138	198	27324	
Estructuras	138	65	8970	
Inversor	3	1848	5544	
Medidor, Dispensador electricidad	1	250	250	
PROTECCIONES - INTALACIONES ELECTRICAS				
Interruptor Magnetotermico ABB	2	125	250	
Interruptor Seccionador ABB CC 16A	1	58	58	
Vigilante de tensión FAC 650	1	270	270	
Interruptor Diferencial ABB 25 A 0.3m A	1	40	40	
Interruptor Magnetotermico ABB AC	1	54	54	
Descargadores o varistores GAVE	2	126	252	
Fusibles DF ELECTRIC gPV 10 a	4	13	52	
Porta Fusible 10*38 PV	4	9	36	
Fusibles DF ELECTRIC gG 32 A AC	2	10	20	
Porta Fusible 32 A gG	2	27	54	
Caja Conexión Generador	1	20	20	
Tablero de Control y Potencia	1	170	170	
CABLEADO Y CONEXIONES				
Cable H07V-K 1.5 mm2 cobre	30	0.6	18	
Cable H07V-K 2x10 mm2 cobre	110	2.3	253	
Otros	1	100	100	
Puesta a Tierra	1	200	200	
Gastos Generales		5%	2197	
TOTAL EQUIPO E INSTALACIONES			46132	54435
PROYECTO Y OBRAS CIVILES			30%	13840
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				68275

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

RESULTADOS ECOEFICIENCIA

2.1 METODOLOGIA

La presente investigación está orientada a analizar y evaluar los impactos ambientales y sociales de usar energía eléctrica de la red que se consume en el Fundo de la Universidad Católica de Santa María, o de generar su propia energía a través de energía solar fotovoltaica aislada y/o con interconexión a la red, para lo cual se incluye la búsqueda, recopilación y el análisis de información bibliográfica y de internet.

Para poder cuantificar los inventarios de emisiones de gases contaminantes emitidos en este caso por el fundo de la UCSM, se debe seguir los siguientes pasos:

1. Identificar las fuentes de emisiones de gases contaminantes producidos por el fundo
2. Cuantificar y medir las emisiones de gases contaminantes.
3. Aplicar una herramienta de cálculo, para la medición de las emisiones de gases.
4. Establecer el enfoque de ecoeficiencia, para las alternativas de generación de energía eléctrica para el fundo a través del análisis del ciclo de vida.

Paso 1: IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE EMISIONES CONTAMINANTES

En el fundo de la UCSM se tienen dos tipos de fuentes contaminantes en lo que respecta a la emisión de gases de efecto invernadero, las directas y las indirectas.

Las Fuentes contaminantes directas, que dentro de las principales se tiene a las asociadas al sector agrícola por la emisión de dióxido de nitrógeno por uso de los fertilizantes agroquímicos y otros derivados y por el sector de la ganadería relacionados con el metano producidos por el ganado, dentro de los principales. Asimismo, dentro de los directos están los combustibles fósiles utilizados para la producción de lácteos y vinícola.

Las Fuentes de contaminantes indirectos, que son los que se derivan del consumo de la energía eléctrica y que es en el que nos concentraremos por ser materia del trabajo realizado.

Paso 2: CUANTIFICAR Y MEDIR LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES

Comenzaremos con la medición de las emisiones de gases de las fuentes indirectas en nuestro caso, las generadas por el consumo de energía eléctrica en el fundo de la UCSM.

Para la generación de energía eléctrica que se consume de la red, se utiliza diferentes tipos de recursos energéticos, los cuales generan distintos impactos ambientales y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Todos estos efectos pueden ser analizados y evaluados a través del ciclo de vida de cada recurso o desde la obtención de la fuente de energía.

La energía proveniente de la red en nuestro país, es generada a través de recursos no renovables y esta forma de generar energía conduce a la emisión de gases como el CO₂, NO₂ el CH₄, consideramos gases de efecto invernadero, entre otros que se generan. También se generan óxidos de nitrógeno NO_x, óxidos de azufre SO₂ y SO₃ y algunas partículas que causan impacto ambiental. Todas estas emisiones son consideradas como el origen de unos de los problemas principales que tiene el planeta, el cambio climático. Debido al incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a manifestaciones científicas de su relación con el cambio climático, se han establecido comparaciones del impacto ambiental que originan las diferentes formas de producir energía eléctrica (Anexo 04).

La producción de energía eléctrica en el Perú se da a través de diferentes tecnologías y para ello utilizan recursos renovables y no renovables (Anexo 05), podemos apreciar la composición del uso de los recursos energéticos para la generación de energía eléctrica a partir del año 2010 hasta el año 2014. Aquí podemos apreciar que en los últimos años, se viene dando un incremento en el uso de los recursos gas natural, biogás, solar y eólica. Existe un importante crecimiento del uso del gas natural en desmedro del recurso hídrico (Agua), lo que significaría que los incrementos del consumo de energía eléctrica en un futuro serán a través del uso del Gas Natural, lo que sería preocupante en el sentido ambiental. Asimismo, se puede apreciar que el recurso hídrico sigue siendo importante, pero pierde significancia en el porcentaje de participación frente al gas natural que está en crecimiento.

2.2 EMISIONES DE GASES - ENERGIA PROVENIENTE DE LA RED

Para poder evaluar los impactos ambientales generados, primero determinamos la cantidad de energía consumida por el fundo de la UCSM, esta cantidad de energía debe estar por tipo de recurso empleado para su generación en la producción de energía eléctrica de la red, que es la que se usa en la actualidad. Esta cantidad de energía por tipo de recurso la relacionamos con las emisiones y costos establecidos por los tratados de Kioto y obtenemos la cantidad de gases emitidos a la atmósfera y los costos que se producen en los receptores.

Calculo de Energía por tipo de recurso energético

Para evaluar la contaminación ambiental y los gases de efecto invernadero (GEI) que se generan por consumir energía eléctrica de la red en el Fundo de la UCSM.

Consideramos la participación en porcentajes por cada tipo de recurso utilizado en la producción de energía eléctrica (Anexo 05) y los trasladamos a la cantidad de energía que consume el fundo de la UCSM, como se aprecia en la Tabla 10, de esta manera tenemos la cantidad de kWh anuales a partir de cada tipo de recurso.

Tabla 10: Consumo de Energía Eléctrica Fundo UCSM por Tipo de Tecnología (kWh)

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR TIPO DE RECURSO ENERGETICO									
MESES	CONSUMO ESTIMADO	AGUA 50.25%	GAS NAT 47.64%	D2.RESID 0.21%	CARBON 0.39%	BAGAZO 0.35%	BIOGAS 0.07%	SOLAR 0.48%	EOLICA 0.61%
ENERO	6,368	3,200	3,033	13	25	22	5	30	39
FEBRERO	6,265	3,148	2,984	13	24	22	5	30	38
MARZO	6,947	3,491	3,309	15	27	24	5	33	43
ABRIL	6,886	3,460	3,280	14	27	24	5	33	42
MAYO	7,764	3,901	3,698	16	30	27	6	37	48
JUNIO	7,020	3,528	3,344	15	27	25	5	33	43
JULIO	6,956	3,495	3,314	15	27	24	5	33	43
AGOSTO	6,934	3,484	3,303	15	27	24	5	33	43
SETIEMBRE	7,063	3,549	3,365	15	28	25	5	34	43
OCTUBRE	7,363	3,700	3,507	15	29	26	5	35	45
NOVIEMBRE	7,500	3,769	3,573	16	29	26	5	36	46
DICIEMBRE	7,393	3,715	3,522	16	29	26	5	35	45
TOTAL	84459	42,442	40,233	177	330	295	61	403	518

Fuente: Elaboración Propia

Paso 3: HERRAMIENTAS DE CALCULO

Calculo de Emisiones Contaminantes

Aquí el objetivo es determinar la cantidad de emisiones contaminantes por toneladas derivadas de cada tipo de recurso utilizado en la generación de energía eléctrica, para lo cual tomamos la cantidad de kWh anuales de cada recurso energético empleado (Tabla 10) y lo multiplicamos por el impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad (Anexo 04) convertidos a Kg/kWh y obtenemos las emisiones de gases contaminantes generadas por el uso de energía proveniente de la red, como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11: Emisiones Contaminantes por Consumo de Energía Eléctrica de la Red en el Fundo UCSM

EMISIONES CONTAMINANTES DE LAS DIFERENTES TECNOLOGIAS								
Fuente Energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
AGUA	280.11							280.11
GAS NATURAL	33152.13	10.10	13.52	47.31				33223.06
D2.RESIDUAL	187.53	0.98	0.88	0.10	0.11	0.05		189.66
CARBON	349.00	0.98	0.98	0.54	0.09	0.03	0.00	351.62
BAGAZO	0.00	0.18	0.05	0.15	3.35	0.23	0.00	3.96
BIOGAS	0.00	0.04	0.01	0.03	0.70	0.05	0.00	0.82
SOLA FV	2.38	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00		2.40
EOLICA	3.83						0.00	3.83
Total	33974.99	12.29	15.44	48.14	4.25	0.36		34055.47

Fuente: Elaboración Propia

Entonces se puede decir que por usar energía eléctrica de la red en el fundo de la UCSM se emite 34 055.47 kg ó 34.055 Ton de gases contaminantes a la atmosfera.

Calculo de Costos de Contaminación

Para el cálculo de los costos de contaminación, se requiere obtener un valor monetario de las emisiones contaminantes producidas al utilizar energía eléctrica de la red, que usa diversos recursos energéticos, para ello se considera los costos de contaminación establecidos por cada tipo de recursos empleado y su efecto en los receptores (Anexo 06). Estos costos de contaminación establecidos para cada tipo de recurso en \$/MWh,

los tomamos como un factor y lo multiplicamos por la energía eléctrica consumida equivalente a cada tipo de recurso energético utilizado y obtenemos los costos de contaminación por emisiones generadas Tabla 12.

Esto nos indica que los costos de contaminación en los receptores es de 491.45 US\$ por la energía que consume el Fundo UCSM de la Red.

Tabla 12: Costos de Contaminación por Consumo de Energía Eléctrica de la Red en el Fundo UCSM

COSTOS DE CONTAMINACION POR USO DE ENERGIA DE LA RED						
Fuente de Energía	Salud	Biodiversidad	Cultivos	Materiales Construcción	Cambio Climático	Total
AGUA	5.09	0.42	0.00	0.00	2.55	8.06
GAS NATURAL	83.68	15.69	2.82	1.21	369.74	473.14
D2.RESIDUAL	1.13	0.09	0.01	0.01	0.38	1.61
CARBON	2.02	0.19	0.03	0.01	4.19	6.44
BAGAZO	0.74	0.08	0.02	0.01	0.16	1.01
BIOGAS	0.17	0.01	0.00	0.01	0.01	0.20
SOLA FV	0.59	0.03	0.00	0.01	0.16	0.79
EOLICA	0.13	0.01	0.00	0.01	0.05	0.19
Total	93.56	16.52	2.88	1.26	377.23	491.45

Fuente: Elaboración Propia

2.3 EMISIONES DE GASES - ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA

Si para abastecer la energía que se consume en el fundo, empleamos un sistema de energía solar aislada de la red, tendríamos que determinar qué cantidad de emisiones de gases contaminantes se producen bajo esta modalidad.

Cantidad de Energía a Producir

La cantidad de energía solar fotovoltaica a producir es la misma que la que nos suministra la red, es decir la demanda de energía pronosticada para cada mes como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Consumo y Producción de Energía Solar FV

MES	CONSUMO ESTIMADO
ENERO	6,368
FEBRERO	6,265
MARZO	6,947
ABRIL	6,886
MAYO	7,764
JUNIO	7,020
JULIO	6,956
AGOSTO	6,934
SETIEMBRE	7,063
OCTUBRE	7,363
NOVIEMBRE	7,500
DICIEMBRE	7,393
TOTAL	84,459

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de Emisiones Contaminantes y Costos de los Receptores

Aquí nuestro objetivo es determinar la cantidad de emisiones de gases contaminantes emitidos por producir energía solar FV usando la configuración aislada y los costos asociados a los receptores, considerando para las emisiones de gases los impactos ambientales por tipo de recurso solo de la energía solar fotovoltaica (Anexo 04), multiplicado por la cantidad de energía solar fotovoltaica a generar y para los costos de contaminación los factores de contaminación ambiental en los receptores (Anexo 06), multiplicado por la cantidad de energía solar a generar, siendo los resultados los que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14: Emisiones de Gases Contaminantes y Costos de Contaminación por la Generación de Energía Solar FV Aislada

EMISIONES CONTAMINANTES POR GENERACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA								
Fuente de Energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
SOLAR FV	498.31	0.68	1.94	1.44	0.25	0.17	0.00	502.78
Fuente de Energía	Salud	Biodiversidad	Cultivos	Materiales Construcción	Cambio Climático			
SOLAR FV	124.15	5.91	0.84	1.69	33.78			166.38

Fuente: Elaboración Propia

2.4 EMISIONES DE GASES - ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA CON INTERCONEXION A LA RED

Para esta alternativa se considera que la energía que se consume en el fundo es la misma que las otras alternativas, pero la forma de producirla es a través de un híbrido, es decir utilizamos energía proveniente de la red y producimos energía solar fotovoltaica. Esta alternativa de autogeneración de energía solar fotovoltaica con interconexión a la red, debe originar impactos ambientales distintos a las otras modalidades.

Cantidad de Energía a Producir

Para determinar la cantidad de energía solar a producir, se analizó a partir de qué hora se disponía de energía solar en el fundo y hasta que hora. En esta estación del año se tiene energía solar en el Fundo de la UCSM en la Irrigación Majes a partir de las 06:30 horas y está disponible hasta las 17:30 horas, es decir se dispone de 11 horas aproximadamente de energía solar.

En cuanto al consumo de energía, esta proviene básicamente por las actividades que se dan a partir de las 08:00 horas, hasta las 21:30 horas aproximadamente. De la información que se obtuvo ya que no se cuenta con un equipo para realizar esta medición, se estima que el 78% es consumo diurno (Solar FV) y el 22% es en horarios de noche (Red). Con esta información determinamos la cantidad de energía a producirse a través de energía solar fotovoltaica y la que debe ser suministrada por la red, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15: Consumo y Producción de Energía Solar FV con Interconexión

MES	CONSUMO ESTIMADO	GENERACION SFV	GENERACION RED
ENERO	6,368	4,967	1,401
FEBRERO	6,265	4,887	1,378
MARZO	6,947	5,419	1,528
ABRIL	6,886	5,371	1,515
MAYO	7,764	6,056	1,708
JUNIO	7,020	5,476	1,544
JULIO	6,956	5,426	1,530
AGOSTO	6,934	5,409	1,525
SETIEMBRE	7,063	5,509	1,554
OCTUBRE	7,363	5,743	1,620
NOVIEMBRE	7,500	5,850	1,650
DICIEMBRE	7,393	5,767	1,626
TOTAL	84,459	65,878	18,581

Fuente: Elaboración Propia

Calculo de Emisiones Contaminantes y Costos de los Receptores

La cantidad de emisiones de gases contaminantes emitidos por producir energía solar FV con interconexión a la red, así como los costos asociados a los receptores, se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Emisiones de Gases Contaminantes y Costos de Contaminación por la Generación de Energía Solar FV con Interconexión a la Red.

EMISIONES CONTAMINANTES POR GENERACION DE ENERGIA SOLAR FOTVOLTAICA								
Fuente de Energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuo Nuclear	Total
RED	7474.50	2.70	3.40	10.59	0.93	0.08		7492.20
SOLAR FV	388.68	0.53	1.52	1.12	0.20	0.13	0.00	392.17
Fuente de Energía	Salud	Biodiversidad	Cultivos	Materiales Construcción	Cambio Climático			
RED	20.58	3.63	0.63	0.28	82.99			108.12
SOLAR FV	96.84	4.61	0.66	1.32	26.35			129.78

Fuente: Elaboración Propia

2.5 ANALISIS DE ECOEFICIENCIA

Paso 4: ENFOQUE DE ECOEFICIENCIA

La ecoeficiencia abarca un campo más amplio que el relacionado con el cuidado del medio ambiente y el control de la contaminación, es un enfoque basado en las operaciones propias de las empresas y la importancia del uso de los recursos naturales para el desarrollo económico.

La ecoeficiencia está relacionada en nuestro caso con la eficiencia energética, que viene a ser la energía consumida para satisfacer las necesidades asociadas al consumo del fundo de la UCSM. Esta magnitud de consumo debe quedar reflejada en indicadores cuantitativos de la forma de consumo actual a través de la red, la aislada de la red a través de generación propia y la híbrida % generada con solar FV y % de la red. Consideramos que la eficiencia energética no solo se representa en ahorro energético, sino está en relación a la contribución de aportar en la disminución de los impactos sobre el medio ambiente y el cambio climático. Con esta finalidad se han desarrollado indicadores de ecoeficiencia que permitan realizar un seguimiento o monitoreo del impacto ambiental y de comparación en los mecanismos de decisión y gestión en la empresa.

Evaluación de Indicadores de Ecoeficiencia

A través del uso de indicadores de ecoeficiencia se busca medir el uso de los recursos naturales, los cambios asociados a la productividad, para tomar decisiones en materia de medio ambiente o realizar un seguimiento de las políticas ambientales. Los indicadores de ecoeficiencia son de carácter técnico y permiten establecer una comparación directa para medir el desempeño económico ambiental de la organización.

ALTERNATIVA ACTUAL: CONSUMO DE LA RED EN SU TOTALIDAD

ENTRADAS Y SALIDAS DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA PROVENIENTE DE LA RED

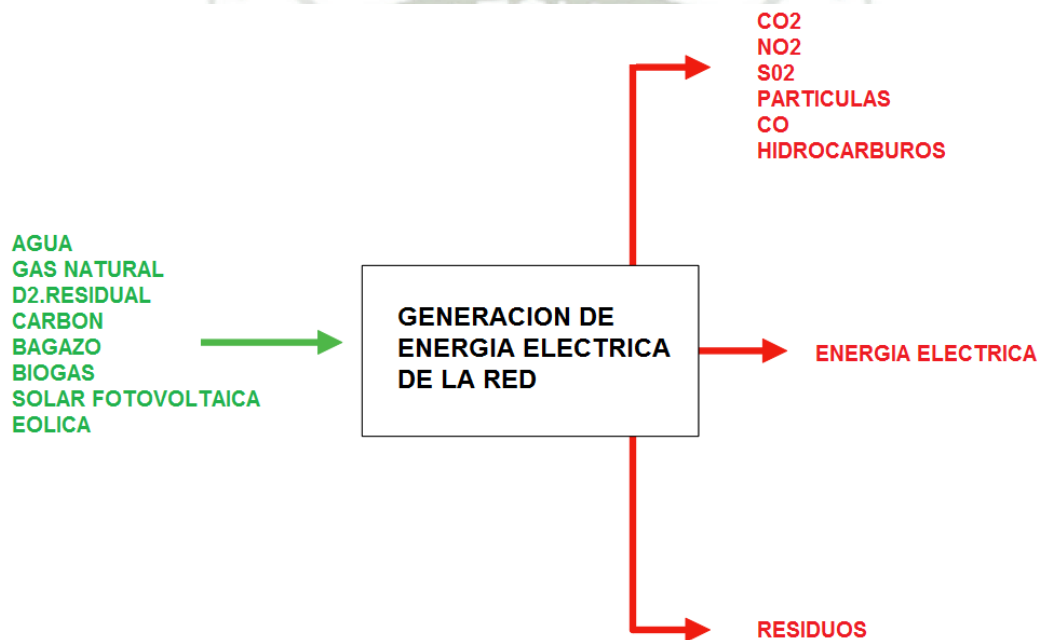


Figura 09: ACV Energía Proveniente de la Red

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DEL INVENTARIO

GRUPO	ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD
RECURSOS ENERGETICOS	Agua	42442	kWh/año
	Gas Natural	40233	kWh/año
	D2.Residual	177	kWh/año
	Carbón	330	kWh/año
	Bagazo	295	kWh/año
	Biogás	61	kWh/año
	Solar Fotovoltaica	403	kWh/año
	Eólica	518	kWh/año

GRUPO	SALIDAS	CANTIDAD	UNIDAD
EMISIONES GASEOSAS	CO2	33974,99	Kg
	NO2	12,29	Kg
	SO2	15,44	Kg
	Partículas	48,14	Kg
	CO	4,25	Kg
	Hidrocarburos	0,36	Kg
RESIDUOS	No Aplica		

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores de Ecoeficiencia

CE : Consumo de Electricidad

CE = kWh de electricidad consumida anual /Facturación anual (S/.)

$$CE = 937495 / 363288 = 2,58$$

Emissiones de Gases Emitidas = 34055.47 Kg

Emissiones de Dióxido de Carbono (CO2) = 33974.99 Kg

Emissiones de Otros Gases (GEI) = 80.48 Kg

Costos de Contaminación = 491.45 US\$

Costos Salud = 93.56 US\$

Costos de la Biodiversidad = 16.52 US\$

Costos Cambio Climático = 377.23 US\$

Ecoeficiencia Financiera.

La Eficiencia Financiera que se considerada para la situación actual, está dada por los costos de la energía que se consume de la red, los cuales son el resultado de la cantidad de kWh consumidos por la tasa de kWh, adicionalmente está el alumbrado público, el IGV y otros cargos que aplica la SEAL. Para el análisis se considera una variación incremental del consumo y también de la tasa del kWh por razones de inflación y del posible incremento del consumo. Para efectos de la evaluación consideramos un horizonte de 10 años, donde se quiere determinar cuál es el costo de utilizar energía eléctrica de la red en este horizonte, pero trasladado al momento presente.

Para esto utilizamos como tasa de descuento el WACC (Costo Promedio Ponderado), cuya formulación se presenta a continuación.

$$WACC = Ke * \%Capital Propio + Kd * \% Deuda$$

$$Ke = Rf + B * (Rm - Rf)$$

$$Kd = TEA * (1-Ir)$$

Dónde:

Ke: Costo Capital Propio

Kd: Costo de Financiamiento

Rm: Tasa de Rendimiento de Mercado (15%)

Rf: Tasa libre de Riesgo (4.5%)

B: Facto Beta Industrial (1.10)

TEA: Tasa Efectiva Anual (12.5%)

Ir: Tasa Impuesto a la Renta (30%)

Por ser pagos o costos que la organización asume directamente, se considera como capital propio el 100% y el % de deuda cero, por lo que el WACC sería igual al Ke.

$$Ke = 4.5 + 1.1 * (15 - 4.5)$$

$$Ke = 16.05\% = WACC$$

El Anexo 07 muestra la evaluación financiera de los costos del consumo de energía en el horizonte de 10 años, los cuales descontados a una tasa de 16.05% nos da un costo de S/. 363 288 soles y si estos los convertimos a dólares americanos al tipo de cambio actual 3.19 tenemos un costo de US\$ 113 883.

ALTERNATIVA PROPUESTA: SISTEMA SOLAR FV AISLADO

ENTRADAS Y SALIDAS DE LA GENERACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA

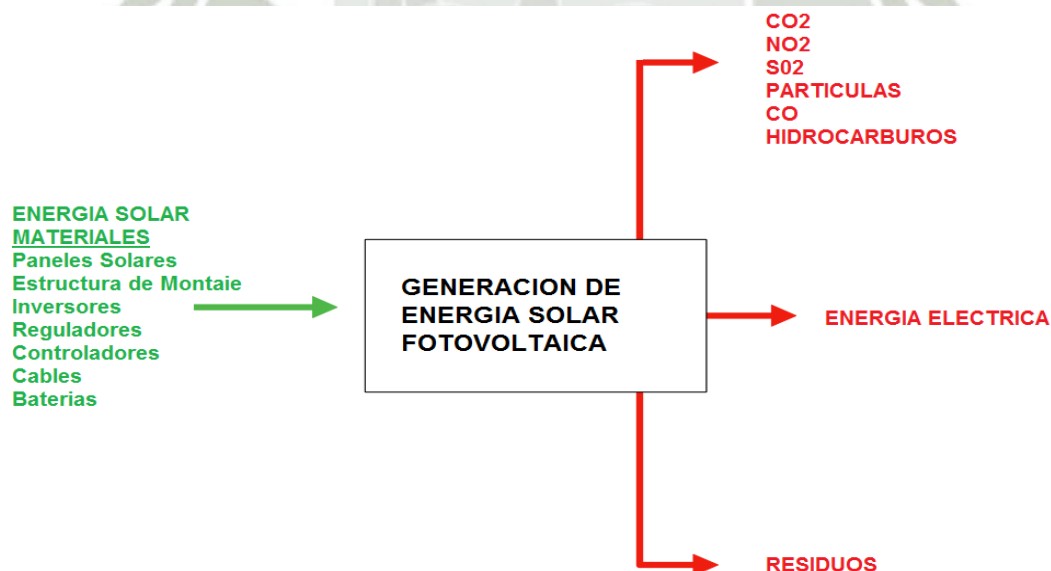


Figura 10: ACV Energía Solar Fotovoltaica Aislada

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DEL INVENTARIO

GRUPO	ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD
ENERGIA	Solar Fotovoltaica	84459	kWh/año
	Paneles Solares	176	Unid
MATERIALES	Estructura Montaje	176	Unid
	Inversores	4	Unid
	Reguladores	1	Unid
	Protección	7	Unid
	Cables	140	M
	Baterías	240	Unid

GRUPO	SALIDAS	CANTIDAD	UNIDAD
EMISIONES GASEOSAS	CO2	498,31	Kg
	NO2	0,68	Kg
	SO2	1,94	Kg
	Partículas	1,44	Kg
	CO	0,25	Kg
	Hidrocarburos	0,17	Kg
RESIDUOS	No se dan		

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores de Ecoeficiencia

CE = Consumo de Electricidad

CE = kWh de electricidad consumida anual /Facturación anual (S/.)

CE = 937495 / 148980 = 6,29

Emisiones de Gases Emitidas = 502,78 Kg

Emisiones de Dióxido de Carbono (CO2) = 498,31 Kg

Emisiones de Otros Gases (GEI) = 4,48 Kg

Costos de Contaminación = 166,38 US\$

Costos Salud = 124.15 US\$

Costos de la Biodiversidad = 5,91 US\$

Costos Cambio Climático = 33,78 US\$

Ecoeficiencia Financiera.

Para medir la Eficiencia Financiera de esta alternativa, consideramos los costos de la situación actual en el horizonte determinado, como ahorros ya que no se pagaría por el consumo o no sería un gasto para la UCSM. Estos los descontados bajo la modalidad aplicada anteriormente y los traemos al momento presente para determinar el valor de los ahorros y restamos la inversión realizada en esta alternativa.

El Anexo 08 muestra la evaluación financiera del ahorro por el no consumo de energía en el horizonte de 10 años y la inversión realizada. Esto nos da un resultado de un ahorro o por ser negativo un costo de S/. 148 980 soles y si estos los convertimos a dólares americanos al tipo de cambio actual 3.19 tenemos un costo de US\$ 46 702.

ALTERNATIVA PROPUESTA: SISTEMA SOLAR FV CON INTERCONEXION A LA RED

ENTRADAS Y SALIDAS DE LA GENERACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA CON INTERCONEXION A LA RED

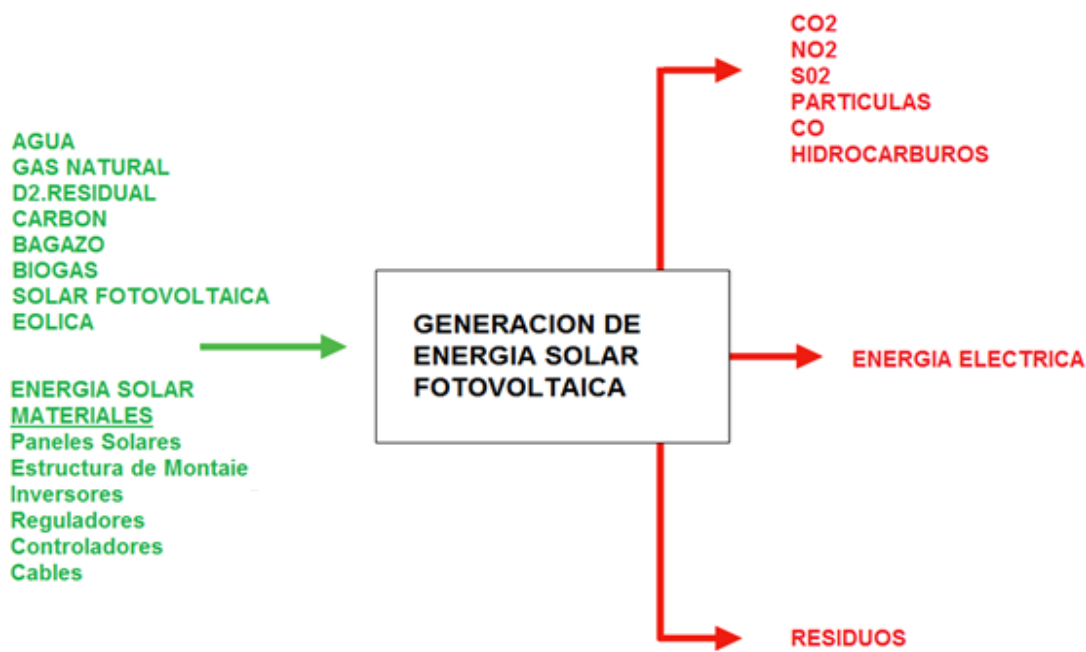


Figura 11: ACV Energía Solar Fotovoltaica con Interconexión a la Red
Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DEL INVENTARIO

GRUPO	ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD
ENERGIA	De la Red	18581	kWh/año
	Solar Fotovoltaica	65878	kWh/año
MATERIALES	Paneles Solares	138	Unid
	Estructura Montaje	138	Unid
	Inversores	3	Unid
	Medidor	1	Unid
	Protección	22	Unid
	Cables	140	m

GRUPO	SALIDAS	CANTIDAD	UNIDAD
EMISIONES GASEOSAS	CO2	7863,18	Kg
	NO2	3,23	Kg
	SO2	4,91	Kg
	Partículas	11,71	Kg
	CO	1,13	Kg
	Hidrocarburos	0,21	Kg
RESIDUOS	No se dan		

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores de Ecoeficiencia

CE = Consumo de Electricidad

CE = kWh de electricidad consumida anual /Facturación anual (S/.)

CE = 937495 / 14356 = 65,30

Emissiones de Gases Emitidas = 7884,38 Kg

Emissiones de Dióxido de Carbono (CO2) = 7863,18 Kg

Emissiones de Otros Gases (GEI) = 21,20 Kg

Costos de Contaminación = 237,90 US\$

Costos Salud = 117,42 US\$

Costos de la Biodiversidad = 8,25 US\$

Costos Cambio Climático = 109,34 US\$

Ecoeficiencia Financiera.

Para medir la Eficiencia Financiera de esta alternativa, consideramos los costos de consumo de la red en dos proporciones, la primera que equivale a la proporción de generar energía solar fotovoltaica, que se considera como un ahorro, ya que no se pagaría por este consumo y la otra que es equivalente al costo que se pagaría por tomar energía de la red, que si se pagaría. De aquí como resultado tendríamos el ahorro que representa generar energía solar FV, menos el costo que resulta de consumir energía de la red, este resultado es nuestro ahorro que descontado bajo la modalidad aplicada anteriormente y trayéndolo al momento presente menos la inversión realizada en esta alternativa, tendríamos nuestro costo o beneficio de esta alternativa.

El Anexo 09 muestra la evaluación financiera del ahorro por generar energía solar FV, menos el costo por consumo de la red a un horizonte de 10 años y la inversión realizada.

Esto nos da un resultado por ser negativo un costo de S/. 14 356 soles y si estos los

convertimos a dólares americanos al tipo de cambio actual 3.19 tenemos un costo de US\$ 4 500. Este resultado nos indica que si bien es cierto no se recupera la inversión a los 10 años, nuestro costo o pago por usar energía disminuye en relación a las dos anteriores alternativas.

INDICADORES DE ECOEFICIENCIA GENERALES

EcoA1 = Emisiones de Gases Energía RED / Emisiones de Gases SFV Aislada

$$\text{EcoA1} = 34055,47 / 502,78 = 67,73$$

EcoA2 = Costos x Gases Contamin RED / Costos Gases Contamin SFV Aislada

$$\text{EcoA2} = 491,45 / 166,38 = 2,95$$

EcoB1 = Emisiones de Gases Energía RED / Emisiones de Gases SFV Híbrida

$$\text{EcoB1} = 34055,47 / 7884,38 = 4,32$$

EcoB2 = Costos x Gases Contamin RED / Costos Gases Contamin SFV Híbrida

$$\text{EcoB2} = 491,45 / 237,90 = 2,07$$

EcoC1 = Emisiones de Gases SFV Híbrida / Emisiones de Gases SFV Aislada

$$\text{EcoC1} = 7884,38 / 502,78 = 15,68$$

EcoC2 = Costos Gases Contamin SFV Híbrida / Costos Gases Contamin SFV Aislada

$$\text{EcoC2} = 237,90 / 166,38 = 1,43$$

EMISION BONOS DE CARBONO

Un Bono de Carbono o Crédito de Carbono es un CER (Certificado de Emisiones Reducidas) que consiste en certificar los gases que no se emiten al medio ambiente producto de un mejoramiento de eficiencia energética o en nuestro caso por generación de energía renovable.

Un bono de Carbono o CER, corresponde a una tonelada de dióxido de carbono equivalente, que es la unidad con la que se mide las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo tanto:

$$01 \text{ CER} = 01 \text{ Bono de Carbono} = 01 \text{ ton de CO}_2\text{e}$$

Con lo que un CER representa o equivale a una tonelada de CO₂ que no se emite al medio ambiente, o sea lo que estaríamos dejando de contaminar en toneladas. La Tabla 17 muestra el equivalente de los gases de efecto invernadero en CO₂ equivalente.

Tabla 17: Gases de Efecto Invernadero y su Equivalencia

Gases de Efecto Invernadero	Equivalencias en CO2 de una medida de gas (CO2e)
Dióxido de Carbono (CO2)	1
Metano (CH4)	21
Óxido Nitroso (N2O)	310
HidrofluoroCarbonos (HFC)	740
Perfluorocarbonos (PFC)	1 300
Hexafluoruro de azufre (SF6)	23 900

Fuente: ProChile.cl

Entonces de la propuesta elaborada sobre la implementación de Energía Solar FV en el Fundo de la UCSM, tenemos que la emisión de gases contaminantes por utilizar energía de la Red es de 34 055.47 kg de gases contaminantes que representan 34.06 toneladas de los que (33974.99 kg) 33.97 toneladas corresponde a CO2, restando las emisiones de CO2 por utilizar solar FV (498.31 kg), tendríamos que se está dejando de emitir (33476.68 kg) 33.48 toneladas de CO2 que llevados a unidades equivalentes sería 34 toneladas de CO2e por lo que se podría emitir 34 CER, la cotización del CERs es de US\$ 5.43 por lo tanto.

$$\text{Eco3} = 34 * 5.43 = 184.62$$

En nuestro país se han presentado varios proyectos a través del Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) que son las instituciones que regulan el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), por lo que si la institución tuviera la intención de presentar el proyecto sería a través de estas instituciones y el documento a presentar que da inicio al procedimiento debe contener los puntos: Descripción general del proyecto, aplicación de la metodología de línea de base y de monitoreo, duración de la actividad del proyecto, impactos ambientales y comentarios, el formato y proyectos ya aprobados se puede obtener a través de internet en la página del MINAM (Anexos 10).

2.6 EVALUACION DE LA ECOEFICIENCIA - RESULTADOS

Aplicando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se pueden obtener algunos indicadores de Ecoeficiencia sobre alternativas de generación para el consumo de energía que se da en el Fundo de la UCSM, se procedió a determinar la cantidad de emisiones de cada alternativa y el impacto que representa en el medio ambiente. La alternativa que brinda mejores resultados es la híbrida es decir la generación de Energía Solar Fotovoltaica con interconexión a la red, tanto en impacto ambiental como en costos financieros. El resumen de los resultados se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18: Resumen de Indicadores de Ecoeficiencia

Indicador Ecoeficiencia	Consumo Red	Solar FV Aislada	Solar FV con Interconexión
Consumo Electricidad (kWh/S.)	2,58	6,29	65,30
Emisiones de Gases (Kg)	34055,47	502,78	7884,37
Emisiones de CO2 (kg)	33974,99	498,31	7863,18
Emisiones Otros gases (kg)	80,48	4,48	21,20
Costo de Contaminación (US\$)	491,45	166,38	237,90
Costos Salud (US\$)	93,56	124,15	117,42
Costo Biodiversidad (US\$)	16,52	5,91	8,25
Costo Cambio Climático (US\$)	377,23	33,78	109,34
Costo Financiero (US\$)	113883	46702	4500
Emisiones Gases (< que Actual)		67,73	4,32
Costos de Gases (< que Actual)		2,95	2,07

Fuente: Elaboración Propia.

De los indicadores de Ecoeficiencia obtenidos, el indicador de consumo de electricidad nos indica que utilizamos 2,58 kWh por cada sol pagado y con energía solar FV aislada utilizamos 6,29 kWh por cada sol generado de energía, mientras que en la solar FV con interconexión a la red, cada sol generado de energía nos permite obtener 65,30 kWh de energía.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La propuesta de generar energía solar FV en el fundo de la UCSM, resulta de mayor ecoeficiencia que la que se usa actualmente a través del consumo de la red, tanto en impactos ambientales, como en costos de salud y ecoeficiencia financiera. Los impactos ambientales de la energía solar FV son 67,73 veces menores a los emitidos bajo la forma de consumo de la red y a su vez representan el 1,48% de las emisiones actuales. En cuanto a los costos de contaminación estos son 2,95 veces menores a los producidos en la actualidad, con un porcentaje de 33,85% de los costos de contaminación actuales. La Ecoeficiencia financiera nos indica que por cada sol que desembolsamos, utilizamos 2,58 kWh de energía en la actualidad y con un sistema de energía solar FV de manera aislada por cada sol que desembolsamos, utilizamos 6,29 kWh de energía y en el caso de un sistema solar FV con interconexión a la red, cada sol desembolsado nos permite obtener 65,30 kWh de energía.

SEGUNDA: La inversión requerida para la configuración del sistema solar FV aislada es de US\$ 160 586 y para el sistema solar FV con interconexión a la red es de US\$ 68 275.

TERCERA: Se cuantificaron los impactos ambientales para las alternativas actual, sistema solar FV aislado y sistema solar FV con interconexión, siendo el sistema solar FV aislado el que emite menores emisiones de gases contaminantes y menores costos de contaminación. Los impactos ambientales que presenta el sistema solar fotovoltaico aislado es 67,73 veces menor al sistema actual y 15,68 veces menor que el híbrido o con interconexión a la red y en cuantos a los costos de contaminación es 2,95 veces menor al sistema actual y 1,43 veces menor que el híbrido.

CUARTA: En cuanto a la ecoeficiencia financiera, si bien no se recupera la inversión en el horizonte de 10 años, los costos o pagos que deberían realizar por

consumir energía de manera tradicional de la red, bajo las alternativas de generar energía solar fotovoltaica, representan ahorros en ambas alternativas ya que no se realizaría ningún pago y esto hace que la inversión se justifique; consideramos que la inversión en el sistema solar FV con interconexión es la más recomendable desde el punto de vista económico, porque permite recuperar la inversión antes de los 12 años.

QUINTA: Del análisis realizado para la presentación del trabajo como reducción de emisiones en el marco de un proyecto de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) para financiamiento a través de bonos de carbono; consideramos que la cantidad de 34 CERs obtenida, es insignificante para que puedan tramitarse como una reducción de emisiones de GEI y pueda ser aceptado como un proyecto MDL.



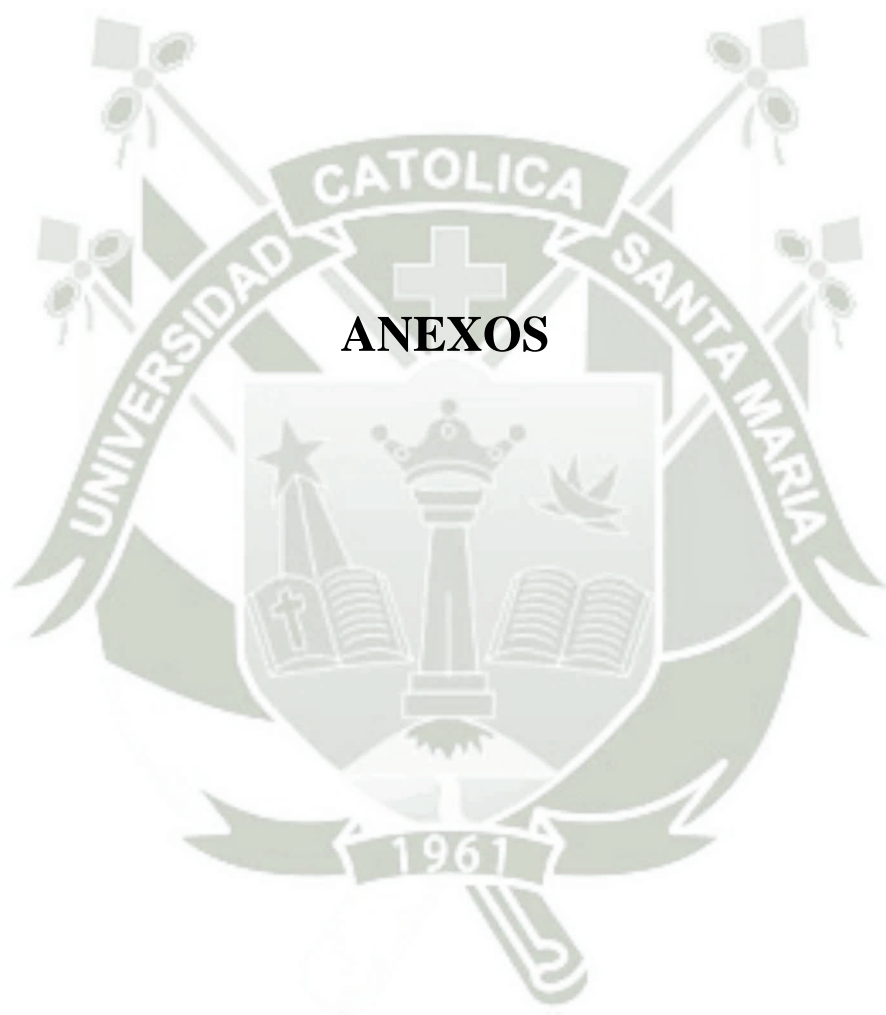
SUGERENCIAS

PRIMERA: De acuerdo al análisis y evaluación de las alternativas de generación de energía solar FV, se sugiere la implementación del sistema solar FV con interconexión a la red, ya que esta permite recuperar la inversión realizada a los 11 años y medio aproximadamente.

SEGUNDA: Considero que la implementación del sistema de energía solar FV con interconexión a la red, es de mayor viabilidad implementarlo en el campus universitario ubicado en la calle San José, ya que aquí existe un mayor consumo de energía, por lo que la reducción de emisiones de gases contaminantes a la atmosfera sería más significativos y el retorno de la inversión podría ser en un menor tiempo.

TERCERA: En el presente trabajo no se pudo cuantificar las emisiones contaminantes directas que se dan en el fundo de la UCSM, como es la emisión por el uso de agroquímicos empleados por la parte agrícola y las emisiones de metano (CH₄) producidas por el ganado que habita en el fundo; consideramos que puede ser materia de otro trabajo de investigación, que le permita a la UCSM reducir los impactos ambientales y ser considerada como una institución verde.

CUARTA: Con la finalidad de reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, es necesario que el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio del Ambiente, hagan una Regulación o Reglamentación donde permitan que cualquier usuario residencial o comercial pueda generar su propia energía eléctrica, mediante sistemas solares fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica y puedan suministrar (vender) o tomar (comprar) energía de esta.





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

ESCUELA DE POST GRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



PROYECTO DE TESIS

ECOEficiencia DE LA PROPUESTA DE GENERAR ENERGÍA
SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL FUNDO DE LA UCSCM
IRRIGACION MAJES PARA SU AUTOABASTECIMIENTO.

PRESENTADO POR:
ABRAHAM ARTURO PACHECO OVIEDO

AREQUIPA – 2015

I. PREÁMBULO

El calentamiento global es un problema mundial, que afecta a los ecosistemas de todo el planeta. Se considera que uno de los factores que provoca el calentamiento global es la emisión de gases de efecto invernadero o el dióxido de carbono CO₂.

La generación de energía eléctrica del país es producida en su mayoría a través de producción Hidroeléctrica y termoeléctrica, las cuales por la utilización de los diferentes tipos de combustible y por sus procesos de combustión, producen emisión de gases de efecto invernadero (Dióxido de Carbono (CO₂), entre otros) y estos a su vez provocan el calentamiento global.

Considerando que la energía solar es una de las fuentes de generación de energía que no contamina de manera directa, podría explotarse el uso de este tipo de energía, con la implementación de energía solar fotovoltaica en un centro universitario y evaluar la ecoeficiencia de generar energía bajo esta modalidad y contrastarlos con los generados por la energía que se dejaría de utilizar en la red, que proviene del uso de recursos como gas natural, D2-Residual y carbón.

II. PLANTEAMIENTO TEORICO

1. Problema de Investigación

1.1 Enunciado del Problema

ECOEFICIENCIA DE LA PROPUESTA DE GENERAR ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UN CENTRO UNIVERSITARIO PARA SU AUTOABASTECIMIENTO

1.2 Descripción del Problema

El consumo de energía eléctrica en el Perú, se ha venido incrementando en los últimos años, esto se puede apreciar en el informe “Resumen Estadístico Anual del SEIN 2011” (COES, 2011), donde se observa que la producción de

energía eléctrica en el año 2011 fue de 35 217,43 GW.h y la del año 2010 fue 32 426,83 GW.h, lo que representa un **incremento de 8,61%** superior al registrado el año 2010. Asimismo en el informe “Resumen Estadístico Anual del SEIN 2012” (COES, 2012), la producción eléctrica del año 2012 fue de 37 321,18 GW.h, realizando la comparación con la del año 2011 está representa un **incremento de 5,97%** superior a la del año 2011. Asimismo, del informe del año 2013, la producción de energía eléctrica para el 2013 totalizo 39 669,43 GW.h, representando un 6,29% mayor al del año 2012 y la producción de energía eléctrica correspondiente al año 2014 fue de 41 795,89 GW.h, la que representa un 5,36% mayor a la del año 2013.

TABLA 01: VARIACION PORCENTUAL DE LA PRODUCCION DE ENERGIA

AÑOS	PRODUCCION	VARIACION
2010	32426.83 GW.h	
2011	35217.43 GW.h	8.61%
2012	37321.18 GW.h	5.97%
2013	39669.43 GW.h	6.29%
2014	41795.89 GW.h	5.36%
Variación Respecto al 2010		28.89%

Fuente: COES SINAC

De acuerdo a la información disponible, se puede indicar que el sector de energía eléctrica en el Perú, ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años, así como el acceso a la electricidad que también registra un crecimiento a la vez que denota una mejora en la calidad y eficiencia del servicio.

Según el informe del COES 2014 la producción de energía eléctrica proviene de la fuente hidroeléctrica que representa el 48,64%, la termoeléctrica 48,24% y los recursos energéticos renovables el 3,12%, del total de producción de energía. Esto no da una idea como es que se viene utilizando los diferentes tipos de generación de energía. En cuanto a la energía solar esta recién se utiliza el año 2012 de manera incipiente y en el 2014 elevan su producción, las empresas que vienen producción energía solar son: Majes Solar (47,94 GW.h inicia 22,67), Repar Solar (47,34 GW.h inicia 23,31), Tacna Solar (47,50 GW.h inicia 12,40) y PANAM. Solar (51,51 GW.h inicia 1,32) y Moquegua FV (5.02 GW.h inicia el 2014) de menor producción, lo que indica

que es un tipo de producción de energía sin explotar y que debemos aprovechar.

Según la información analizada de los últimos años, existe una proyección creciente del consumo de energía eléctrica (28.89%) hasta el año 2014, así se espera que la demanda per cápita alcance el 1,632 kWh en el 2030. Para poder satisfacer esta demanda creciente el país debe apoyarse en otras fuentes de producción de energía eléctrica, una alternativa es la energía renovable, que se encuentra en utilización incipiente. Asimismo, existe el sector rural que no cuenta con suministro de energía eléctrica y que debe mejorarse el acceso hacia este sector.

Según el plan de desarrollo este menciona que el Perú cuenta con un importante potencial de generación de hidroenergía, pero que debe combinarse con el desarrollo de otras fuentes alternativas y el desarrollo de la energía solar entre otras de manera que se garantice la sostenibilidad del suministro de energía a nivel nacional y tener menos dependencias de los factores externos (precio internacional de combustibles, fletes, etc.) que podrían poner en riesgo el suministro de energía (Plan Bi Centenario, 2011).

Considerando que el 48,24% de la energía eléctrica, es generado a través de termoeléctricas, y que existe un incremento potencial del consumo energía eléctrica estimado en más de 5% y adicionalmente existe un sector rural no atendido. En el sentido medioambiental se considera que la producción de energía eléctrica no renovable (termoeléctrica), produce emisiones de CO₂ y estas emisiones de efecto invernadero que afectan al calentamiento global. Por lo tanto, considerando que las centrales térmicas tienen un efecto importante sobre el medio ambiente por la emisión de gases a la atmósfera y los propios procesos de combustión que producen, ya sea en menor o mayor proporción todas ellas emiten a la atmósfera dióxido de carbono CO₂, según el tipo de combustible que usen, por lo que es necesario utilizar otra fuente de energía que evite contaminar el medio ambiente.

Área General:

Ciencias Ambientales

Línea:

Energía Renovable

Análisis u Operacionalización de Variables:

Tipo	Variable	Indicador	Subindicador
Independiente	Generación de energía	Consumo Configuración Inversión	KWh potencia
Dependiente	Ecoeficiencia	Emisiones de gases. Impacto ambiental Costos Ambientales Costos Financieros Bonos de carbono	Cantidad de emisiones Efecto invernadero

Tipo y Nivel de Investigación

- Tipo: Observacional, longitudinal y analítico
- Nivel: Explicativo y aplicativo

1.3 Justificación del Problema

El consumo de energía eléctrica se ha incrementado en los últimos años, así mismo existe una proyección de la demanda de consumo de energía de un incremento promedio anual superior al 5% y existe un sector rural que aún no cuenta con energía eléctrica.

La producción de energía en el país, es en su mayoría hidroeléctrica y termoeléctrica, siendo este último tipo de producción de energía eléctrica contaminante, por las emisiones de dióxido de carbono CO₂ que emiten a la atmosfera.

Existe un Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA – 2011 – 2021) del Ministerio del Ambiente, donde en lo referido a la meta de minería y energía, se menciona como acción estratégica la de gestionar los recursos naturales renovables para su uso.

El uso de las energías solares es incipiente en el país en otros países existe un elevada producción de energía solar en algunos superior al 35%. Cuando se aprovecha la energía solar no se genera contaminación directa.

La generación de energía solar fotovoltaica puede representar ahorros de magnitudes importantes para la UCSM, así como brindar a la sociedad una imagen de institución responsable con el medio ambiente y la sociedad.

A raíz del tratado de Kioto, donde se acordó reducir la cantidad de emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, es necesario como aporte de la UCSM, contribuir con la reducción de emisión de gases contaminantes a la atmosfera para contribuir en la solución de los problemas de contaminación ambiental y del calentamiento global.

1.4 Interrogantes de Investigación

¿Cuál es el dimensionamiento y la configuración para generar energía solar fotovoltaica?

¿Las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera y los costos de contaminación, pueden reducirse usando energía solar fotovoltaica?

¿Cómo se podría aplicar la ecoeficiencia para el consumo de energía en el fundo de la UCSM?

2. Marco Conceptual

2.1. Energía Renovables

La energía renovable es aquella que utiliza los recursos de la naturaleza y que son inagotables, ya sea porque existen en gran cantidad o porque pueden regenerarse con el tiempo.

“Se denomina energías renovables a las fuentes de energía que se obtienen de medios naturales en teoría inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales” (Méndez, 2009).

Las energías renovables con las que se cuentan en el mundo, están la Biomasa, Biogás, Hidroeléctrica, Eólica, Solar, Geotérmica y mareomotriz.

2.2. Energía Solar

La energía solar directa es la energía del Sol sin transformar, que calienta e ilumina. Necesita sistemas de captación y de almacenamiento y aprovecha la radiación del Sol de varias maneras diferentes (Méndez, 2009):

Transformación en Calor: Es la utiliza la radiación solar para el calentamiento de los fluidos, se le conoce como energía solar térmica.

Transformación en Electricidad: Utiliza la radiación solar para transformarla en electricidad, a través de células fotovoltaicas, que puede ser almacenada en acumuladores para un uso posterior, ya sea para uso doméstico o para el uso en la red de distribución eléctrica, se le conoce como energía solar fotovoltaica.

2.3. Aprovechamiento de la Energía Solar

La energía solar que llega a la Tierra es Aprovechada por el ser humano desde la antigüedad a través de diversas tecnologías que han evolucionado con el tiempo. En la actualidad la radiación puede ser utilizada por medio de paneles fotovoltaicos que pueden transfórmala en energía eléctrica y colectores térmicos que pueden transfórmala en energía térmica. Este tipo de energía renovable o limpia, es considerada como ayuda para resolver los problemas de contaminación que afronta la humanidad.

Se considera que energía solar a toda aquella que directa o indirectamente procede del Sol. Este tipo de energía se puede aprovechar a través de la captación térmica y por captación fotovoltaica, siendo en la actualidad la de mayor desarrollo la energía solar fotovoltaica (Ingenieros, 2002).

La captación fotovoltaica, como indica su nombre, está basada en las propiedades de los fotones asociados a las radiaciones electromagnéticas. La captación fotoquímica hace referencia a la fotosíntesis, que transforma la energía radiante en energía química acumulada en los enlaces de compuestos orgánicos. La captación energética a través de células solares o fotovoltaicas permite la transformación energética de la radiación solar en energía eléctrica aprovechando las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores (Ingenieros, 2002).

2.4. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica, es la forma de generar energía eléctrica a partir de la energía proveniente del sol, para ello utiliza células fotovoltaicas que vienen evolucionando con el tiempo desde 1883 cuando se creó la primera célula de selenio con una capa de oro de 1% de eficiencia y esto cada vez mejora en cuanto a celdas cada vez más eficientes y económicas, debido al uso de una mezcla de nano partículas y polímeros cada vez más funcionales.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar en que se produce (auto gestionada) (Méndez, 2009).

La energía solar fotovoltaica genera corriente continua por medio de semiconductores cuando estos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece (Ingenieros, 2002).

Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional. Se compone del generador fotovoltaico, un inversor DC/AC y un conjunto de protecciones eléctricas (Perpiñan, 2013).

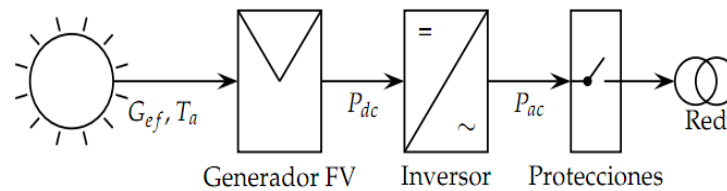


Figura 01: Esquema de un SFCR
Fuente: Perpiñan, Oscar



Figura 02: Esquema de un SFCR
Fuente: Díaz Thomas, Carmona Guadalupe, 2010

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo (Perpiñan, 2013). Estos sistemas autónomos están compuestos por el generador, un acumulador electroquímico y un regulador de carga y descarga. No requieren de un inversor porque incorporan únicamente cargas en continua, cuando el consumo incluye cargas alternas es necesario que se incluya un inversor.

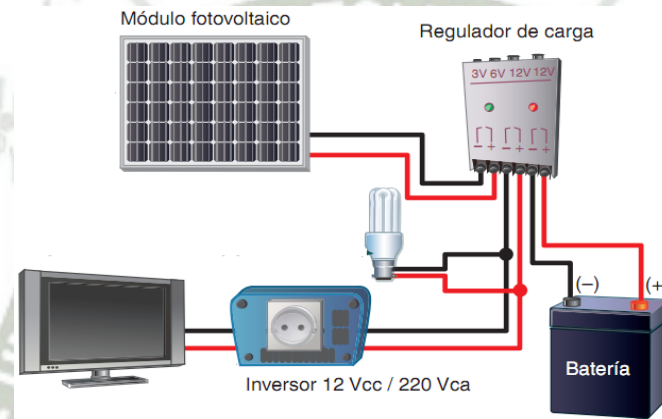


Figura 03: Esquema de un SFA
Fuente: Díaz Thomas, Carmona Guadalupe, 2010

2.5. Componentes de un SFA

Modulo Fotovoltaico

Es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

Existen multitud de módulos diferentes, tanto por su configuración eléctrica como por sus características estructurales y estéticas. En general, la asociación de células es encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el

tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte (Perpiñan, 2013).

Regulador de Carga

Un regulador de carga es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanzan determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de la batería, una de las funciones del acumulador es estabilizar la tensión del sistema y así evitar fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo. (Perpiñan, 2013)

Acumulador Electroquímico

Es una batería secundaria o recargable, capaz de almacenar energía eléctrica mediante una transformación en energía electroquímica. Es capaz de dar autonomía al sistema fotovoltaico al satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación. También contribuye al buen funcionamiento del sistema al aportar picos de intensidad superiores a los que proporciona el generador FV y al estabilizar el voltaje del sistema, evitando fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo (Perpiñan, 2013).

Inversor

Convierte la corriente continua del sistema en corriente alterna a 220 V, igual a la de la red eléctrica para alimentar de energía eléctrica a los aparatos que trabajan con corriente alterna (Perpiñan, 2013).

Carga

Las cargas típicas en los sistemas domésticos son luminarias, radios y televisores, correspondiendo generalmente a la iluminación la parte más importante del consumo energético. Por razones de eficiencia, se recomienda el uso de lámparas fluorescentes (Perpiñan, 2013).

2.6. Beneficios de la Energía Solar Fotovoltaica

Los beneficios de utilizar energía solar fotovoltaica radican en dejar de utilizar energía de la red generada a partir de combustibles fósiles (Diésel, Gas Natural), lo que permite reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Aplicar energía solar fotovoltaica evita realizar tendidos de líneas eléctricas, torres eléctricas y costos de mantenimiento asociado al traslado e instalación eléctrica.

2.7. Ecoeficiencia

La ecoeficiencia es un enfoque más amplio que la protección del medio ambiente o el control de la contaminación, es el tratamiento de los recursos naturales, tanto materias primas como insumos energéticos. Es un enfoque que se interna en la operación de las empresas mismas y no se queda en las externalidades (emisiones, efluentes, residuos), en sus inicios fue considerado como la producción limpia.

La ecoeficiencia se mueve en un campo más amplio que la protección del medio ambiente o el control de la contaminación, las formas tradicionales de tratar los problemas de la responsabilidad de los sectores productivos en su contribución a la calidad de vida de la población (Leal, 2005).

Los indicadores de ecoeficiencia de recursos naturales buscan así medir el uso absoluto de estos recursos, y los aumentos o disminuciones de productividad asociados, como un elemento para definir políticas de sostenibilidad (Leal, 2005).

La ecoeficiencia lleva a obtener más valor de menos recursos, por medio del rediseño de productos y servicios y a través de nuevas soluciones. Las compañías más exitosas serán aquellas que se fijen a sí mismas estrictas metas ambientales, unidas a nuevas tecnologías y prácticas (MINAM, 2009).

La ecoeficiencia es una filosofía administrativa que impulsa a las empresas a buscar mejoras ambientales, paralelamente con los beneficios económicos (MINAM, 2009).

2.8. Criterios de la ecoeficiencia

Ecoeficiencia tiene objetivos sociales y metas ambientales y está estrechamente vinculado al concepto de producción y consumo sostenible, para lo que debe alentar la mejora continua de la eficiencia en el consumo de materiales y energía, bajo los criterios siguientes: (MINAM, 2009).

- Minimizar la intensidad de uso de materiales
- Minimizar la intensidad del uso de energía
- Minimizar la emisión de contaminantes
- Aumentar las posibilidades de reciclaje
- Maximizar el uso de recursos renovables contra no renovables
- Aumentar la durabilidad de los productos
- Incrementar la intensidad de servicio de los productos.

2.9. Eficiencia Energética

Se entiende por la reducción de las potencias y el consumo de energías demandadas sin que afecte a las actividades normales realizadas y al confort en edificios, industrias o cualquier proceso de transformación. Una instalación eléctricamente eficiente permite su optimización técnica y económica. Es decir, la reducción de sus costos técnicos y económicos de explotación (Consejo Mundial Energía, 2010).

2.10. Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

El ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto y cuya definición es:

El ACV estudia los aspectos medioambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida del producto, (es decir, de la cuna a la tumba), desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y eliminación (P. Corma, 2012).

“El Análisis de Ciclo de Vida es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando

un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio” (Norma ISO 14040).

“El Análisis de Ciclo de Vida es una recopilación y evaluación de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida” (Norma española UNE 150-040-96).

Según (UNE 150-040-96) define los conceptos de:

Análisis del ciclo de vida (ACV):

Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida.

Análisis del inventario del ciclo de vida (ICV):

Fase de análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto a través de su ciclo de vida.

Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV):

Fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuán significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de todo el ciclo de vida del producto.

La medición de los impactos es mediante:

- la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema del producto;
- la evaluación de los impactos potenciales ambientales asociados con estas entradas y salidas;
- la interpretación de los resultados de las fases de análisis de inventario y evaluación de impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.

2.10.1. Fases de un ACV

Los estudios del ACV comprenden cuatro fases (NORMA ISO 14040).

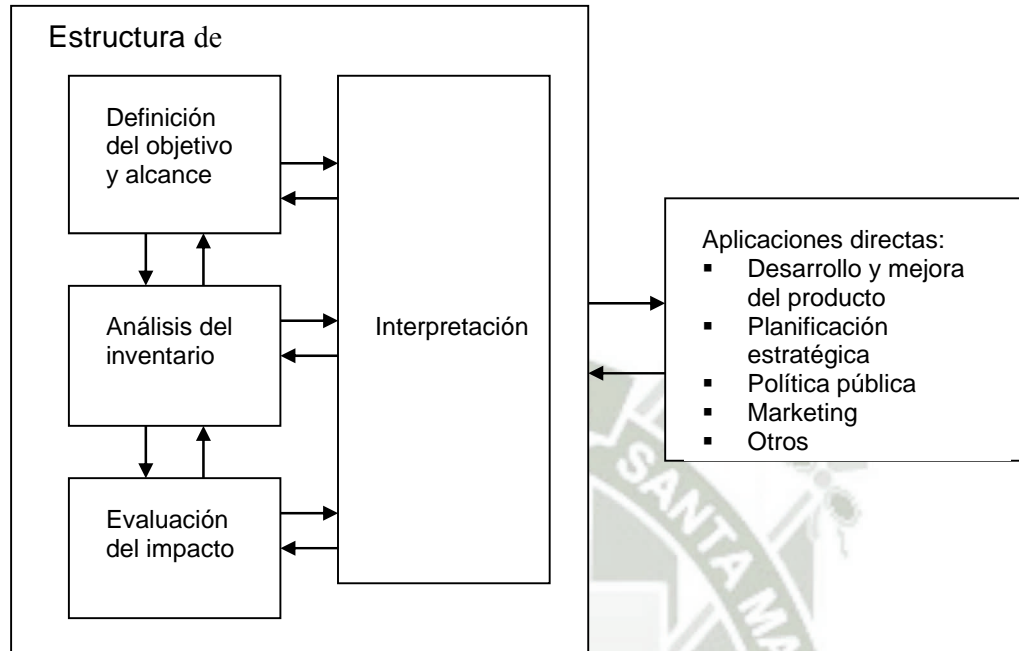


Figura 04: Fases estudio ACV

Fuente: Norma ISO 14040

2.10.2. Procesos unitarios dentro de un sistema de producto

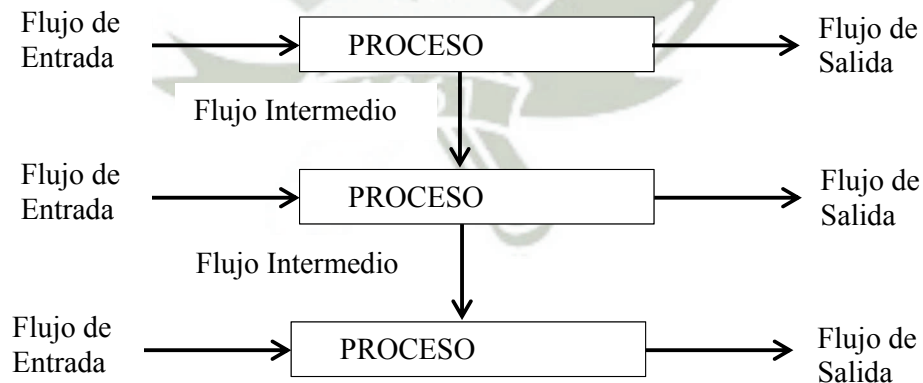


Figura 05: Procesos unitarios en ACV

Fuente: Norma ISO 14040

2.11. Aspectos Generales

La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, capta la radiación solar e impide la liberación de los gases al espacio, elevando de esta manera la temperatura de la atmósfera y en consecuencia provoca un aumento de la temperatura en el planeta. Este proceso se conoce como cambio climático (MINAM, 2009).

Los gases de efecto invernadero de acuerdo al protocolo de Kyoto, considerados son: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6)

Puesto que las emisiones son debidas principalmente al sistema energético actual, basado en la quema de combustibles fósiles, la única solución real al problema del cambio climático es la sustitución completa de los combustibles fósiles por energías renovables (MINAM, 2009).

Las emisiones de Dióxido de carbono (CO_2) y de los otros gases de efecto invernadero son irreversibles, actualmente las emisiones de carbono provienen directa e indirectamente de la iluminación, cuya fuente es la quema directa de combustible, lo que se podría reducir con un cambio hacia la tecnología avanzada de iluminación (MINAM, 2009).

2.12. Indicadores de Ecoeficiencia

Los indicadores de ecoeficiencia están limitados a resolver problemas, poseen un fuerte carácter técnico y permiten una relativamente sencilla o directa comparabilidad. Sirven como mecanismo de seguimiento del impacto ambiental de la empresa y de comparación de sus puntos fuertes y débiles respecto a otras empresas. (Leal, 2005).

La contabilidad ambiental es una herramienta que permite medir la ecoeficiencia en términos económicos, al identificar costos ambientales y permite reflejar la ecoeficiencia de los procesos productivos y las materias primas a través del análisis de costos, así como también los impactos de los productos y sus formas de aceptación en los mercados (Leal, 2005).

Se consideran elementos básicos en las prácticas de las empresas ecoeficientes como: (Leal, 2005).

Reducción de la intensidad del uso de materiales.

Reducción de la intensidad del uso de la energía

Reducción de la generación y dispersión de material tóxico.

Apoyo al reciclaje

Maximización del uso de recursos naturales

Extensión de la durabilidad de los productos

Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios.

Representación de la Ecoeficiencia: Algunos Indicadores que demuestran ser más ecoeficientes.

Valor del producto o servicio
Influencia ambiental

Valor del producto o servicio: Cantidad de bienes o servicios producidos o ventas netas.

Influencia ambiental: Consumo de energía, emisiones de gases con efecto invernadero, emisiones de sustancias que dañan la capa de ozono.

Emisiones proceso tradicional
Emisiones nuevo proceso

Emisiones proceso tradicional: Cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, emitidas por el proceso tradicional (consumo energía de la red)

Emisiones nuevo proceso: Cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, emitidos con energía solar fotovoltaica.

KWh de electricidad consumida anual
Facturación Anual (S/.)

KWh de electricidad consumida anual: Cantidad de consumo de energía en KWh anual o mensual, para el consumo tradicional y otro con energía solar fotovoltaica.

Facturación Anual (S/.): Valor de los pagos por consumo de energía de manera tradicional y otro con la generación de energía solar fotovoltaica.

Emisiones reducidas

Los países en vía de desarrollo con la finalidad de mitigar o reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), vienen desarrollando proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), financiados por países industrializados.

2.13. Bonos de carbono

Es un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), por medio del cual los países industrializados financian a países en vía de desarrollo con la finalidad de mitigar o reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) o calentamiento global. En pago, el país industrializado recibe certificados de reducción de emisiones (CER) basados en el rendimiento del proyecto.

Bonos de carbono es como se llama al conjunto de créditos de carbono que pueden generarse por diversas actividades de reducción de GEI. Así, se puede decir que existen diversos tipos de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados: Certificados de Reducción de Emisiones (CERs), Unidades de Cantidades asignadas (AAUs), Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs) y Unidades de Remoción de Emisiones³ (RMUs) (Méndez S.J., 2012).

III. Análisis de Antecedentes Investigativos

Análisis de Ciclo de Vida de una instalación solar térmica en una casa rural en Valladolid (España). Año 2008

Autores: FJ Rey-Martínez, E. Velasco Gómez, J. Martín-Gil, LM Navas Gracia y S. Hernández Navarro.

La energía solar ofrece una alternativa "verde" a los métodos tradicionales, como la electricidad y la producción de agua caliente. Para cuantificar los beneficios de la energía solar, se realiza un análisis de ciclo de vida (ACV) de una planta de energía solar térmica, para evaluar el impacto ambiental de todos los materiales utilizados en su fabricación. El trabajo se presenta en una LCA de una instalación de energía solar térmica con colectores planos para producción de agua caliente sanitaria, construido en el techo de una casa. Además, se utilizó el método EPS2000 para encontrar que uno de los dos conceptos, el convencional o la instalación de

energía solar, cual tiene menos impacto en el medio ambiente. Asimismo, se analizó el beneficio económico y ambiental de la instalación de energía solar en comparación con un sistema de caldera de gas natural para mostrar sus respectivos impactos ambientales y los aspectos económicos que los hacen más o menos rentables al final de su vida útil.

La visión de China de la energía renovable: el estado de la bioenergía y bioproductos investigación y comercialización. Año 2011.

Autores: Elizabeth R. Nesbitt, Paul Thiers, Johnway Gao, Sharon Zapatero, Manuel Garcia-Perez, Julie Carrier, Joy Doran-Peterson, John Morgan, Wang Guangyi, Pierre cristiana Wensel, Shulin Chen.

El gobierno chino está promoviendo enérgicamente la comercialización de energía renovable. Los objetivos incluyen la sustitución del 15 por ciento de las energías convencionales, con energías renovables en 2020 y aportar una inversión de cerca de 800 millones de dólares. Las políticas gubernamentales citadas incluyen financiamiento (dada la falta de capital de riesgo), los incentivos fiscales, los impuestos y los créditos de carbono, y los requisitos de uso obligatorio, pero los altavoces financiera y dijo que más puede y debe hacerse. En este artículo se destacan las cuestiones novedosas comentarios recogidos de único, "Con el terreno" perspectiva de la bioenergía actual y futura y la investigación bioproductos y comercialización en China de los expertos.

Evaluación Económica del Uso de la Energía Solar en Kuwait. Año 2013

Autores: Mohamed A. Hadi, Refaat H. Abdel-Razek, Walid M. Chakroun.

En Kuwait, el método actual de generación de electricidad a partir de centrales eléctricas convencionales no pueden proporcionar a los beneficiarios con un servicio adecuado a menos que se construyen más plantas. Además de su alto costo, estas plantas causan daños al medio ambiente, creando la necesidad de investigar las fuentes de energía limpia. Este estudio evalúa la viabilidad técnica y económica de implementar fotovoltaica (PV) de energía solar en casas residenciales en Kuwait. Los datos y la información se recogieron y el sistema fotovoltaico adecuada se

seleccionan de acuerdo con las especificaciones de costo y fotovoltaicos. A continuación, los costos anuales equivalentes de la instalación fotovoltaica con diferentes tasas de descuento se estimaron junto con el coste por kWh, tanto para casas nuevas y existentes. En tercer lugar, se calculó la reducción anual de las emisiones de CO₂ derivadas de la implantación de sistemas fotovoltaicos vinculados. Teniendo en cuenta el ahorro financiero de reducción de CO₂, el coste por kWh se calcula y se compara con el costo actual. La tasa de descuento supuesta adoptada por plan a largo plazo del Gobierno de Kuwait es de 6.7%. Sin embargo, se aplicó una gama de tasas de descuento de 0% a 20% y los resultados obtenidos. Los resultados mostraron que con un descuento del 6,7% califica el ahorro anual en los costos de energía para una nueva casa y una manguera previamente construido fuera KD KD 745 y 653 respectivamente. Los resultados también revelaron los períodos de amortización de la instalación fotovoltaica para estas casas son 7 y 7.4 años, respectivamente. Llegamos a la conclusión de que PV integrado (BIPV) la energía solar es económica y técnicamente viable en Kuwait cuando la tasa de descuento es igual o menor que, el punto de 10,36% de rentabilidad.

Análisis Económico de Opciones de Energía Limpia para Kuwait. Año 2013

Autores: Kevin Yessian, Pat DeLaquil, Bruno Merven, Lightbridge Corporation

Colaboradores: Maurizio Gargiulo and Gary Goldstein, Lightbridge Corporation

Una evaluación económica se realizó del potencial de opciones de energía limpia para contribuir a las necesidades de energía y de desalinización en el Estado de Kuwait en los próximos 20 a 40 años. El papel resume dos análisis que se realizaron para el Instituto de Investigación Científica de Kuwait a desarrollar una estrategia de promoción de las energías renovables y la evaluación de tecnologías alternativas, incluyendo energía nuclear.

Los análisis se realizaron con un modelo de energía y agua para Kuwait que fue construido usando la Agencia Internacional de la Energía - Sistemas de Tecnología Programa de Análisis de la Energía (AIE-ETSAP) Marco de modelado TIEMPOS. Datos proporcionados por el Ministerio de Electricidad y Agua (MEW) y la Kuwait Petroleum Company (KPC) caracteriza a la demanda proyectada para la energía y el agua; la plantas de generación de energía y de desalinización de agua existentes y previstas, incluida la esperada el retiro de las instalaciones existentes; y futuros

precios de los combustibles fósiles y la disponibilidad. Nueva generación de energía opciones - incluyendo la energía renovable (RE), turbinas nucleares, combinados de gas de ciclo (ciclo combinado) y recalentamiento las plantas de energía de vapor (RHSP) - fueron comparados en este marco de optimización de costo mínimo.

Los resultados del modelo indican que en 2030 la cuota de RE rentable es el 11% de la generación eléctrica en el caso de la referencia y el 8% en el caso de la opción nuclear. Las tecnologías de ER solo proporcionan una 2030 el valor neto de devolución en comparación con el caso de referencia de US \$ 2.35 mil millones, mientras que en el caso nuclear que aumentan el valor neto de 2,030-back por un adicional de US \$ 1,5 mil millones. El aumento de la cuota de RE, como la política del gobierno, el 10%, 15% y 20%, disminuye el beneficio netback 2030 por US \$ 1.0, \$ 3.6 y \$ 8,300,000,000 respectivamente.

Carreras de sensibilidad basados en escenarios que asumen mayores costos RE o menor disponibilidad, menor demanda el crecimiento, los precios del petróleo y de gas más bajos, mayores costes de inversión de la planta nuclear, y el crédito de capacidad RE eran analizada. El análisis proporciona una base económica convincente para iniciar una energía renovable programa en el Estado de Kuwait. Sin embargo, estos beneficios previstos sólo se materializará a la medida las inversiones proyectadas RE se logran si comienzan en serio pronto. El análisis identifica una parte rentable de uso de energía renovable en Kuwait como alrededor del 11% de la generación de electricidad en 2030. La inversión en energía renovable ofrece el Estado de Kuwait con un valor neto de devolución de US \$ 2.35 mil millones, debido a los ahorros de combustible que se genera mediante el uso de las energías renovables.

Modelado y Simulación de un Sistema Conjunto de Energía Solar y Eólica para Analizar su Dependencia de la Red Eléctrica. Año 2012

Autores: M. Mikati, M. Santos, C. Armenta

En este artículo se presenta un estudio de la transferencia de energía entre sistemas híbridos de energía renovable y la red eléctrica, para cubrir ciertas demandas de potencia. Se analiza con detalle el sistema de suministro para dos modelos de demanda, una vivienda y una pequeña industria o comercio, utilizando sistemas

renovables de pequeña escala situados cerca del usuario, con conexión a la red eléctrica. Se han modelizado y simulado cada uno de los sistemas: tanto los recursos naturales solar y eólico, como el sistema fotovoltaico y el aerogenerador de pequeña escala, así como las demandas, incluyendo en todos ellos efectos no considerados en la literatura. Es decir, se ha desarrollado una plataforma de simulación con todos los elementos, que permite analizar el mejor aprovechamiento de los recursos y la dependencia de la red eléctrica para distintas configuraciones, en función de la relación entre las demandas y los recursos renovables. También permite analizar el dimensionamiento de los recursos. El criterio utilizado para la evaluación es la transferencia de energía con la red y la contribución de la red eléctrica a la demanda (compra-venta), con los correspondientes gastos y pérdidas asociados.

IV. Objetivos

General

Analizar y evaluar la ecoeficiencia del consumo de energía proveniente de la red y de generar energía solar fotovoltaica.

Específicos

- Determinar el dimensionamiento y configuración para generar energía eléctrica solar fotovoltaica.
- Determinar las emisiones de gases contaminantes y los costos de contaminación por la energía proveniente de la red y la solar fotovoltaica.
- Analizar y evaluar la ecoeficiencia de las alternativas de generar energía solar fotovoltaica y la proveniente de la red.

V. Hipótesis

Dado que existen emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, por el uso de recursos no renovables.

Es probable que: Generar energía solar fotovoltaica en el fundo de la UCSM podría resultar ser de mejor ecoeficiencia, que tomar la energía de la red eléctrica.

III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Técnicas, Instrumentos y Materiales

3.1.1. Técnica

La técnica a utilizar para medir los aspectos ambientales, es la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que presenta la norma ISO 14040. Esta técnica nos permite analizar, interpretar y evaluar los aspectos ambientales que se dan en la actualidad consumiendo energía de la red eléctrica y los que se generarían a partir de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica para autoconsumo.

La técnica consiste en evaluar los impactos ambientales asociados a las entradas y salidas de un proceso, para posteriormente analizar los inventarios generados y evaluar el impacto e interpretar los resultados en relación al objetivo de estudio.

3.1.2. Metodología del Estudio

Estimación de la carga de consumo:

Se determina, la carga de consumo que viene dada por el consumo promedio generado por las instalaciones que corresponden al área académica, el área del fundo (ganadería y agrícola) y las que corresponden a la planta de queso.

Propuesta de un Sistema Solar Fotovoltaico

Considerando que la energía a generar es para autoconsumo, se propone un sistema solar fotovoltaico autónomo (SFA) que produzca energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red. Asimismo, se definirán los componentes del sistema solar fotovoltaico autónomo, en la cantidad y la capacidad de cada componente.

Se debe estimar la inversión requerida, así como el análisis económico y la propuesta del uso de Bonos de Carbono, para su implementación.

Análisis de la ecoeficiencia

Se realizara el análisis de ecoeficiencia, de utilizar energía eléctrica de la red y de la producción de energía a través de energía solar fotovoltaica.

De acuerdo al tipo de generación de energía eléctrica en la red el último año, consideramos como energía no renovable la energía termoeléctrica, por lo que los recursos empleados para la generación de esta energía serán los que se analice desde el punto de vista de impacto ambiental y ecoeficiencia. Los recursos que se analizaran son Gas Natural, D2 – Residual y Carbón.

Sobre la producción de energía solar fotovoltaica se realizara el análisis del impacto ambiental y la ecoeficiencia, para esta forma de generar energía.

3.1.3. Instrumentos

Documentales: Información que se tiene sobre fuentes de generación de energía eléctrica, normas de impacto ambiental ISO 14040

3.2. Campo de Verificación

- a. **Delimitación Geográfica:** Fundo la Católica de la UCSM - Irrigación Majes
- b. **Delimitación Temporal:** Meses de Marzo 2014 a Julio 2015
- c. **Unidades de Estudio:** Fuentes de Generación de Energía

3.3. Análisis de datos

De la información obtenida en los indicadores de ecoeficiencia y los impactos ambientales producidos por los recursos de generación de energía eléctrica, se otorgara a cada uno una puntuación que permita determinar cuál es la tecnología más apropiada a emplear.

3.4. Cronograma de Trabajo

Actividades 2015	Marzo-Abril				AbrilMayo				Junio-Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración y Aprobación del Proyecto de Tesis	■	■														
Analizar la necesidad y determinar la capacidad de generar energía solar fotovoltaica en el Fundo UCSM			■	■												
Determinar materiales, equipos e inversión para implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico					■	■	■									
Analizar el ciclo de vida de la implementación de energía solar fotovoltaica en el Fundo UCSM									■	■	■					
Analizar y evaluar la ecoeficiencia de generar energía solar fotovoltaica respecto a la convencional									■	■	■					
Presentación de la Tesis												■				
Revisión de la Tesis por el Jurado													■	■	■	
Sustentación de la Tesis Doctoral																■

BIBLIOGRAFIA

- Colegio oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones, (2002), Energía Solar Fotovoltaica, Ibergraphi.
- Corma, P., Delgado J., Rebollo J., (2012), Propuesta de Método para la Aplicación de la Ecoeficiencia al Modelo Productivo del Cluster Cerámico.
- Díaz T., Carmona G. (2010), Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Editorial McGraw-Hill, 2da Edición.
- Heikkila T., Mclaughlin J. y Olson D., 2005, Green Retrofitting & Environmental Efficiency Now, Columbia University
- IPCC HONOURED, PEACE PRIZE, 2007, Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Versión Revisada. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
- Leal J., (2005), Ecoeficiencia: Marco de Análisis, Indicadores y Experiencias, Naciones Unidas, CEPAL.
- Lobos G., Vallejos O., Caroca C. y Marchant C., 2005, El Mercado de los Bonos de Carbono (“Bonos Verdes”): Una Revisión, Revista Interamericana de Ambiente y Turismo.
- Manzur Y., Alva M., 2013, Bonos de Carbono: Una Oportunidad de Desarrollo para el Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Méndez M. J., (2009), Energía Solar Fotovoltaica, ECA Instituto de Tecnología y Formación, FC Editorial, 7ta Edición.
- Pareja M., 2008, Energia Solar Fotovoltaica: Calculo de una Instalación Aislada, Marcobombo ISBN 9788426715265.
- Perpiñán O., (2013). Energía Solar Fotovoltaica, Edic 2, Editorial Progenza.
- PROCHILE, 2012, Estudio de Mercado Bonos de Carbono, Oficina Comercial PROCHILE en Berlin.
- Schallenberg R. Julieta, Piernavieja I. Gonzalo, Energías Renovables y Eficiencia Energética, Instituto Tecnológico de Canarias.
- US DEPARTMENT OF ENERGY, COUNCIL FOR RENEWABLE ENERGY EDUCATION Y ADENAT.
- Consejo Mundial de Energía, 2010, Eficiencia Energética: Una Receta para el Éxito

Documentos Oficiales

- CEPLAN, (2011i. Plan Bi Centenario, El Perú Hacia el 2021, Aprobado por el Acuerdo Nacional, marzo 2011.
- NORMA INTERNACIONAL ISO 14040, Análisis del Ciclo de Vida, Principios y Estructura.
- NORMA INTERNACIONAL ISO 14041, Análisis del Ciclo de Vida, Definición del objetivo y alcance y el Análisis de Inventario.
- NORMA INTERNACIONAL ISO 14042, Análisis del Ciclo de Vida, Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida.

- NORMA INTERNACIONAL ISO 14043, Análisis del Ciclo de Vida, Interpretación del Ciclo de Vida.
- NORMA ESPAÑOLA UNE 150-040-96, VERSION OFICIAL EN ESPAÑOL DE LA NORMA ISO 14040:2006.
- MINAM, (2009), Guía de Ecoeficiencia para Empresas,
- MINAM, (2011). Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA - Perú 2011-2021, Aprobado por DS N° 014-2011- MINAM.

Artículos

- IDAE, (2000), Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad. Estudio comparativo de ocho tecnologías de generación eléctrica, 2000.
- Méndez S. J., Perugache R. C., (2012), Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones.
- FJ Rey-Martínez, E. Velasco Gómez, J. Martín-Gil, LM Navas Gracia y S. Hernández Navarro, 2008, Análisis de Ciclo de Vida de una instalación solar térmica en una casa rural en Valladolid (España).
- Elizabeth R. Nesbitt, Paul Thiers, Johnway Gao, Sharon Zapatero, Manuel Garcia-Perez, Julie Carrier, Joy Doran-Peterson, John Morgan, Wang Guangyi, Pierre cristiana Wensel, Shulin Chen, 2011, La visión de China de la energía renovable: el estado de la bioenergía y bioproductos investigación y comercialización.
- Mohamed A. Hadi, Refaat H. Abdel-Razek, Walid M. Chakroun, 2013, Evaluación Económica del Uso de la Energía Solar en Kuwait.
- Kevin Yessian, Pat DeLaquil, Bruno Merven, Lightbridge Corporation, 2013, Análisis Economico de Opciones de Energía Limpia para Kuwait.
- M. Mikati, M. Santos, C. Armenta, 2012, Modelado y Simulación de un Sistema Conjunto de Energía Solar y Eólica para Analizar su Dependencia de la Red Eléctrica.

Revistas y Boletines

- COES (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional), Resumen Estadístico Anual del COES SEIN 2014. http://www.coes1.org.pe/post-operacion/Publicaciones/Estadistica%20Anual%20COES/2014/01_Resumen/01_PD_F/ESTADISTICA%20RESUMEN_ANUAL%202014.pdf
Resumen Estadístico Anual del COES SEIN 2013. http://www.coes1.org.pe/post-operacion/Publicaciones/Estadistica%20Anual%20COES/2013/01_Resumen/01_PD_F/ESTADISTICA%20RESUMEN_ANUAL%202013.pdf
Resumen Estadístico Anual del COES SEIN 2012. <http://contenido.coes.org.pe/alfrescostruts/download.do?nodeId=4362b808-9100-4ed9-a4dd-73e8dc2bf9d6>
Resumen Estadístico Anual del SEIN 2011. http://www.coes.org.pe/dataweb3/2012/web/avisos/banner/estadist_anual_2011.pdf



INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
14042

First edition
2000-03-01

**Environmental management — Life cycle
assessment — Life cycle impact
assessment**

*Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Évaluation de
l'impact du cycle de vie*



Reference number
ISO 14042:2000(E)

© ISO 2000

ISO 14042:2000(E)

PDF disclaimer

This PDF file may contain embedded typefaces. In accordance with Adobe's licensing policy, this file may be printed or viewed but shall not be edited unless the typefaces which are embedded are licensed to and installed on the computer performing the editing. In downloading this file, parties accept therein the responsibility of not infringing Adobe's licensing policy. The ISO Central Secretariat accepts no liability in this area.

Adobe is a trademark of Adobe Systems Incorporated.

Details of the software products used to create this PDF file can be found in the General Info relative to the file; the PDF-creation parameters were optimized for printing. Every care has been taken to ensure that the file is suitable for use by ISO member bodies. In the unlikely event that a problem relating to it is found, please inform the Central Secretariat at the address given below.

© ISO 2000

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Printed in Switzerland

ii

© ISO 2000 – All rights reserved

ISO 14042:2000(E)

Contents	Page
Foreword	iv
Introduction	v
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	1
4 General description of LCIA	2
5 Mandatory elements	4
6 Optional elements	8
7 Data quality analysis	10
8 Limitations of LCIA	10
9 Comparative assertions disclosed to the public	11
10 Reporting and critical review	11
Annex A (normative) Relationship of life cycle impact assessment to the LCA framework	14
Bibliography	16

ISO 14042:2000(E)

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard ISO 14042 was prepared by Technical Committee ISO/TC 207, *Environmental management*, Subcommittee SC 5, *Life cycle assessment*.

Annex A forms a normative part of this International Standard.

Introduction

Life cycle impact assessment, LCIA, is the third phase of life cycle assessment described in ISO 14040. The purpose of LCIA is to assess a product system's¹⁾ life cycle inventory analysis (LCI) results to better understand their environmental significance. The LCIA phase models selected environmental issues, called impact categories, and uses category indicators²⁾ to condense and explain the LCI results. Category indicators are intended to reflect the aggregate emissions or resource use for each impact category. These category indicators represent the "potential environmental impacts"³⁾ discussed in ISO 14040. In addition, LCIA prepares for the life cycle interpretation phase.

LCIA as part of an overall LCA can, for example, be used to

- identify product system improvement opportunities and assist the prioritization of them,
- characterize or benchmark a product system and its unit processes over time,
- make relative comparisons among product systems based on selected category indicators, or
- indicate environmental issues for which other techniques can provide complementary environmental data and information useful to decision-makers.

While LCIA can assist in these applications, parties should recognize that an extensive assessment of a product system is difficult and may require the use of several different environmental assessment techniques.

¹⁾ In this International Standard, the term "product system" also includes service systems.

²⁾ The full expression for this term is "life cycle impact category indicator".

³⁾ The "potential environmental impacts" referred to in ISO 14040 are a subset of the "environmental impacts" referred to in ISO 14001 resulting from the use of the functional unit calculation. The "potential environmental impacts" are relative expressions, as they are related to the functional unit of a product system.

Environmental management — Life cycle assessment — Life cycle impact assessment

1 Scope

This International Standard describes and gives guidance on a general framework for the life cycle impact assessment (LCIA) phase of life cycle assessment (LCA), and the key features and inherent limitations of LCIA. It specifies requirements for conducting the LCIA phase and the relationship of LCIA to the other LCA phases.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 14001:1996, *Environmental management systems — Specification with guidance for use.*

ISO 14040:1997, *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.*

ISO 14041:1998, *Environmental management — Life cycle assessment — Goal and scope definition and life cycle inventory analysis.*

ISO 14043:2000, *Environmental management — Life cycle assessment — Life cycle interpretation.*

ISO 14050:1998, *Environmental management – Vocabulary.*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the following terms and definitions given in ISO 14001, ISO 14040, ISO 14041, ISO 14050 and the following apply.

3.1.1

life cycle inventory analysis result

LCI result

outcome of a life cycle inventory analysis that includes the flows crossing the system boundary and provides the starting point for life cycle impact assessment

3.1.2

impact category

class representing environmental issues of concern to which LCI results may be assigned

ISO 14042:2000(E)

3.1.3

life cycle impact category indicator

quantifiable representation of an impact category

NOTE The shorter expression "category indicator" is used throughout the text of this International Standard for improved readability.

3.1.4

category endpoint

attribute or aspect of natural environment, human health or resources, identifying an environmental issue of concern

NOTE Figure 2 illustrates this term in further detail.

3.1.5

characterization factor

factor derived from a characterization model which is applied to convert the assigned LCI results to the common unit of the category indicator

NOTE The common unit allows aggregation into category indicator result.

3.1.6

environmental mechanism

system of physical, chemical and biological processes for a given impact category, linking the LCI results to category indicators and to category endpoints

3.2 Abbreviated terms

LCA life cycle assessment

LCI life cycle inventory analysis

LCIA life cycle impact assessment

4 General description of LCIA

4.1 Aim of LCIA

LCIA aims to examine the product system from an environmental perspective using impact categories and category indicators connected with the LCI results. The LCIA phase also provides information for the life cycle interpretation phase.

4.2 Key features of LCIA

Key features of the LCIA are listed below.

- The LCIA phase, in conjunction with other LCA phases, provides a system-wide perspective of environmental and resource issues for one or more product system(s).
- LCIA assigns LCI results to impact categories. For each impact category, the category indicator is selected and the category indicator result, hereafter referred to as indicator result, is calculated. The collection of indicator results, hereafter referred to as the LCIA profile, provides information on the environmental issues associated with the inputs and outputs of the product system.
- LCIA is different from other techniques such as environmental performance evaluation, environmental impact assessment and risk assessment as it is a relative approach based on a functional unit. LCIA may use information gathered by these other techniques.

Clause 8 describes the inherent limitations of LCIA.

4.3 Elements of LCIA

4.3.1 The general framework of the LCIA phase is composed of several mandatory elements that convert LCI results to indicator results. In addition, there are optional elements for normalization, grouping or weighting of the indicator results and data quality analysis techniques. The LCIA phase is only one part of a total LCA study, and shall be coordinated with other phases of LCA as stated in annex A. The elements of the LCIA phase are illustrated in Figure 1.

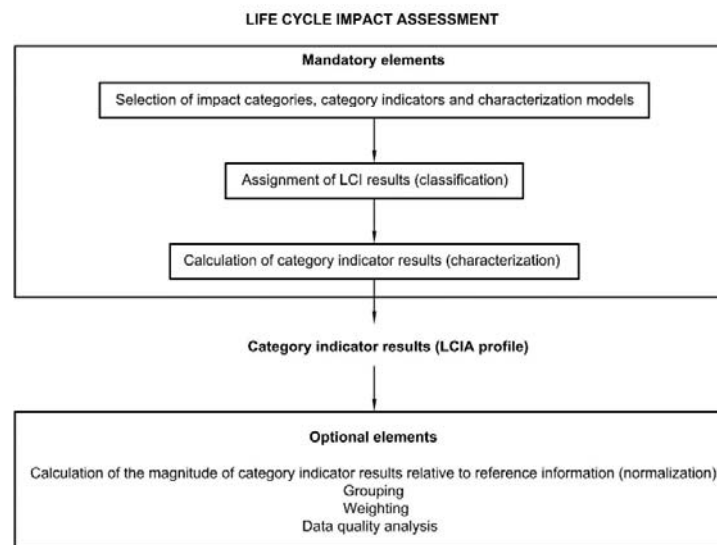


Figure 1 — Elements of the LCIA phase

Separation of the LCIA phase into different elements is necessary for several reasons.

- Each LCIA element is distinct and can be clearly defined.
- The goal and scope definition phase of an LCA study can consider each LCIA element separately.
- A quality assessment of the LCIA methods, assumptions and other decisions can be conducted for each LCIA element.
- LCIA procedures, assumptions and other operations within each element can be made transparent for critical review and reporting.
- The use of values and subjectivity, hereafter referred to as value-choices, within each element, can be made transparent for critical review and reporting.

ISO 14042:2000(E)

4.3.2 The mandatory LCIA elements are listed below.

- a) **Selection of impact categories, category indicators and characterization models;** identification of the impact categories, related category indicators and characterization models, category endpoints and the associated LCI results that the LCA study will address. For example, the climate change impact category represents emissions of greenhouse gases (LCI results) using infrared radiative forcing as the category indicator. See also Table 1.
- b) **Assignment of LCI results (classification)** to the impact categories.
- c) **Calculation of category indicator results (characterization).**

The indicator results for different impact categories together represent the LCIA profile for the product system.

Clause 5 describes in more detail the mandatory elements of LCIA mentioned above and in Figure 1, and provides specific requirements.

4.3.3 There are optional elements and information as listed below which can be used depending on the goal and scope of the LCA study.

- a) **Calculating the magnitude of category indicator results relative to reference information (normalization).**
- b) **Grouping:** sorting and possibly ranking of the impact categories.
- c) **Weighting:** converting and possibly aggregating indicator results across impact categories using numerical factors based on value-choices.
- d) **Data quality analysis:** better understanding the reliability of the collection of indicator results, the LCIA profile.

5 Mandatory elements

5.1 General

For the LCIA phase, the outcome of the mandatory elements is the collection of indicator results for the different impact categories.

5.2 Concept of category indicators

Figure 2 illustrates the concept of category indicators based on an environmental mechanism. Every impact category has its own environmental mechanism. The acidification impact category is used in Figure 2 as an example.

Characterization models reflect the environmental mechanism by describing the relationship between the LCI results, category indicators and in some cases category endpoint(s). The characterization model is used to derive the characterization factors. For each impact category, the necessary components include

- identification of the category endpoint(s),
- definition of the category indicator for given category endpoint(s),
- identification of appropriate LCI results that can be assigned to the impact category, taking into account the chosen category indicator and identified category endpoint(s), and
- identification of the characterization model and the characterization factors.

ISO 14042:2000(E)

This procedure facilitates the collection, assignment and characterization modelling of appropriate LCI results. This also helps to highlight the scientific and technical validity, assumptions, value-choices and degree of accuracy in the characterization model.

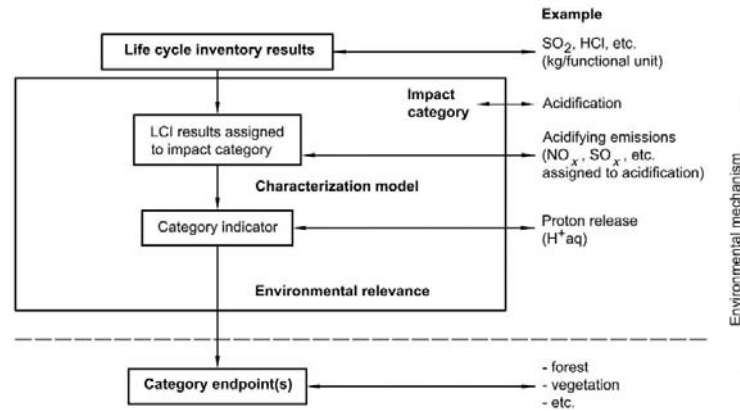


Figure 2 — Concept of category indicators

Table 1 provides examples of terms used in this International Standard. The environmental mechanism is the total of environmental processes related to climate change.

Table 1 — Example of terms

Term	Example
Impact category	Climate change
LCI results	Greenhouse gases
Characterization model	IPCC ^a model
Category indicator	Infrared radiative forcing (W/m ²)
Characterization factor	Global warming potential for each greenhouse gas (kg CO ₂ -equivalents/kg gas)
Indicator result	kg of CO ₂ -equivalents
Category endpoints	Coral reefs, forest, crops
Environmental reference	Degree of linkage between category indicator and category endpoint
NOTE Further examples are provided in ISO/TR 14047 [1].	
^a Intergovernmental Panel on Climate Change.	

5.3 Selection of impact categories, category indicators and characterization models

5.3.1 This subclause provides guidance and requirements for the selection of impact categories, category indicators and characterization models including the criteria for environmental relevance.

For most LCA studies, existing impact categories, category indicators or characterization models will be selected. Whenever impact categories, category indicators and characterization models are selected in an LCA study, the related information shall be referenced. The requirements and recommendations of this subclause apply to the

ISO 14042:2000(E)

referenced information. However, in some cases existing impact categories, category indicators or characterization models are not sufficient to fulfil the defined goal and scope of the LCA study, and new ones have to be defined. When new impact categories, category indicators or characterization models are defined, the requirements and recommendations in this subclause also apply.

The category indicator can be chosen anywhere along the environmental mechanism between the LCI results and the category endpoint(s) (see Figure 2).

5.3.2 The following requirements apply for the selection of impact categories, category indicators and characterization models:

- a) the selection of impact categories, category indicators and characterization models shall be consistent with the goal and scope of the LCA study;
- b) the sources for impact categories, category indicators and characterization models shall be referenced;
- c) the selection of impact categories, category indicators and characterization models shall be justified;
- d) accurate and descriptive names shall be provided for the impact categories and category indicators;
- e) the selection of impact categories shall reflect a comprehensive set of environmental issues related to the product system being studied, taking the goal and scope into consideration;
- f) the environmental mechanism and characterization model which relate the LCI results to the category indicator and provide a basis for characterization factors shall be described;
- g) the appropriateness of the characterization model used for deriving the category indicator in the context of the goal and scope of the study shall be described.

5.3.3 In addition, the following recommendations apply for the selection of impact categories, category indicators and characterization models:

- a) the impact categories, category indicators and characterization models should be internationally accepted, i.e. based on an international agreement or approved by a competent international body;
- b) the impact categories should represent the aggregated emissions or resource use of the product system on the category endpoint(s) through the category indicators;
- c) value-choices and assumptions made during the selection of impact categories, category indicators and characterization models should be minimized;
- d) the impact categories, category indicators and characterization models should avoid double counting unless required by the goal and scope definition, for example when the study includes both human health and carcinogenicity;
- e) the characterization model for each category indicator should be scientifically and technically valid, and based upon a distinct identifiable environmental mechanism and/or reproducible empirical observation;
- f) the extent to which the characterization model and the characterization factors are scientifically and technically valid should be identified;
- g) the category indicators should be environmentally relevant.

5.3.4 Depending on the environmental mechanism and the goal and scope, spatial and temporal differentiation of the characterization model relating the LCI results to the category indicator should be considered. The fate and transport of the substances should be part of the characterization model.

LCI results other than mass and energy flow data included in an LCA study, e.g. land use, shall be identified and their relationship to corresponding category indicators shall be determined.

ISO 14042:2000(E)

5.3.5 The environmental relevance of the category indicator or characterization model should be clearly stated in terms of the following criteria:

- a) the ability of the category indicator to reflect the consequences of the LCI results on the category endpoint(s), at least qualitatively;
- b) the addition of environmental data or information to the characterization model with respect to the category endpoint(s), including
 - the condition of the category endpoint(s),
 - the relative magnitude of the assessed change in the category endpoints,
 - the spatial aspects, such as area and scale,
 - the temporal aspects, such as duration, residence time, persistence, timing, etc.,
 - the reversibility of the environmental mechanism, and
 - the uncertainty of the linkages between the characterization model and the changes in the category endpoints.

5.4 Assignment of LCI results (classification)

This subclause provides guidance for assignment of LCI results to impact categories (often referred to as classification).

When LCI results are assigned to impact categories, environmental issues associated with the LCI results can be highlighted.

Assignment of LCI results to impact categories should consider the following, unless otherwise required by the goal and scope:

- assignment of LCI results which are exclusive to one impact category;
- identification of LCI results which relate to more than one impact category, including
 - distinction between parallel mechanisms, e.g. SO₂ is allocated between the impact categories of human health and acidification, and
 - allocation among serial mechanisms, e.g. NO_x may be assigned to both ground-level ozone formation and acidification.

If LCI results are unavailable or of insufficient data quality for the LCIA to achieve the goal and scope of the study, either an iterative data collection or an adjustment of the goal and scope is required.

5.5 Calculation of category indicator results (characterization)

This subclause provides guidance and requirements for calculation of indicator results (often referred to as characterization). The calculation involves the conversion of LCI results to common units and the aggregation of the converted results within the impact category. This conversion uses characterization factors. The outcome of the calculation is a numerical indicator result.

The method of calculating indicator results shall be identified and documented, including the value-choices and assumptions used.

The usefulness of the indicator results for a given goal and scope depends on the accuracy, validity and characteristics of the characterization models and characterization factors. The number and kind of simplifying

ISO 14042:2000(E)

assumptions and value-choices used in the characterization model for the category indicator also vary between impact categories. A trade-off often exists between characterization model simplicity and accuracy. Variation in the quality of category indicators among impact categories may influence the overall accuracy of the LCA study, for example

- the complexity of the environmental mechanisms between the system boundary and the category endpoint,
- the spatial and temporal characteristics, for example the persistence of a substance in the environment, and
- the dose-response characteristics.

Calculation of indicator results involves two steps:

- a) selection and use of characterization factors to convert the assigned LCI results to common units;
- b) aggregation of the converted LCI results into the indicator result.

One example of a category indicator is infrared radiative forcing. A characterization factor, in this case the global warming potential factor for each greenhouse gas, is used to calculate the converted LCI results for each gas in units of carbon dioxide equivalents. Their contributions are then aggregated into an indicator result in terms of total carbon dioxide equivalents.

Additional data about the environmental condition can enhance the meaning and usability of the indicator results. This issue may also be dealt with in the data quality analysis.

6 Optional elements

6.1 General

This clause describes three optional LCIA elements: normalization, grouping and weighting. These elements may use information from outside the LCIA framework. Such information should be justified and reported. Normalization employs baselines and/or reference information. Grouping and weighting employ value-choices.

6.2 Calculating the magnitude of the category indicator results relative to reference information (normalization)

The aim of the normalization of indicator results is to better understand the relative magnitude for each indicator result of the product system under study. Calculating the magnitude of indicator results relative to reference information (often referred to as normalization) is an optional element which may be helpful in, for example

- checking for inconsistencies,
- providing and communicating information on the relative significance of the indicator results, and
- preparing for additional procedures, such as grouping, weighting or life cycle interpretation.

This procedure transforms an indicator result by dividing it by a selected reference value. Some examples of reference values are

- the total emissions or resource use for a given area, which may be global, regional, national or local,
- the total emissions or resource use for a given area on a *per capita* basis or similar measurement, and
- a baseline scenario, such as a given alternative product system.

ISO 14042:2000(E)

The selection of the reference system should consider the consistency of the spatial and temporal scales of the environmental mechanism and the reference value.

The normalization of the indicator results changes the outcome of the mandatory elements of the LCIA phase. It may be desirable to use several reference systems to show the consequence on the outcome of mandatory elements of the LCIA phase. A sensitivity analysis may provide additional information about the choice of reference. The collection of normalized indicator results represents a normalized LCIA profile.

6.3 Grouping

Grouping is assigning impact categories into one or more sets as predefined in the goal and scope definition, and it may involve sorting and/or ranking. Grouping is an optional element with two possible procedures:

- to sort the impact categories on a nominal basis, e.g. by characteristics such as emissions and resources or global regional and local spatial scales;
- to rank the impact categories in a given hierarchy, e.g. high, medium, and low priority.

Ranking is based on value-choices.

The application and use of grouping methods shall be consistent with the goal and scope of the LCA study and it shall be fully transparent.

Different individuals, organizations, and societies may have different preferences, therefore it is possible that different parties will reach different ranking results based on the same indicator results or normalized indicator results.

6.4 Weighting

Weighting is the process of converting indicator results of different impact categories by using numerical factors based on value-choices. It may include aggregation of the weighted indicator results. Weighting is an optional element with two possible procedures:

- to convert the indicator results or normalized results with selected weighting factors;
- to possibly aggregate these converted indicator results or normalized results across impact categories.

Weighting steps are based on value-choices and are not based on natural science.

The application and use of weighting methods shall be consistent with the goal and scope of the LCA study and it shall be fully transparent. Different individuals, organizations and societies may have different preferences, therefore it is possible that different parties will reach different weighting results based on the same indicator results or normalized indicator results. In an LCA study it may be desirable to use several different weighting factors and weighting methods, and to conduct sensitivity analysis to assess the consequences on the LCIA results of different value-choices and weighting methods.

All weighting methods and operations used shall be documented to provide transparency. Data and indicator results or normalized indicator results reached prior to weighting should be made available together with the weighting results. This ensures that

- trade-offs and other information remain available to decision-makers and to others, and
- users can appreciate the full extent and ramifications of the results.

ISO 14042:2000(E)

7 Data quality analysis

Additional techniques and information may be needed to better understand the significance, uncertainty and sensitivity of the LCIA results in order to

- help distinguish if significant differences are or are not present,
- remove negligible LCI results, or
- guide the iterative LCIA process.

The need for and choice of techniques depend upon the accuracy and detail needed to fulfil the goal and scope of the LCA study.

The specific techniques and their purposes are described below.

- Gravity analysis (e.g. Pareto analysis) is a statistical procedure which identifies those data having the greatest contribution to the indicator result. These items may then be investigated with increased priority to ensure that sound decisions are made.
- Uncertainty analysis, as defined in ISO 14041, describes the statistical variability in data sets in order to determine if indicator results from the same impact category are significantly different from each other.
- Sensitivity analysis, as defined in ISO 14041, measures the extent to which changes, e.g. in the LCI results, characterization models, etc., influence the indicator results. Likewise, the extent to which modifications in the calculation procedures influence the LCIA profile can be examined.

Due to the iterative procedure of LCA, the result of the data quality analysis may further guide the LCI phase, e.g. refining cut-off criteria or collecting data that may have been excluded. See also annex A.

8 Limitations of LCIA

The LCIA addresses only the environmental issues that are identified in the goal and scope. Therefore, LCIA is not a complete assessment of all environmental issues of the product system under study.

LCIA has inherent limitations.

- LCIA is, wherever possible, a technical and scientific procedure. However, value-choices are used in the selection of impact categories, category indicators and characterization models, and in normalization, grouping, weighting and other procedures.
- LCIA typically excludes spatial, temporal, threshold and dose-response information, and combines emissions or activities over space and/or time. This may diminish the environmental relevance of the indicator result.
- Category indicators may vary in precision among impact categories, due to differences
 - between the characterization model and the corresponding environmental mechanism, e.g. spatial and temporal scales,
 - in the use of simplifying assumptions, and
 - within available scientific knowledge.
- LCIA results do not predict impacts on category endpoints, exceeding of thresholds, safety margins or risks.
- LCIA cannot always demonstrate significant differences among impact categories and the related indicator results of alternative product systems. This may be due to the

ISO 14042:2000(E)

- limited development of the characterization models used in characterization, sensitivity analysis and uncertainty analysis for the LCIA phase,
- limitations of the LCI phase, such as setting system boundaries that do not encompass all possible unit processes for a product system or include all inputs and outputs of every unit process, since there are cut-offs and data gaps,
- limitations of the LCI phase, such as insufficient LCI data quality which may for instance be caused by uncertainties or differences in allocation and aggregation procedures, and
- limitations in the collection of inventory data appropriate and representative for each impact category.

9 Comparative assertions disclosed to the public

This clause applies to the LCIA phase which provides support for comparative assertions disclosed to the public. Requirements given are in addition to those in ISO 14040:1997, 5.1.2.4 and clause 7, and ISO 14041:1998, clause 7.

LCIAs which support comparative assertions shall employ a sufficiently comprehensive set of category indicators. The comparison shall be conducted category indicator by category indicator. LCIA shall not provide the sole basis of comparative assertions of overall environmental superiority or equivalence as additional information may be necessary to overcome some of the limitations stated in clause 8.

Weighting, as described in 6.4, shall not be used for comparative assertions⁴⁾ disclosed to the public.

Category indicators used to support comparative assertions disclosed to the public should be internationally accepted. As a minimum, such category indicators shall be

- scientifically and technically valid, i.e. using a distinct identifiable environmental mechanism and/or reproducible empirical observation, and
- environmentally relevant, i.e. have sufficiently clear links to the category endpoint(s) including, but not limited to, spatial and temporal characteristics.

NOTE For additional information about environmental mechanism and environmental relevance, see clause 5.

An analysis of results for sensitivity and uncertainty shall be conducted for studies aimed at supporting comparative assertions.

10 Reporting and critical review

10.1 General

This clause provides requirements on the reporting and critical review of the LCIA results. These requirements are in addition to those listed in ISO 14040 and ISO 14041.

10.2 Reporting of LCIA

10.2.1 If a third-party report in accordance with ISO 14040:1997, clause 6, is prepared, the report shall include the following items:

⁴⁾ A comparative assertion is an "environmental claim regarding the superiority or equivalence of one product versus a product which performs the same function" [ISO 14040:1997].

ISO 14042:2000(E)

- a) the LCIA procedures, calculations and results of the study;
- b) limitations of the LCIA results relative to the defined goal and scope of the LCA study;
- c) the relationship of LCIA results to the defined goal and scope, see annex A;
- d) the relationship of the LCIA to the LCI results, see annex A;
- e) impact categories considered, including a rationale for their selection and a reference to their source;
- f) descriptions of or reference to all characterization models, characterization factors and methods used, including all assumptions and limitations;
- g) descriptions of or reference to all value-choices used in relation to impact categories, characterization models, characterization factors, normalization, grouping, weighting and, elsewhere in the LCIA, a justification for their use and their influence on the results, conclusions and recommendations;
- h) a statement that the LCIA results are relative expressions and do not predict impacts on category endpoints, exceedence of thresholds, safety margins or risks.

10.2.2 When included as a part of the LCA study, the following items shall also be included if a third-party report in accordance with ISO 14040:1997, clause 6, is prepared:

- a) a description and justification of the definition and description of any new impact categories, category indicators or characterization models used for the LCIA;
- b) a statement and justification of any grouping of the impact categories;
- c) any further procedures that transform the indicator results and a justification of the selected references, weighting factors, etc.;
- d) any analysis of the indicator results, for example sensitivity and uncertainty analysis or the use of environmental data, including any implication for the results;
- e) data and indicator results reached prior to any normalization, grouping or weighting shall be made available together with the normalized, grouped or weighted results;

10.2.3 In addition, for comparative assertions disclosed to the public, the report shall include the following items:

- a) an evaluation of the completeness of the LCIA;
- b) a statement as to whether or not international acceptance exists for the selected category indicators and a justification for their use;
- c) a justification for the scientific and technical validity and environmental relevance of the category indicators used in the study;
- d) the results of the uncertainty and sensitivity analyses;
- e) an evaluation of the significance of the differences found;
- f) if grouping is included in the LCA study:
 - the procedures and results used for grouping;
 - a statement that conclusions and recommendations derived from grouping are based on value-choices;
 - a justification of the criteria used for normalization and grouping (these can be personal, organizational or national value-choices);

ISO 14042:2000(E)

- the statement that "ISO 14042 does not specify any specific methodology or support the underlying value-choices used to group the impact categories";
- the statement that "The value-choices and judgements within the grouping procedures are the sole responsibilities of the commissioner of the study (e.g. government, community, organization, etc.)".

10.2.4 Where relevant, the items listed in this subclause should also be considered in the elaboration of other kinds of reports where LCIA results are used.

NOTE 1 A graphical presentation of LCIA results as part of the report may be useful, but it should be considered that this invites implicit comparisons and conclusions.

NOTE 2 Due to the inherent complexity of the LCIA phase, the above-mentioned documentation in addition to that required in ISO 14040 may be desired for internal and two-party reports.

10.3 Critical review

The type of critical review performed shall be defined as part of the goal and shall be consistent with ISO 14040:1997, 7.3.

When the LCA study is intended to be used for a comparative assertion disclosed to the public, a critical review shall be conducted as presented in ISO 14040:1997, 7.3.3.

For LCIA, the expertise of reviewers in the scientific disciplines relevant to the important impact categories of the study, in addition to other expertise and interest, shall be considered. The review should include the ability of the classification, characterization, normalization, grouping and weighting elements to support the life cycle interpretation phase of the LCA study.

ISO 14042:2000(E)

Annex A (normative)

Relationship of life cycle impact assessment to the LCA framework

A.1 General

The LCIA phase shall be carefully planned to achieve the goal and scope of an LCA study. Therefore, the relationship between LCIA and the other phases of LCA shall be clearly understood.

A.2 Relationship to goal and scope definition

The goal and scope definition phase should be reviewed in order to

- identify specific objectives for the LCIA phase of the LCA study,
- identify the environmental issues and concerns to be addressed,
- select the impact categories which address the identified environmental issues and concerns,
- identify the level of detail, scientific and technical validity, and environmental relevance necessary for the impact categories, category indicators and characterization models,
- select a category indicator for each impact category,
- identify other technical requirements and information related to the LCIA phase needed for the LCA study,
- identify the use of value-choices,
- determine the level of aggregation, e.g. spatial, for indicator results from different impact categories,
- determine the data quality analysis needs,
- identify the documentation and transparency requirements for reporting, which increase significantly from screening applications to comparative assertions disclosed to the public,
- define the reference(s) and calculations for each category indicator if transformation of category indicators with reference values is performed, and
- define the set of value-choices used and the procedures by which these are selected and applied if normalization, grouping or weighting are performed.

A.3 Relationship to life cycle inventory analysis

LCI analysis and LCIA are interdependent activities that require coordination. The characteristics of LCIA impact categories, category indicators and characterization models direct the collection of specific LCI data. The following shall be considered as possible omissions and sources of uncertainty:

- whether the quality of the LCI data and results are sufficient to conduct the LCIA in accordance with the study goal and scope definition;

ISO 14042:2000(E)

- whether the system boundary and data cut-off decisions have been sufficiently reviewed to ensure the availability of LCI results necessary to calculate indicator results for the LCIA;
- whether the environmental relevance of the LCIA indicator results is decreased due to the LCI functional unit calculation, system wide averaging, aggregation and allocation.

A.4 Relationship to life cycle interpretation

LCIA results feed into the life cycle interpretation phase. The degree of transparency and completeness are also important in view of the iterative nature of the LCA study. As life cycle interpretation should reflect the applications and limitations of the LCA study, it is important to examine

- the selection of impact categories, category indicators and characterization models, assignment of LCI results, and calculation of category indicator results,
- the assumptions and value-choices used,
- the effects of these decisions, assumptions, etc. on the indicator results,
- the need for or the results of sensitivity and uncertainty analyses, their relative contribution to the indicator results for impact categories, environmental data, and information from other environmental techniques,
- whether the LCIA results after quality assessment indicate that any significant differences do or do not exist, and
- whether these significant differences are meaningful to the environment.

ISO 14042:2000(E)

Bibliography

- [1] ISO/TR 14047 ⁵⁾, *Environmental management — Life cycle assessment — Examples for the application of ISO 14042.*

5) To be published.

ISO 14042:2000(E)

ICS 13.020.10; 13.020.60

Price based on 16 pages

© ISO 2000 – All rights reserved

ANEXO 02

PVSYST V6.39		29/07/15	Página 1/6
Sistema Aislado: Parámetros de la simulación			
Proyecto :	DEMO - Aapo		
Lugar geográfico	Arequipa	País	Peru
Ubicación	Latitud 16.3°S	Longitud	71.5°W
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT-5	Altitud	2730 m
Datos climatológicos:	Arequipa	Síntesis - MeteoNorm 7.1 station	
Variante de simulación :	Prueba Ecco		
	Fecha de simulación	29/07/15 17h25	
Parámetros de la simulación			
Plano recep.: Ajuste de inclinación estaciona	Acimut 0°	Estación invernal	J-A-S-A-M-J
	Inclinación estival 20°	Inclinación invernal	50°
Modelos empleados	Transposición Perez	Difuso	Erbs, Meteonorm
Características generador FV			
Módulo FV	Si-mono	Modelo	Mono 250 Wp 60 cells
<small>Custom parameters definition</small>		Fabricante	Generic
Superficie total	Superficie módulos	286 m²	Superf. célula 250 m ²
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (viento) 0.0 W/m ² K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	5.1 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas -0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo 0.05
Parámetro del Sistema	Tipo de sistema	Sistema Aislado con generador auxiliar	
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah	
	Fabricante	Generic	
Características del banco de baterías	Tensión	96 V	Capacidad Nominal 4800 Ah
	N° de unidades	8 en serie x 30 en paralelo	
	Temperatura	Fijo (20°C)	
Regulador	Modelo	Generic Default with MPPT converter	
	Tecnología	MPPT converter	Coef. temp. -5.0 mV/°C/elem.
Convertidor	Eficiencias Máx. y EURO	97.0/95.0 %	
Umbral de Regulación Baterías	Carga	108.0/104.6 V	Descarga 94.1/100.8 V
	Comando de Generador Auxiliar	94.6/103.2 V	
Generador auxiliar	Modelo	3 kW	
	Fabricante	Back-up generator	
	Potencia	3 kW	
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales	
	media	235 kWh/Día	

Sistema Aislado: Necesidades detalladas del usuario

Proyecto : DEMO - Aapo
Variante de simulación : Prueba Ecco

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Aislado con generador auxiliar
Orientación Campesina	Estación estacional: verano/invierno	20°/50°
Generador FV	N° de módulos	176
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah
banco de baterías	N° de unidades	240
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales globales
		acimut 0° Pnom total 44.0 kWp Tecnología errada, Gel Tensión/Capacidad 96 V / 4800 Ah global 85.7 MWh/año

Cons. domésticos diarios, Especificaciones mensuales, media = 235 kWh/día

Enero y Febrero

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	10 W/lámpara	5 h/día	1000 Wh/día	20	10 W/lámpara	6 h/día	1200 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	80 W/art.	6 h/día	7200 Wh/día	20	13 W/art.	6 h/día	1560 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	4 h/día	4000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1	34 W total	2 h/día	68 Wh/día	1	36 W total	2 h/día	72 Wh/día
Energía total diaria				212268 Wh/día				208832 Wh/día

Marzo y Abril

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	123 W/lámpara	6 h/día	14760 Wh/día	20	100 W/lámpara	6 h/día	12000 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	90 W/art.	6 h/día	10800 Wh/día	20	96 W/art.	6 h/día	11520 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1	8 W total	1 h/día	8 Wh/día	1	12 W total	1 h/día	12 Wh/día
Energía total diaria				231568 Wh/día				229532 Wh/día

Mayo y Junio

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	150 W/lámpara	6 h/día	18000 Wh/día	20	110 W/lámpara	6 h/día	13200 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	290 W/art.	6 h/día	34800 Wh/día	20	123 W/art.	6 h/día	14760 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1				1	10 W total	4 h/día	40 Wh/día
Energía total diaria				258800 Wh/día				234000 Wh/día

Julio y Agosto

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	100 W/lámpara	6 h/día	12000 Wh/día	20	100 W/lámpara	6 h/día	12000 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	115 W/art.	6 h/día	13800 Wh/día	20	109 W/art.	6 h/día	13080 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1	11 W total	6 h/día	66 Wh/día	1	13 W total	4 h/día	52 Wh/día
Energía total diaria				231866 Wh/día				231132 Wh/día

Septiembre y Octubre

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	100 W/lámpara	6 h/día	12000 Wh/día	20	100 W/lámpara	6 h/día	12000 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	145 W/art.	6 h/día	17400 Wh/día	20	228 W/art.	6 h/día	27360 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1	11 W total	3 h/día	33 Wh/día	1	9 W total	8 h/día	72 Wh/día
Energía total diaria				235433 Wh/día				245432 Wh/día

Noviembre y Diciembre

	Número	Potencia	Utilización	Energía	Número	Potencia	Utiliz.	Energía
Lámparas fluorescentes	20	110 W/lámpara	6 h/día	13200 Wh/día	20	110 W/lámpara	6 h/día	13200 Wh/día
TV/Magnetoscopio/PC	20	256 W/art.	6 h/día	30720 Wh/día	20	226 W/art.	6 h/día	27120 Wh/día
Electrodomésticos	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día	20	50 W/art.	6 h/día	6000 Wh/día
Frigorífico/Congelador	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día	20		6000 Wh/día	120000 Wh/día
Lavaplatos/Lavadora	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día	20		4000 Wh/día	80000 Wh/día
Otras utilidades	1	16 W total	5 h/día	80 Wh/día	1	16 W total	7 h/día	112 Wh/día
Energía total diaria				250000 Wh/día				246432 Wh/día

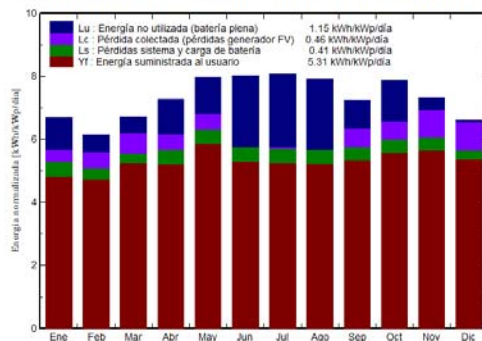
Sistema Aislado: Resultados principales

Proyecto : DEMO - Aapo
Variante de simulación : Prueba Ecco

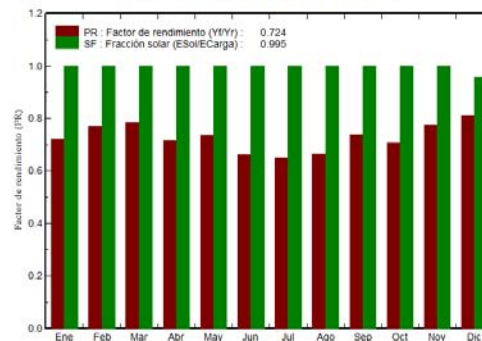
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Aislado con generador auxiliar
Orientación Campesina	Configuración estacional: verano/invierno	20°/50°
Generador FV	N° de módulos	176
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah
banco de baterías	N° de unidades	240
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales globales
		acimut 0° Pnom total 44.0 kWp errada, Gel 96 V / 4800 Ah 85.7 MWh/año

Resultados principales de la simulación	
Producción del Sistema	Energía disponible 106824 kWh/año
	Energía utilizada 85609 kWh/año
	Factor de rendimiento (PR) 72.4 %
Energía de reserva del generador	Energía de reserva 316 kWh/año
Inversión	Total incl. impuestos 34395 €
Costo anual	Anualidades (Préstamo 5.0%, 20 años) 2760 €/a.
Costo de energía	0.03 €/kWh
	Producción específica 2428 kWh/kWp/año
	Exced. (inutilizado) 18528 kWh/año
	Fracción solar SF 99.5 %
	Consumo combustible 190/año
	Específico 0.78 €/Wp
	Costo de explotación 228 €/a.

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 44.0 kWp



Factor de rendimiento (PR) y Fracción solar SF



Prueba Ecco
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Avail kWh	EUnused kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
Enero	229.1	200.4	8299	1341	6573	6580	0.999
Febrero	179.6	167.0	6722	687	5842	5847	0.999
Marzo	200.7	202.6	7941	682	7174	7179	0.999
Abril	195.5	212.7	8707	1478	6879	6886	0.999
Mayo	183.2	242.3	9859	1569	8013	8023	0.999
Junio	164.9	236.6	10334	3022	7011	7020	0.999
Julio	179.0	245.8	10654	3173	7178	7188	0.999
Agosto	201.5	239.5	10470	3015	7155	7165	0.999
Septiembre	220.1	210.6	8513	1201	7054	7063	0.999
Octubre	248.3	237.4	9639	1764	7599	7608	0.999
Noviembre	240.8	213.0	8196	512	7493	7500	0.999
Diciembre	232.8	198.1	7490	84	7638	7639	0.958
Año	2475.5	2606.1	106824	18528	85609	85699	0.995

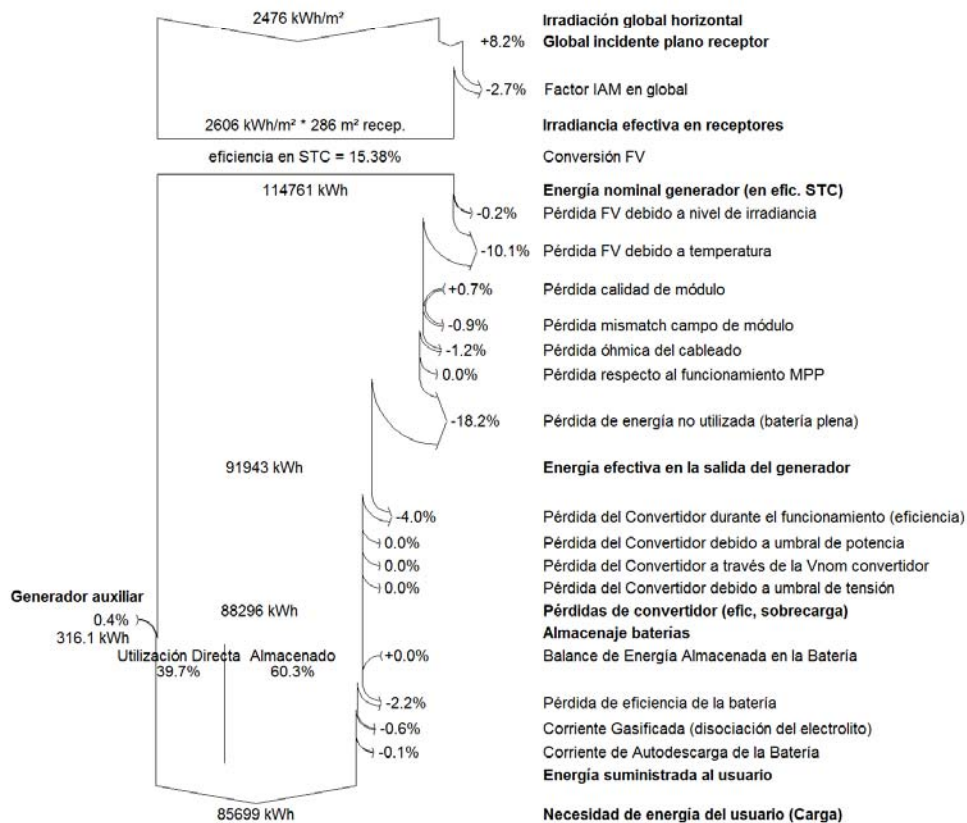
Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal E User Energía suministrada al usuario
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E Load Necesidad de energía del usuario (Carga)
 E Avail Energía Solar Disponible SolFrac Fracción solar (EUtilizada/Ecarga)
 EUnused Pérdida de energía no utilizada (batería plena)

Sistema Aislado: Diagrama de pérdidas

Proyecto : DEMO - Aapo
Variante de simulación : Prueba Ecco

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Aislado con generador auxiliar	
Orientación Campesina	Clasificación estacional: verano/invierno	20°/50°	acimut 0°
Generador FV	N° de módulos	176	Pnom total 44.0 kWp
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah	Tecnología errada, Gel
banco de baterías	N° de unidades	240	Tensión/Capacidad 96 V / 4800 Ah
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales	global 85.7 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVSYST V6.39		29/07/15	Página 5/6
Sistema Aislado: Evaluación económica			
Proyecto :		DEMO - Aapo	
Variante de simulación :		Prueba Ecco	
Parámetros principales del sistema			
Tipo de sistema	Aislado con generador auxiliar		
Orientación Campesina	Estación: verano/invierno	20°/50°	acimut 0°
Generador FV	N° de módulos	176	Pnom total 44.0 kWp
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah	Tecnología errada, Gel
banco de baterías	N° de unidades	240	Tensión/Capacidad 96 V / 4800 Ah
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales	global 85.7 MWh/año
Inversión			
Módulos FV (Pnom = 250 Wp)	176 unidades	198 € / unidad	34848 €
Soportes/Integración		65 € / módulo	11440 €
Baterías (12 V / 160 Ah)	240 unidades	94 € / unidad	22560 €
regulador / convertidor			1500 €
Ajustes, cableado, ...			750 €
Sustitución subestimada			-41950 €
Inversión bruta	(sin impuestos)		29148 €
Financiamiento			
Inversión bruta (sin impuestos)			29148 €
Impuestos sobre la inversión (IVA)	Tasa 18.0 %		5247 €
Inversión bruta (con IVA)			34395 €
Subsidios			0 €
Inversión neta (todos impuestos incluidos)			34395 €
Anualidades	(Préstamo 5.0 % sobre 20 años)		2760 €/año
manten.			0 €/año
seguro, impuestos anuales			0 €/año
Provisión para remplazo batería	(tiempo de vida 9.6 años)		0 €/año
Combustible para generador auxiliar	(Energía de reserva 316 kWh/año)		228 €/año
Costo total anual			2988 €/año
Costo de energía			
Energía solar utilizada			85.6 MWh / año
Energía excedente (batería plena)			18.5 MWh / año
Costo de energía utilizada			0.03 € / kWh

PVSYST V6.39	29/07/15	Página 6/6
Sistema Aislado: CO2 Balance		
Proyecto : DEMO - Aapo		
Variante de simulación : Prueba Ecco		
Parámetros principales del sistema		
Tipo de sistema	Aislado con generador auxiliar	
Orientación Campesina	Estación: verano/invierno	20°/50° acimut 0°
Generador FV	N° de módulos	176 Pnom total 44.0 kWp
Batería	Modelo	Solar 12V / 160 Ah Tecnología errada, Gel
banco de baterías	N° de unidades	240 Tensión/Capacidad 96 V / 4800 Ah
Necesidades de los usuarios	Cons. domésticos diarios	Especificaciones mensuales/global 85.7 MWh/año
Produced Emissions		
		Total: 71.29 tCO2
Source: Detailed calculation from table below		
Replaced Emissions		
		Total: 836.4 tCO2
System production:		106.82 MWh/a. Lifetime: 30 years
		Annual Degradation: 1.0 %
Grid Lifecycle Emissions:		261 gCO2/kWh
Source:		IEA List Country: Peru
CO2 Emission Balance		
		Total: 654.4 tCO2
System Lifecycle Emissions Details:		
Item	Modules	Supports
LCE	1713 kgCO2/kWp	1.74 kgCO2/kg
Quantity	40 kWp	1600 kg
Subtotal [kgCO2]	68509	2785
Saved CO2 Emission vs. Time		

ANEXO 03



CHRISTOF HORN Y CIA LTDA
ISO 9001:2008

Empresa certificada
ISO 9001:2015

Lista de Precios



Energía Solar Fotovoltaica, Energía Eólica e Hidráulica.

Somos Representantes, Distribuidores directos de fabrica de las marcas más prestigiosas del rubro energías renovables; SOLARWORLD AG, KOMAES SOLAR, ABB, Schneider Electric, SMA, STECA, SHURFLO, VICTRON ENERGY, PRIMUS WIND POWER, ABLAMP, DEKA SOLAR, NEWMAX.



Heliplast desde 1984, 30 años de experiencia.

CHRISTOF HORN Y CIA LTDA
Luis Thayer Ojeda 0180 of 904
Providencia - Santiago Chile
Fono Fax: (56-2) 23340800 – 23346904
E-mail: christof.horn@heliplast.cl
Pagina Web: www.heliplast.cl

Abril 2015

Nota: Valores sujetos a cambio sin previo aviso.



Red compra

MODULOS FOTOVOLTAICOS CON CERTIFICACION IEC 61215 y 61730
25 años de garantía por la potencia mínima garantizada



No olvide entrar a Botón "Oferta" para Distribuidores

CODIGO	DESCRIPCION	VALOR S/IVA	CON 19% IVA
*15152444K	MODULO KOMAES KM10P 10Wp 12V 0.66 Acc	\$ 18.000.-	\$ 21.420.-
*15155366K	MODULO KOMAES KM20P 20Wp 12V 1.23 Acc	\$ 29.000.-	\$ 34.510.-
15155350K	MODULO KOMAES KM50P 50Wp 12V 3.04 Acc	\$ 45.000.-	\$ 53.550.-
15155085K	MODULO KOMAES KM85P 85Wp 12V 5.10 Acc	\$ 75.000.-	\$ 89.250.-
15155300K	MODULO KOMAES KM100P 100Wp 12V 6.09 Acc	\$ 89.000.-	\$ 105.910.-
15155130K	MODULO KOMAES KM130P 130Wp 12V 7.65 Acc	\$ 116.000.-	\$ 138.040.-
15155250M	MODULO KOMAES KM250M 250Wp 36V 8.5 Acc	\$ 198.000.-	\$ 235.620.-
15152350P	MOD SOLARWORLD SW50P 50Wp 12V 2.95 Acc	\$ 88.000.-	\$ 104.720.-
151524852	MOD SOLARWORLD SW85RNA 85Wp 12V 5.20 Acc	\$ 102.000.-	\$ 121.380.-
15152140P	MOD SOLARWORLD SW145P 145Wp 12V 8.69 Acc	\$ 158.000.-	\$ 188.020.-
*15152140P	MOD SOLARWORLD SW150P 150Wp 12V 8.81 Acc	\$ 164.000.-	\$ 195.160.-
*15152790P	MOD Solarworld SW255 Poly 255 Watt 36V 8.75 A	\$ 278.000.-	\$ 330.820.-
15152750M	MOD Solarworld SW275 frame 2.0 Mono 275 Watt 36V 8.99 A	\$ 299.000.-	\$ 355.810.-
15152280M	MOD Solarworld SW280 frame 2.5 Mono 280 Watt 36V 9,71 A	\$ 305.000.-	\$ 362.950.-

Todos los módulos fotovoltaicos SOLARWORLD y KOMAES SOLAR tienen certificación IEC 61215 y IEC61730

* No hay disponibilidad a la fecha, o la cantidad es limitada, consulte por existencia al

Fono: (2) 23340800 / (2) 23346904 o al e-mail christof.horn@heliplast.cl



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS www.heliplast.cl

¡No se paga hoy!

TIPO DE MODULO	SW150P	SW85RNA	SW275M	KM100	SW50P	KM50	KM20	KM10	KS5T
<i>Valores eléctricos característicos</i>									
Potencia nominal Pmax (Wp)	150	85	275	100	50	50	20	10	5
Configuración	12V	12V	36V	12V	12V	12V	12V	12V	12V
Corriente nominal I MPP (A)	8,27	4,76	8,52	5,63	2,75	2,83	1,14	0,60	0,29
Tensión nominal V MPP (V)	18,3	17,9	32,3	17,79	18,2	17,78	17,5	17,56	17,4
Corriente de cortocircuito I sc (A)	8,81	5,02	8,99	6,09	2,95	3,04	1,23	0,66	0,31
Tensión de circuito abierto V oc (V)	22,5	22,1	38,5	21,56	22,1	21,5	21,5	21,52	21,7
<i>Valores físicos característicos</i>									
Largo (mm)	1508	958	1675	1170	680	750	520	380	205
Ancho (mm)	680	680	1001	680	680	510	340	290	352
Profundidad (mm)	34	34	34	35	34	35	28	28	22
Profundidad con caja de conexión (mm)	34	56	56	-	-	36	-	-	-
Peso (kg)	11,8	7,6	21,2	9,9	5,2	5	2,16	1,4	1,4

ABB **INVERSORES ON GRID, GRID TIE PARA CONEXIÓN A LA RED PUBLICA:**
ABB POWER ONE, SMA, STECA, Prontamente inversores ON GRID Schneider Electric
 Nota: Todos los Inversores ON GRID de ABB, SMA y STECA no aplica Descuento

Nota: Todos los Inversores ON GRID de ABB, SMA y STECA no aplica Descuento

ABB	CODIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR S/IVA	VALOR 19% IVA
INVERSORES ON GRID ABB SERIE MICRO INVERTERS MONOFASICOS 230 Volt 50Hz				
	1716250	INVERSOR ABB 0,25 I OUTD 250W 267 Wp 230 Volt AC 50 Hz	\$ 122.000.-	\$ 145.180.-
	1716300	INVERSOR ABB 0,30 I OUTD 300W 320 Wp 230 Volt AC 50 Hz	\$ 134.000.-	\$ 159.460.-
	1716301	Monitor Aurora CDD wireless comunicación para micro inversores	\$ 208.000.-	\$ 247.520.-
INVERSORES ON GRID ABB SERIE UNO MONOFASICO 230 Volt 50Hz				
	17162000	INVERSOR ABB UNO 2,0 OUTD-S 2.000 W 230 Volt 50Hz	\$ 771.000.-	\$ 917.490.-
	17162500	INVERSOR ABB UNO 2,5 OUTD-S 2.500 W 230 Volt 50Hz	\$ 838.000.-	\$ 997.220.-
INVERSORES ON GRID ABB SERIE TRIO MONOFASICO 230 Volt 50Hz / SIN TRANSFORMADOR				
	17163000	INVERSOR ABB PVI 3 OUTD-TL-S 3000 W 230 Volt 50Hz	\$ 832.000.-	\$ 990.080.-
	17163600	INVERSOR ABB PVI 3,6 OUTD-TL-S 3600 W 230 Volt 50Hz	\$ 932.000.-	\$ 1.109.080.-
	17165000	INVERSOR ABB PVI 5,0 OUTD-TL-S 5000 W 230 Volt 50Hz	\$ 1.100.000.-	\$ 1.309.000.-
INVERSORES ON GRID ABB SERIE TRIO TRIFASICO 400 Volt 50Hz / SIN TRANSFORMADOR				
	17166000	INVERSOR ABB PVI 6,0 OUTD-TL-FS 6000 W 400 Volt 50Hz	\$ 1.488.000.-	\$ 1.770.720.-
	17168000	INVERSOR ABB PVI 8,0 OUTD-TL-FS 8000 W 400 Volt 50Hz	\$ 1.720.000.-	\$ 2.046.800.-
INVERSORES ON GRID ABB SERIE TRIO TRIFASICO 400 Volt 50Hz / SIN TRANSFORMADOR				
	17110000	INVERSOR ABB PVI 10,0 OUTD-TL-FS 10.000 W 400 Volt 50Hz	\$ 1.848.000.-	\$ 2.199.120.-
	17112500	INVERSOR ABB PVI 12,5 OUTD-TL-FS 12.500 W 400 Volt 50Hz	\$ 2.058.000.-	\$ 2.449.020.-
INVERSORES ON GRID ABB SERIE TRIO TRIFASICO 400 Volt 50Hz / SIN TRANSFORMADOR				
	17120000	INVERSOR ABB TRIO 20,0 OUTD-TL-S2 20.000 W 400 Volt 50Hz	\$ 3.192.000.-	\$ 3.798.480.-
	17127600	INVERSOR ABB TRIO 27,6 OUTD-TL-S2 27.600 W 400 Volt 50Hz	\$ 3.676.000.-	\$ 4.374.440.-
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y MONITOREO ABB				
	1716111	AURORA LOGGER MAX VSN-MGR-MAX		
	1716112	AURORA VISION		
	1716113	AURORA EASY VIEW		
	1716114	AURORA WEATHER STATION VSN-ENVIRO-CMML		



Nota: Todos los Inversores ON GRID de ABB, Solarmax, SMA y STECA no aplican Descuento
 Inversores ON GRID, valores son solo para distribuidores autorizados por Heliplast S.A

**INVERSORES ON GRID, GRID TIE PARA CONEXIÓN A LA RED PUBLICA:
ABB POWER ONE, Schneider Electric Solar, STECA, SMA.**

	1515306 INVERSOR SMA SB1200 de 1200 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 705.000.- \$ 838.950.-
	1518160 INVERSOR SMA SB1300TL de 1300 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 706.000.- \$ 840.140.-
	1518162 INVERSOR SMA SB1600TL de 1600 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 755.000.- \$ 898.450.-
	1518163 INVERSOR SMA SB1700TL de 1700 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 873.000.- \$ 1.038.870.-
	1518164 INVERSOR SMA SB2100TL de 2100 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 875.000.- \$ 1.041.250.-
	15053TL INVERSOR SMA SB3000TL de 3000 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 1.194.000.- \$ 1.420.860.-
	1518165 INVERSOR SMA SB4000TL de 4000 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 1.268.000.- \$ 1.508.920.-
	15055TL INVERSOR SMA SB5000TL de 5000 Watt 230 Volt 50 Hz	\$ 1.450.000.- \$ 1.725.500.-
	15155TL INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 5.000TL	\$ 1.728.000.- \$ 2.056.320.-
	1518166 INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 6000TL	\$ 1.924.000.- \$ 2.289.560.-
	15178TL INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 8.000TL	\$ 2.440.000.- \$ 2.903.600.-
	15110TL INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 10.000TL	\$ 3.490.000.- \$ 4.153.100.-
	15115TL INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 15.000TL	\$ 3.765.000.- \$ 4.480.350.-
	1518167 INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 17.000TL	\$ 3.676.000.- \$ 4.374.440.-
	15120TL INVERSOR SMATRIFASICO SUNNY TRIPOWER 20.000TL	\$ 3.782.000.- \$ 4.500.580.-
	151500 Sistema monitoreo remoto SMA Web Box, Ethernet, 1GB	\$ 532.000.- \$ 633.080.-
	1515001 Sistema monitoreo remoto SMA Web Box Bluetooth, 1GB	\$ 484.000.- \$ 575.960.-
	1515001 Inversores SUNNY CENTRAL 500MV-20 / 630MV-20 / 800MV-20 / 1000MV-	\$ consultar valores

**INVERSORES ON GRID, GRID TIE PARA CONEXIÓN A LA RED PUBLICA:
ABB POWER ONE, Schneider Electric Solar, STECA, SMA.**

19183000	INVERSOR RL 3000 E 3 kW 160 - 500 VCC 3000 W 230 Volt AC 50 Hz	
19184000	INVERSOR RL 4000 E 4 kW 180 - 500 VCC 4000 W 230 Volt AC 50 Hz	
19185000	INVERSOR RL 5000 E 5 kW 180 - 500 VCC 5000 W 230 Volt AC 50 Hz	
19183000	INVERSOR CL20000 E 20 kW 350 - 800 VCC 20.000 W 400Volt AC 50 Hz	
19184000	INVERSOR CL25000 E 25 kW 430 - 800 VCC 25.000 W 400 Volt AC 50 Hz	

Consulte precio

**INVERSORES ON GRID, GRID TIE PARA CONEXIÓN A LA RED PUBLICA:
ABB POWER ONE, Schneider Electric Solar, STECA, SMA.**

1515301	INVERSOR Steca Grid 132 VCC 300 W 230 Volt AC 50 Hz	\$ 205.000.- \$ 243.950.-
1515302	INVERSOR Steca Grid 230 VCC 500 W 230 Volt AC 50 Hz	\$ 220.000.- \$ 261.800.-
1515360	INVERSOR Steca Grid 400 VCC 3600 W 230 Volt 50Hz	\$ 948.000.- \$ 1.128.120.-

Nota: Todos los Inversores ON GRID de ABB, SMA y STECA no aplican Descuento
Inversores ON GRID, valores son solo para distribuidores autorizados por Heliplast S.A

ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

CODIGO	DESCRIPCION	VALOR S/IVA	CON 19% IVA
15152361	SGM8 PARA 5 UNID SW85/75 o 4 SW130/140	\$ 305.000.-	\$ 362.950.-



REGULADORES DE CARGA, PMW
Display digital, programables, función nocturna,
Monitoreo remoto

	15152406	REGULADOR de carga SOLSUM 6.6 / 8.8	12/24 Volt 8 AMP	\$ 24.000.-	\$ 28.560.-
	15152437	REGULADOR de carga PRS1010	12/24 Volt 10 AMP	\$ 50.000.-	\$ 59.500.-
	15152415	REGULADOR de carga PRS1515	12/24 Volt 15 AMP	\$ 54.000.-	\$ 64.260.-
	15152425	REGULADOR de carga PRS2020	12/24 Volt 20 AMP	\$ 59.000.-	\$ 70.210.-
	15152432	REGULADOR de carga PRS3030	12/24 Volt 30 AMP	\$ 78.000.-	\$ 92.820.-
	15152415B	REGULADOR de carga + LCD PR1515	12/24 Volt 15 AMP	\$ 93.000.-	\$ 110.670.-
	15152435	REGULADOR de carga + LCD PR3030	12/24 Volt 30 AMP	\$ 124.000.-	\$ 147.560.-
	15152379N	New REGULADOR TAROM 4545	12/24 Volt 45 AMP	\$ 256.000.-	\$ 304.640.-
	15152380N	New REGULADOR TAROM 4545 - 48	12/24/48 Volt 45 AMP	\$ 284.000.-	\$ 337.960.-
	15152070	REGULADOR POWER TAROM 2070	12/24 V 70 Amp	\$ 1.050.000.-	\$ 1.249.500.-
	15152140	REGULADOR POWER TAROM 2140	12/24 V 140 Am	\$ 1.359.000.-	\$ 1.617.210.-
	15154055	REGULADOR POWER TAROM 4055	48 V 55 Amp	\$ 1.198.000.-	\$ 1.425.620.-
	15154110	REGULADOR POWER TAROM 4110	48 V 110 Amp	\$ 1.534.000.-	\$ 1.825.460
	15154140	REGULADOR POWER TAROM 4140	48 V 140 Amp	\$ 1.756.000.-	\$ 2.089.640.-
	15154148	REGULADOR Morningstar Prostar PS-30	12/24 V 30 Amp	\$ 127.000.-	\$ 151.130.-



REGULADORES DE CARGA MPPT

	15152475	REGULADOR STECA MPPT 2010	100V -12/24 Volt 20 AMP	\$ 209.000.-	\$ 248.710.-
	15151370	REGULADOR STECA TAROM MPPT 6000	200V -12/2/48 Volt 60A	\$ 839.000.-	\$ 998.410.-
	15157150	MORNINGSTAR TRISTAR TS MPPT 45	45A 150V P/ 12/24/36/48 V	\$ 420.000.-	\$ 499.800.-
	15157160	MORNINSGTAR TRISTAR TS MPPT 60	60A 150V P/ 12/24/36/48 V	\$ 529.000.-	\$ 629.510.-
	15157100	MORNINGSTAR TRISTAR METER DISPLAY Digital para TS MPPT		\$ 86.000.-	\$ 102.340.-
	15153071	REGULADOR Victron Blue solar MPPT 75/15	75V para 12/24-15 A	\$ 82.000.-	\$ 97.580.-
	15153071	REGULADOR Victron Blue solar MPPT 100/15	75V para 12/24-15 A	\$ 100.000.-	\$ 119.000.-
	15153050	REGULADOR Victron Blue solar MPPT 100V P	12/24/36/48V 50 A	\$ 299.000.-	\$ 355.810.-
	15153070	REGULADOR Victron Blue solar MPPT 150V P	12/24/36/48V 70 A	\$ 564.000.-	\$ 671.160.-
	15153070	REGULADOR Victron Blue solar MPPT 150V P	12/24/36/48V 85 A	\$ 634.000.-	\$ 754.460.-

Nota: Valores sujetos a cambio sin previo aviso.



De' se paga hoy!

		INVERSORES OFF GRID DE ONDA SINUSOIDAL PURA			
CODIGO	DESCRIPCION	VALOR S/IVA	CON 19% IVA		
	15152411 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 180W 220 Volt 50 Hz	\$ 92.000.-	\$ 109.480.-		
	15152412 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 180W 220 Volt 50 Hz	\$ 92.000.-	\$ 109.480.-		
	15151702 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 350W 220 Volt 50 Hz	\$ 120.000.-	\$ 142.800.-		
	15151703 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 350W 220 Volt 50 Hz	\$ 120.000.-	\$ 142.800.-		
	15151704 INVERSOR PHOENIX SINUS 48 V 350W 220 Volt 50 Hz	\$ 134.000.-	\$ 159.460.-		
	15152399 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 800W 220 Volt 50 Hz	\$ 299.000.-	\$ 355.810.-		
	15152750 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 800W 220 Volt 50 Hz	\$ 299.000.-	\$ 355.810.-		
	15301200 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 1200W 220 Volt 50 Hz	\$ 520.000.-	\$ 618.800.-		
	15152380 INVERSOR PHOENIX SINUS 48 V 800W 220 Volt 50 Hz	\$ 304.000.-	\$ 361.760.-		
	15152327 INVERSOR PHOENIX SINUS 48 V 1200W 220 Volt 50 Hz	\$ 468.000.-	\$ 556.920.-		
	15151600 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 1600W 220 Volt 50 Hz	\$ 648.000.-	\$ 771.120.-		
	15241600 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 1600W 220 Volt 50 Hz	\$ 648.000.-	\$ 771.120.-		
	15123000 INVERSOR PHOENIX SINUS 12 V 3000W 220 Volt 50 Hz	\$ 1.192.000.-	\$ 1.418.480.-		
	15243000 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 3000W 220 Volt 50 Hz	\$ 1.192.000.-	\$ 1.418.480.-		
	15245000 INVERSOR PHOENIX SINUS 24 V 5000W 220 Volt 50 Hz	\$ 1.876.000.-	\$ 2.232.440.-		
	15485000 INVERSOR PHOENIX SINUS 48 V 5000W 220 Volt 50 Hz	\$ 1.876.000.-	\$ 2.232.440.-		
		INVERSORES DE ONDA SINUSOIDAL PURA CON CARGADOR DE BATERÍAS			
	15209800 INVER. MULTI PLUS 12V 800 W con cargador de 35 AMP	\$ 638.000.-	\$ 759.220.-		
	15209824 INVER. MULTI PLUS 24V 800 W con cargador de 16 AMP	\$ 638.000.-	\$ 759.220.-		
	15201200 INVER. MULTI PLUS 12V 1200 W con cargador de 50 AMP	\$ 799.000.-	\$ 950.810.-		
	15201224 INVER. MULTI PLUS 24V 1200 W con cargador de 25 AMP	\$ 799.000.-	\$ 950.810.-		
	15201600 INVER. MULTI PLUS 12V 1600 W con cargador de 70 AMP	\$ 907.000.-	\$ 1.079.330.-		
	15241600 INVER. MULTI PLUS 24V 1600 W con cargador de 40 AMP	\$ 907.000.-	\$ 1.079.330.-		
	15201695 INVER. MULTI PLUS 12V 3000 W con cargador de 120 AMP	\$ 1.402.000.-	\$ 1.668.380.-		
	15201698 INVER. MULTI PLUS 24V 3000 W con cargador de 70 AMP	\$ 1.402.000.-	\$ 1.668.380.-		
	152450120 INVER. MULTI PLUS 24V 5000 W con cargador de 120 AMP	\$ 2.402.000.-	\$ 2.858.380.-		
	154850070 INVER. MULTI PLUS 48V 5000 W con cargador de 70 AMP	\$ 2.402.000.-	\$ 2.858.380.-		
	154858200 INVER. QUATTRO 24V 8000 W con cargador de 200 AMP	\$ 3.155.000.-	\$ 3.754.450.-		
	154858300 INVER. QUATTRO 48V10000 W con cargador de 140 AMP	\$ 3.453.000.-	\$ 4.109.070.-		
		CARGADORES DE BATERIAS Y CONVERTIDORES DC-DC			
	162016880 CARGADOR . CENTAUR 12/80 (3) de 12Volt 80 AMP	\$ 638.000.-	\$ 759.220.-		
	162016886 CARGADOR . CENTAUR 12/60 (3) de 12Volt 60 AMP	\$ 389.000.-	\$ 462.910.-		
	162016980 CARGADOR . CENTAUR 24/60 (3) de 24Volt 60 AMP	\$ 705.000.-	\$ 838.950.-		
	162016950 CARGADOR . SKYLLA TG 24/50 1+1 de 24Volt 50 AMP	\$ 664.000.-	\$ 790.160.-		
	162016912 CARGADOR . SKYLLA -i 24/80 (3) de 24Volt 50 AMP	\$ 1.214.000.-	\$ 1.444.660.-		
	162450100 CARGADOR . SKYLLA TG 24/100 1+1 de 24Volt 100 AMP	\$ 1.335.000.-	\$ 1.588.650.-		
	164850025 CARGADOR . SKYLLA TG 48/25 1+1 de 48Volt 25 AMP	\$ 797.000.-	\$ 948.430.-		
	164850050 CARGADOR . SKYLLA TG 48/50 1+1 de 48Volt 50 AMP	\$ 1.418.000.-	\$ 1.687.420.-		
	164812360 CONVERTIDOR DC-DC . ORION 12/24 de 15 AMP 360W	\$ 212.000.-	\$ 252.280.-		
	164850360 CONVERTIDOR DC-DC ORION 24/12 de 30 AMP 360W	\$ 212.000.-	\$ 252.280.-		
	164850015 CONVERTIDOR DC-DC ORION 48/24 de 15 AMP 360W	\$ 212.000.-	\$ 252.280.-		
Lista de accesorios de productos Steca y Victron energy en última página.					



newmax

BATERIAS DE CICLO PROFUNDO 12 VOLT DEL TIPO AGM, GEL
BANCOS DE BATERIAS PARA USO INDUSTRIAL



¡Paga y paga hoy!

CODIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR S/IVA	VALOR 19% IVA
15153100	Baterías MEGATRON 100 A/h MG-27DC 12 V plomo acido sellada USA	\$ 94.000.-	\$ 111.860.-
15152100	Batería DEKA SOLAR GEL 8G31DT de 98 A/h en 12 Volt made USA	\$ 214.000.-	\$ 254.660.-
15152200	Batería DEKA SOLAR GEL 8G8D de 225 A/h en 12 Volt made USA	\$ 493.000.-	\$ 586.670.-
15182100	Batería NEWMAX GEL SG1000H de 100 A/h en 12 Volt made Corea	\$ 124.000.-	\$ 147.560.-
15182200	Batería NEWMAX GEL SG2000H de 220 A/h en 12 Volt made Corea	\$ 299.000.-	\$ 355.810.-

Nota: Las baterías de ciclo profundo no tienen descuentos



BOMBAS DE AGUA DE CORRIENTE CONTINUA DE SUPERFICIE Y
POZO PROFUNDO



15149406	Bomba 2088-443-144 superficie SH 12V 15 lt/min 45 PSI 25 mts	\$ 83.000.-	\$ 98.770.-
15149401	Bomba 2088-474-144 superficie SH24 24V 15 lt/min 45 PSI 25 mts	\$ 88.000.-	\$ 104.720.-
15150665	Bomba 8002-793-238 superficie SH2 12V 7 lt/min 100 PSI 70 mts	\$ 95.000.-	\$ 113.050.-
15150660	Bomba 8007-593-836 superficie SHB 12V 7 lt/min 60 PSI 35 mts	\$ 84.000.-	\$ 99.960.-
15149408	Bomba 2088-573-534 superficie SHR 12/24V 7/15 lt/min 45 psi 30 mts	\$ 159.000.-	\$ 189.210.-
15150761	Bomba SHURFLO 9300 SUMERGIBLE 12/24V 100psi 70 mts	\$ 632.000.-	\$ 752.080.-
15150761	Controlador optimizador SHURFLO modelo 902-100 con Float Switch	\$ 112.000.-	\$ 133.280.-



Nota: Valores sujetos a cambio sin previo aviso

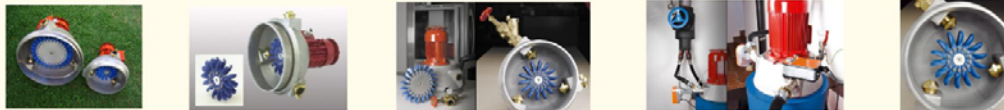
¡Paga y paga hoy!

Lámparas, Luminarias Públicas y Focos de bajo consumo En corriente continua 12 VOLT



CODIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR S/IVA	VALOR 19% IVA
15151186	Lámparas eficientes de bajo consumo Calida E-27 7W 12 Volt	\$ 5.900.-	\$ 7.021.-
15151184	Lámparas bajo consumo tipo Globo Calida E-27 7W 12 Volt	\$ 5.900.-	\$ 7.021.-
15151182	Lámparas eficientes de bajo consumo Calida E-27 11W 12 Volt	\$ 5.900.-	\$ 7.021.-
15151183	Lámpara 12LED tipo globo de luz blanca 12 Volt 1.17 W	\$ 5.500.-	\$ 6.545.-
15149115	Lámparas MR16-15 LED Luz Blanca 12 Volt 1.44 W - 57LM	\$ 5.500.-	\$ 6.545.-
15149104	Lámparas LED Corn - 4 Luz Blanca 12 Volt 4 W E-27	\$ 15.000.-	\$ 17.850.-
15149199	Foco PAR38-99 LED LUZ Blanca 12 Volt 9 W - 374 LM	\$ 19.000.-	\$ 22.610.-
15181902	Luminaria Publica SA1-18 de 18W en 12Volt Philips Led 1750 lm/W	\$ 95.000.-	\$ 113.050.-
15181901	Luminaria Publica SJ6M de 56W en 12Volt Philips Led 5600 lm/W	\$ 210.000.-	\$ 249.900.-

Micro Turbinas Hidroeléctricas desde 100 a 1000W para cargas de 24Volt DC



1515900	MICRO TURBINA KT100 100W en 36 Volt AC con rectificador AC/DC y regulador MPPT Hmax 35 mts / Hmin 3 mts / Qmax 3,5 l/seg / Qmin 0,5 l/seg	\$ 3.490.000.-	\$ 4.153.100.-
1515902	MICRO TURBINA KT340 340W en 36 Volt AC con rectificador AC/DC y regulador MPPT Hmax 35 mts / Hmin 7 mts / Qmax 3,5 l/seg / Qmin 0,5 l/seg	\$ 3.950.000.-	\$ 4.700.500.-
1515901	MICRO TURBINA KT1100 1000W en 36 Volt AC con rectificador AC/DC y regulador MPPT Hmax 70 mts / Hmin 12 mts / Qmax 6 l/seg / Qmin 0,5 l/seg	\$ 5.189.000.-	\$ 6.174.910.-

Además deberá considerar el banco de batería 24Volt, inversor según necesidad, como también los materiales eléctricos y la mano de obra para la instalación. **Nota: Las turbinas no tienen descuento.**



Generadores Eólicos



Air-X Marine

171858	Generador AIR X marine 400 Watt 12 Volt DC	\$ 1.055.000.-	\$ 1.255.450.-
171859	Generador AIR X marine 400 Watt 24 Volt DC	\$ 1.055.000.-	\$ 1.255.450.-

* Los generadores Eólicos AIR-X 400 tienen regulador incorporado, se debe considerar además las baterías, inversor etc, ver componentes en la lista.

No incluye la mano de obra para la instalación que dependerá de las características del lugar y de la ingeniería de detalle.

Nota: Valores sujetos a cambio sin previo aviso

ACCESORIOS PARA EQUIPOS

1.- Accesorios STECA SOLAR

www.stecasolar.com



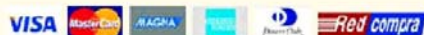
CODIGO	DESCRIPCIÓN	VALOR S/IVA	VALOR 19% IVA
15170102	PA TARCUM 01 Data logger para conexión a PC	\$ 550.000.-	\$ 654.500.-
15170103	PA TARCUM RMT Data logger para conexión vía Modem	\$ 1.044.000.-	\$ 1.242.360.-
15170104	PA TARCUM GSM Data logger para conexión GSM	\$ 1.140.000.-	\$ 1.356.600.-
15170105	PA TARCUM ETHERNET Data logger via Ethernet	\$ 940.000.-	\$ 1.118.600.-
15170106	PA CAB1 cable de conexión para PC con lectura tiempo real	\$ 68.000.-	\$ 80.920.-
15149341	CONTROLADOR DE PARTIDA PA15 para TAROM 15 A	\$ 132.000.-	\$ 157.080.-
15170107	PA RC100 Programador para Reguladores Solsum, PRS, Mppt	\$ 158.000.-	\$ 188.020.-
15149342	PA HS200 SENSOR DE CORRIENTE Shunt para Tarom	\$ 332.000.-	\$ 395.080.-
15170000	STECA GRID AC CONECTOR Macho para 300 y 500	\$ 2.000.-	\$ 2.380.-
15170001	Display ALD 1 visor Potencia Inyectada Steca Grid 300 y 500	\$ 64.000.-	\$ 76.160

2.- Accesorios Victron Energy

www.victronenergy.com



15170108	MK2-USB Victron Interface para Multi plus y Quattro	\$ 52.000.-	\$ 61.880.-
15170118	Victron Ethernet Remote para monitoreo remoto	\$ 434.000.-	\$ 516.460.-
15170109	BMV-700 Monitor de Batería con Shunt y relé contacto seco	\$ 120.000.-	\$ 142.800.-
15170110	BMV-700S Monitor de Batería con Shunt y relé contacto seco	\$ 158.000.-	\$ 188.020.-
15170140	BMV-700H Monitor de Batería con Shunt y relé contacto seco	\$ 608.000.-	\$ 723.520.-
15170145	Color Control GX	\$ 435.000.-	\$ 517.650.-
15170111	MC4 conector macho y hembra de 1 metro con cable 4mm2	\$ 8.800.-	\$ 10.472.-



Nota: Valores sujetos a cambio sin previo aviso

¡No se paga hoy!

ANEXO 04

COMPARACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR ELECTRICIDAD (en Toneladas por GWh producido):								
Fuente de Energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
Carbón	1,058.2	2.986	2.971	1.626	0.267	0.102	-	1,066.152
Gas Natural	824	0.251	0.336	1.176	TR	TR	-	825.763
Nuclear	8.6	0.034	0.029	0.003	0.018	0.001	3.641	12.326
Fotovoltaica	5.9	0.008	0.023	0.017	0.003	0.002	-	5.953
Biomasa	-	0.614	0.154	0.512	11	0.768	-	13.409
Geotérmica	56.8	TR	TR	TR	TR	TR	-	56.8
Eólica	7.4	TR	TR	TR	TR	TR	-	7.4
Solar Térmica	3.6	TR	TR	TR	TR	TR	-	3.6
Hidráulica	6.6	TR	TR	TR	TR	TR	-	6.6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.

ANEXO 05

PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA EN EL PERÚ POR TIPO DE RECURSO ENERGETICO (GW.h)

RECURSO ENERGETICO	2010		2011		2012		2013		2014	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
AGUA	18964.56	58.48%	20404.12	57.94%	20848.60	55.86%	21128.56	53.26%	21002.91	50.25%
GAS NATURAL	11446.53	35.30%	13462.19	38.23%	15340.47	41.10%	17035.72	42.94%	19910.03	47.64%
D2.RESIDUAL	871.34	2.69%	531.45	1.51%	354.10	0.95%	245.84	0.62%	87.70	0.21%
CARBON	1066.92	3.29%	732.36	2.08%	555.50	1.49%	836.59	2.11%	163.21	0.39%
BAGAZO	77.48	0.24%	84.31	0.24%	133.45	0.36%	194.62	0.49%	146.11	0.35%
BIOGAS			3.00	0.01%	29.36	0.08%	31.17	0.08%	30.32	0.07%
SOLAR					59.70	0.16%	196.93	0.50%	199.30	0.48%
EOLICO									256.31	0.61%
TOTAL	32426.83		35217.43		37321.18		39669.43		41795.89	

Fuente: Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES SINAC).

ANEXO 06

COSTOS DE CONTAMINACION POR TIPO DE RECURSOS EN LOS RECEPTORES						
Fuente de Energía	RECEPTORES (US\$/MWh)					
	Salud	Biodiversidad	Cultivos	Materiales Construcción	Cambio Climático	Total
Diésel	6.38	0.52	0.06	0.03	2.12	9.11
Gas Natural	2.08	0.39	0.07	0.03	9.19	11.76
Carbón	6.12	0.59	0.08	0.04	12.71	19.54
Hidráulica	0.12	0.01	0.00	0.00	0.06	0.19
Nuclear	0.01					0.01
Eólica	0.25	0.01	0.00	0.01	0.09	0.36
Biomasa	2.50	0.27	0.07	0.04	0.53	3.41
Geotérmica						1.04
Solar FV	1.47	0.07	0.01	0.02	0.40	1.97
Biogás RS	2.85	0.10	0.01	0.09	0.16	3.21

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.

ANEXO 07

SISTEMA ACTUAL CONSUMO ENERGIA DE LA RED (FLUJO DESCONTADO)

	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Tipo de Cambio	3.19											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Crecimiento Consumo kWh	0	0.01										
Costo kWh (variación)	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Tipo de Cambio	3.19											
Consumo kWh Anual	79357	84459	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304
Costo Promedio kWh	0.52305	0.53874	0.54951	0.56050	0.57171	0.58315	0.59481	0.60671	0.61884	0.63122	0.64384	0.65672
Costo kWh Anual	41507	45501	46875	47813	48769	49745	50739	51754	52789	53845	54922	56020
Alumbrado Publico	2241	2457	2531	2582	2634	2686	2740	2795	2851	2908	2966	3025
Costo IGv	7875	8633	8893	9071	9252	9438	9626	9819	10015	10216	10420	10628
Otros	855	937	966	985	1005	1025	1045	1066	1087	1109	1131	1154
Total Costos	52479	57528	59265	60451	61660	62893	64151	65434	66743	68077	69439	70828
Costos Hoy		57528	51069	44886	39452	34675	30477	26787	23544	20694	18188	15986
	Soles	363288										
	US\$	113883										

ANEXO 08

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO (FLUJO DESCONTADO)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Crecimiento Consumo kWh		0	0.01									
Costo kWh (variación)		0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Tipo de Cambio		3.19	3.25	3.32	3.39	3.46	3.53	3.60	3.67	3.74	3.81	3.89
Devaluación	0.02	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo kWh Anual SFV	79357	84459	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304
Costo Promedio kWh	0.52305	0.53874	0.54951	0.56050	0.57171	0.58315	0.59481	0.60671	0.61884	0.63122	0.64384	0.65672
Ahorro por kWh Anual		45501	46875	47813	48769	49745	50739	51754	52789	53845	54922	56020
Ahorro x Alumbrado Publico		2457	2531	2582	2634	2686	2740	2795	2851	2908	2966	3025
Ahorro x IGV		8633	8893	9071	9252	9438	9626	9819	10015	10216	10420	10628
Ahorro x Otros		937	966	985	1005	1025	1045	1066	1087	1109	1131	1154
Total Ahorro		57528	59265	60451	61660	62893	64151	65434	66743	68077	69439	70828
INVERSIÓN		160586										
Ahorros Hoy	-148980	57528	51069	44886	39452	34675	30477	26787	23544	20694	18188	15986
	Soles	-148980										
	US\$	-46702										

ANEXO 09

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CON INTERCONEXION A LA RED (FLUJO DESCONTADO)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Crecimiento Consumo kWh		0	0.01									
Costo kWh (variación)		0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Tipo de Cambio		3.19	3.25	3.32	3.39	3.46	3.53	3.6	3.67	3.74	3.81	3.89
Devaluación	0.02	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo kWh Anual	79357	84459	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304	85304
Consumo kWh Anual RED	22%	18581	18767	18767	18767	18767	18767	18767	18767	18767	18767	18767
Costo Promedio kWh	0.52305	0.53874	0.54951	0.56050	0.57171	0.58315	0.59481	0.60671	0.61884	0.63122	0.64384	0.65672
Ahorro por kWh Anual		35491	36563	37294	38040	38801	39577	40368	41176	41999	42839	43696
Ahorro x Alumbrado Publico		1917	1974	2014	2054	2095	2137	2180	2223	2268	2313	2360
Ahorro x IGV		6733	6937	7075	7217	7361	7509	7659	7812	7968	8127	8290
Ahorro x Otros		731	753	768	784	799	815	832	848	865	882	900
Total Ahorro		44872	46227	47152	48095	49057	50038	51038	52059	53100	54162	55246
Costo kWh Anual		10010	10313	10519	10729	10944	11163	11386	11614	11846	12083	12325
Alumbrado Publico		541	557	568	579	591	603	615	627	640	652	666
Costo IGV		1899	1957	1996	2036	2076	2118	2160	2203	2247	2292	2338
Otros		206	212	217	221	225	230	235	239	244	249	254
Total Costo		12656	13038	13299	13565	13836	14113	14395	14683	14977	15277	15582
Flujo Neto		32216	33189	33852	34529	35220	35924	36643	37376	38123	38886	39664
INVERSIÓN		68275										
Ahorros Hoy	-14356	32216	28599	25136	22093	19418	17067	15001	13185	11589	10186	8952
Soles	-14356											
US\$	-4500											

ANEXO 10

Ahorremos Energía y Salvemos el Planeta, Proyecto 1 (MINAM – FONAFE)

Portal de Cambio Climático: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/ahorremos-energia-y-salvemos-el-planeta-proyecto-1/>

Ejecutor en el Perú: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Solicitante: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Sector: Energía (Proyecto MDL de pequeña escala).

Localización Geográfica: El proyecto se llevará a cabo en las regiones de La Libertad, Ancash y Cajamarca (provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo), en la zona norte del Perú.

Se refieren a la sustitución de lámparas incandescentes convencionales por lámparas fluorescentes compactas en hogares ubicados dentro de las concesiones de distribución de energía eléctrica de la empresa Hidrandina, la cual se divide en las siguientes unidades:

- Trujillo
- La Libertad Norte
- Cajamarca (provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo)
- Chimbote
- Huaraz

Descripción del Proyecto: El propósito de “Ahorramos Energía y Salvemos el Planeta – Proyecto 1”, en adelante “El Proyecto” es reemplazar las lámparas incandescentes convencionales (LICs), instalando un estimado de 537,641 lámparas fluorescentes compactas (LFCs) en los hogares dentro de la red de concesión de distribución eléctrica de la empresa Hidrandina, es decir, en las regiones de La Libertad, Ancash y Cajamarca (Provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo), en la zona norte del Perú.

FICHA TÉCNICA

Nombre del Proyecto: “Ahorremos Energía y Salvemos el Planeta, Proyecto 1”

Ejecutor en el Perú: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Solicitante: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Sector: Energía (Proyecto MDL de pequeña escala).

Localización Geográfica: El proyecto se llevará a cabo en las regiones de La Libertad, Ancash y Cajamarca (provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo), en la zona norte del Perú.

Se refieren a la sustitución de lámparas incandescentes convencionales por lámparas fluorescentes compactas en hogares ubicados dentro de las concesiones de distribución de energía eléctrica de la empresa Hidrandina, la cual se divide en las siguientes unidades:

- Trujillo
- La Libertad Norte
- Cajamarca (provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo)
- Chimbote
- Huaraz

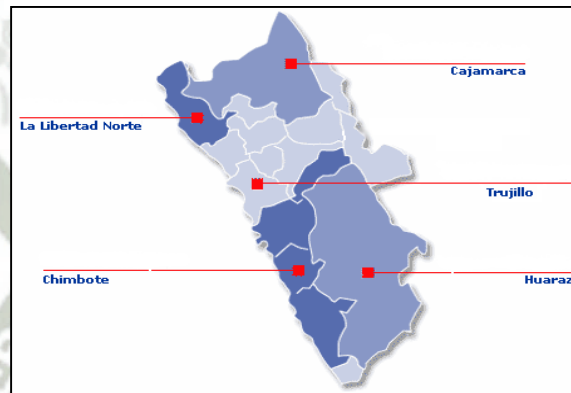


Tabla 1: Coordenadas Geográficas del Proyecto

Empresa	Nombre de la Región	Coordenadas Geográficas
Hidrandina	Región de La Libertad	6° 56' 38" Latitud Sur; y 79° 27' 9" - 79° 41' 18" Longitud Oeste.
	Región de Ancash	8° 02'51" - 10° 47'15" Latitud Sur; y 76°43'27" – 78° 39'25" Longitud Oeste.
	Región de Cajamarca – provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendin, Cajamarca, Contumaza, San Pablo	4° 30' a 7° 45' Latitud Sur; y 77° 30' a 79° Longitud Oeste.

Descripción del Proyecto:

El propósito de "Ahorramos Energía y Salvemos el Planeta - Proyecto 1", en adelante "El Proyecto" es reemplazar las lámparas incandescentes convencionales (LICs), instalando un estimado de 537,641 lámparas fluorescentes compactas (LFCs) en los hogares dentro de la red de concesión de distribución eléctrica de la empresa Hidrandina, es decir, en las regiones de La Libertad, Ancash y Cajamarca (Provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo), en la zona norte del Perú.

Reducción de las emisiones de CO₂. La sustitución de las lámparas incandescentes convencionales (LICs) por lámparas fluorescentes compactas (LFCs) reducirá significativamente el consumo de electricidad de los servicios de iluminación. Esto

reduce indirectamente las emisiones de CO₂ relacionadas con la generación de electricidad.

Si una LFC de 20W sustituye una LIC de 100W esto significa un ahorro de energía de 640 kWh (considerando un tiempo de vida de 8,000 h), reduciendo así las emisiones de CO₂ en 391 kg de CO₂ (basado en el actual factor de emisión de la red 611 Tn CO₂/GWh).

Se concluye que la actividad global del proyecto se traducirá en reducciones significativas de las emisiones.

La tecnología empleada. Las LFCs están disponibles para los sockets convencionales utilizados por las bombillas incandescentes. Las LFCs comprenden 2 partes, un tubo de gas y un balasto. Una corriente eléctrica circula desde el balasto a través del gas emitiendo luz ultravioleta. Esta luz ultravioleta excita un recubrimiento de fósforo en el interior del tubo siendo cubierto con luz visible.

Las LICs serán reemplazadas por LFCs que proporcionan un flujo luminoso (lm) similar a la de los bulbos reemplazados. El tipo de LFC que se utilizará en la actividad de proyecto es la "Philips Essential 20W", estas LFCs reemplazarán las LICs con potencia igual o menor de 100W (es decir, 100W, 80W, 75W, 60W, 50W, 40W y 25W). Se hará gran hincapié en la sustitución de LICs de 100W para llegar a 71,5% de las LICs sustituidas.

La LFC "Philips Essential 20W" se caracteriza por las siguientes especificaciones:

- Eficiencia de los LFCs- etiqueta energética "A".
- Tiempo de vida promedio de 8,000 horas.
- Más de 12,000 ciclos de cambio.
- Flujo Luminoso 1,100 Lúmenes.

Medidas adoptadas. La sustitución de LICs por LFCs será coordinada por el Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) como participante en el proyecto y realizada por la empresa Hidrandina S.A.

Todos los hogares que están registrados como clientes de la empresa Hidrandina son elegibles para participar en el proyecto. La ubicación de cada familia se conoce por el "número de contrato del consumidor", cada número es único para un cliente y proporciona información completa, incluyendo dirección y datos de contacto. Las familias pueden decidir voluntariamente si desean participar en el proyecto. En cada hogar se puede sustituir un número máximo de lámparas incandescentes convencionales (LICs) por el mismo número de lámparas fluorescentes compactas (LFCs), entregadas a través del presente proyecto.

Las LFCs son gratuitas y se instalarán directamente en el interior de los hogares por miembros del equipo de instalación de la empresa Hidrandina, en los lugares de máximo uso diario esperado. Además, la información del cliente y el detalle de la sustitución serán registrados en una base de datos. Estos datos ayudarán en la identificación individual de los beneficiarios.

Las LICs sustituidas serán recogidas, transportadas, contadas y almacenadas en un punto central, ahí, una parte de las LICs serán almacenadas hasta la validación y otra será destruida bajo la supervisión de un organismo independiente y sin impactos negativos para el ambiente.

Contribución al desarrollo sostenible. El proyecto espera contribuir al desarrollo sostenible del Perú, trayendo beneficios económicos y ambientales.

- El proyecto permitirá reducir las emisiones de CO₂, así como los contaminantes locales del aire, tales como el NO_x y SO₂ causados por la generación de energía termoeléctrica en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
- El proyecto permitirá un ahorro considerable del consumo de electricidad en los hogares que participan en el proyecto.
- La actividad de proyecto va a generar conciencia social de las medidas de ahorro energético y de sus beneficios a través de programas de sensibilización y campañas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto.
- Habrá un ahorro financiero debido a la reducción en las facturas de energía, contribuyendo a mejorar la situación económica y por lo tanto, la condición social de las personas.
- El uso de lámparas fluorescentes compactas reducirá el consumo eléctrico reduciendo así la brecha entre la oferta y la demanda de electricidad durante las horas pico o de máxima demanda.
- Tiene un alto potencial de replicabilidad y por lo tanto pueden promover la autosuficiencia tecnológica en el Perú.

Vida Útil del Proyecto: 7 años

Periodo de Reducciones: 7 años – (2010 al 2016)
(Periodo de acreditación ante la junta 10 años).

Reducción Acumulada de CO₂ Equivalente: 129 766 Tn CO₂e

Metodología Aplicada: Actividades en la demanda para tecnologías de iluminación eficiente.

Monto de Inversión: US\$ 1 277 923.00

Población Beneficiaria: Pobladores de las siguientes provincias:

- Trujillo
- La Libertad Norte
- Cajamarca (provincias de Cajabamba, San Marcos, Celendín, Cajamarca, Contumazá, San Pablo)
- Chimbote
- Huaraz

Impactos:

Impactos Sociales:

- La actividad de proyecto va a generar conciencia social de las medidas de ahorro energético y de sus beneficios a través de programas de sensibilización y campañas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto.
- Tiene un alto potencial de replicabilidad y por lo tanto pueden promover la autosuficiencia tecnológica en el Perú.

- Habrá un ahorro financiero debido a la reducción en las facturas de energía, contribuyendo a mejorar la situación económica y por lo tanto, la condición social de las personas.

Impactos Económicos:

- Permitirá al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) mantener fuera de operación las plantas de generación termoeléctrica que son ineficientes, reduciendo la cantidad de combustible fósil utilizado para generar energía, con un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI a la atmósfera y además la reducción de las emisiones de gases contaminantes del aire (NOx, SO₂).
- El proyecto permitirá un ahorro considerable del consumo de electricidad en los hogares que participan en el proyecto.
- El uso de lámparas fluorescentes compactas reducirá el consumo eléctrico reduciendo así la brecha entre la oferta y la demanda de electricidad durante las horas pico o de máxima demanda.

Impactos Medioambientales:

- Contribuye a mitigar el cambio climático evitando contribuir con el aumento de las emisiones de GEI a la atmósfera terrestre.

Ahorremos Energía y Salvemos el Planeta, Proyecto 2 (MINAM – FONAFE)

Portal de Cambio Climático: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/ahorremos-energia-y-salvemos-el-planeta-proyecto-2/>

Ejecutor en el Perú: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Solicitante: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Sector: Energía (Proyecto MDL de pequeña escala).

Localización Geográfica: El proyecto se llevará a cabo en las regiones de Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

Se refieren a la sustitución de lámparas incandescentes convencionales por lámparas fluorescentes compactas en hogares ubicados dentro de las concesiones de distribución de energía eléctrica de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur.

Descripción del Proyecto: El propósito de “Ahorramos Energía y Salvemos el Planeta – Proyecto 2”, en adelante “El Proyecto” es reemplazar las lámparas incandescentes convencionales (LICs) instalando un estimado de 531,182 lámparas fluorescentes compactas (LFCs) en hogares dentro de la red de concesión de distribución de energía eléctrica de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur, es decir, en las regiones de Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

FICHA TÉCNICA

Nombre del Proyecto: “Ahorremos Energía y Salvemos el Planeta, Proyecto 2”

Ejecutor en el Perú: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Solicitante: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE).

Sector: Energía (Proyecto MDL de pequeña escala).

Localización Geográfica: El proyecto se llevará a cabo en las regiones de Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

Se refieren a la sustitución de lámparas incandescentes convencionales por lámparas fluorescentes compactas en hogares ubicados dentro de las concesiones de distribución de energía eléctrica de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur.

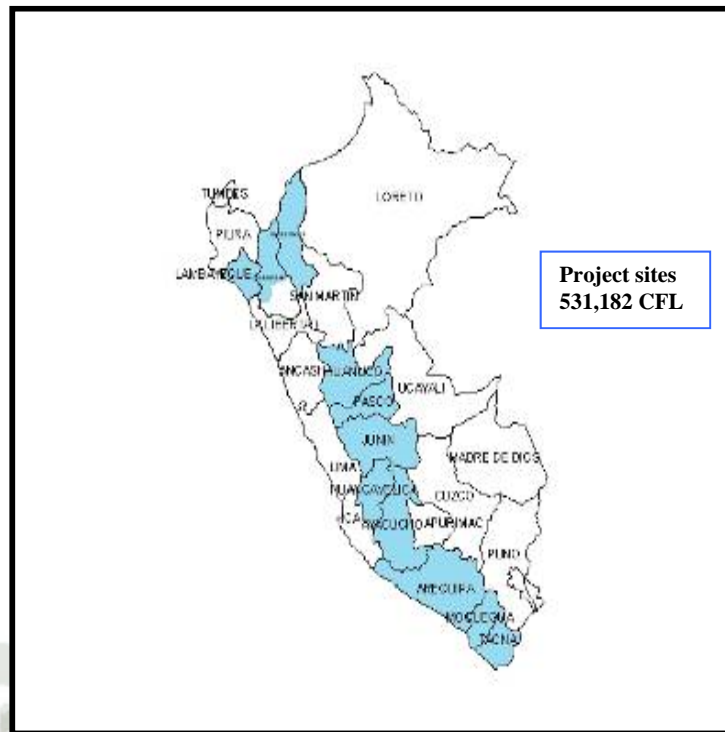


Tabla 1: Coordenadas Geográficas del Proyecto

Empresa	Región	Coordenadas Geográficas
ENSA	Lambayeque	6° 42' - 6° 47' Latitud Sur; and 79° 45' - 79° 56' Longitud Oeste.
	Amazonas	2° 59' - 6°58' Latitud Sur; and 77° 9' - 78° 42' Longitud Oeste.
	Cajamarca - San Ignacio, Jaen, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc and San Miguel	4° 30' - 7° 45' Latitud Sur; and 77° 30' - 79° Longitud Oeste.
Electro Centro	Junín	10°41'55" - 12° 40' 50" Latitud Sur 73°25'29" - 76° 31' 08" Longitud Oeste.
	Ayacucho	12° 7' 14" - 15° 38' 2" Latitud Sur 73°59' 34" - 74° 22' 36" Longitud Oeste.
	Huancavelica	11° 16'10" - 14° 07' 43" Latitud Sur 74° 16' 15" Longitud Oeste.
	Pasco	09°36'23" - 10°28'56" Latitud Sur 74°36'32" - 76°43'18" Longitud Oeste.
	Huánuco	08°44'55" - 10°20'21" Latitud Sur 74°39'00" - 76° 40' 41" Longitud Oeste.
SEAL	Arequipa	14°36'006" - 17°16'54" Latitud Sur 70°50'24" - 75°05'52" Longitud Oeste.
Electro Sur	Tacna	16° 58' 00" - 18° 21' 34" Latitud Sur 69° 28' 00" - 71° 00' 02" Longitud Oeste.
	Moquegua	15° 57' - 17° 49' 20" Latitud Sur 70° 00' 10" - 71° 29' 40" Longitud Oeste

Descripción del Proyecto:

El propósito de “Ahorrarnos Energía y Salvemos el Planeta - Proyecto 2”, en adelante “El Proyecto” es reemplazar las lámparas incandescentes convencionales (LICs) instalando un estimado de 531,182 lámparas fluorescentes compactas (LFCs) en hogares dentro de la red de concesión de distribución de energía eléctrica de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur, es decir, en las regiones de Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

Reducción de las emisiones de CO₂. La sustitución de las lámparas incandescentes convencionales (LICs) por lámparas fluorescentes compactas (LFCs) reducirá significativamente el consumo de electricidad de los servicios de iluminación. Esto reduce indirectamente las emisiones de CO₂ relacionadas con la generación de electricidad.

Si una LFC de 20W sustituye una LIC de 100W esto significa un ahorro de energía de 640 kWh (considerando un tiempo de vida de 8,000 h), reduciendo así las emisiones de CO₂ en 391 kg de CO₂ (basado en el actual factor de emisión de la red 611 Tn CO₂/GWh).

Se concluye que la actividad global del proyecto se traducirá en reducciones significativas de las emisiones.

La tecnología empleada. Las LFCs están disponibles para los sockets convencionales utilizados por las bombillas incandescentes. Las LFCs comprenden 2 partes, un tubo de gas y un balasto. Una corriente eléctrica circula desde el balasto a través del gas emitiendo luz ultravioleta. Esta luz ultravioleta excita un recubrimiento de fósforo en el interior del tubo siendo cubierto con luz visible.

Las LICs serán reemplazadas por LFCs que proporcionan un flujo luminoso (lm) similar a la de los bulbos reemplazados. El tipo de LFC que se utilizará en la actividad de proyecto es la “Philips Essential 20W”, estas LFCs reemplazarán las LICs con potencia igual o menor de 100W (es decir, 100W, 80W, 75W, 60W, 50W, 40W y 25W). Se hará gran hincapié en la sustitución de LICs de 100W para llegar a 71,5% de las LICs sustituidas.

La LFC “Philips Essential 20W” se caracteriza por las siguientes especificaciones:

- Eficiencia de los LFCs- etiqueta energética “A”.
- Tiempo de vida promedio de 8,000 horas.
- Más de 12,000 ciclos de cambio.
- Flujo Luminoso 1,100 Lúmenes.

Medidas adoptadas. La sustitución de LICs por LFCs será coordinadas por el Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) como participante en el proyecto y realizada por las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur, es decir, en las regiones de Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

Todos los hogares que están registrados como clientes de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur son elegibles para participar en el proyecto. La ubicación de cada familia se conoce por el “número de contrato del consumidor”, cada número es único para un cliente y proporciona información

completa, incluyendo dirección y datos de contacto. Las familias pueden decidir voluntariamente si desean participar en el proyecto. En cada hogar se puede sustituir un número máximo de lámparas incandescentes convencionales (LICs) por el mismo número de lámparas fluorescentes compactas (LFCs), entregadas a través del presente proyecto.

Las LFCs son gratuitas y se instalarán directamente en el interior de los hogares por miembros del equipo de instalación de las empresas Electronorte (ENSA), Electro Centro, SEAL y Electro Sur, en los lugares de máximo uso diario esperado. Además, la información del cliente y el detalle de la sustitución serán registrados en una base de datos. Estos datos ayudarán en la identificación individual de los beneficiarios.

Las LICs sustituidas serán recogidas, transportadas, contadas y almacenadas en un punto central, ahí, una parte de las LICs serán almacenadas hasta la validación y otra será destruida bajo la supervisión de un organismo independiente y sin impactos negativos para el ambiente.

Contribución al desarrollo sostenible. El proyecto espera contribuir al desarrollo sostenible del Perú, trayendo beneficios económicos y ambientales.

- El proyecto permitirá reducir las emisiones de CO₂, así como los contaminantes locales del aire, tales como el NO_x y SO₂ causados por la generación de energía termoeléctrica en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
- El proyecto permitirá un ahorro considerable del consumo de electricidad en los hogares que participan en el proyecto.
- La actividad de proyecto va a generar conciencia social de las medidas de ahorro energético y de sus beneficios a través de programas de sensibilización y campañas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto.
- Habrá un ahorro financiero debido a la reducción en las facturas de energía, contribuyendo a mejorar la situación económica y por lo tanto, la condición social de las personas.
- El uso de lámparas fluorescentes compactas reducirá el consumo eléctrico reduciendo así la brecha entre la oferta y la demanda de electricidad durante las horas pico o de máxima demanda.

Tiene un alto potencial de replicabilidad y por lo tanto pueden promover la autosuficiencia tecnológica en el Perú.

Vida Útil del Proyecto: 7 años

Periodo de Reducciones: 7 años – (2010 al 2016)
(Periodo de acreditación ante la junta 10 años).

Reducción Acumulada de CO₂ Equivalente: 128 207 Tn CO₂e

Metodología Aplicada: *Actividades en la demanda para tecnologías de iluminación eficiente.*

Monto de Inversión: US\$ 1 262 571.00

Población Beneficiaria: Pobladores de las siguientes provincias: Lambayeque, Amazonas, Cajamarca (provincia de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz, Hualgayoc y San Miguel), Pasco, Huánuco, Junín, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Tacna y Moquegua.

Impactos:

Impactos Sociales:

- La actividad de proyecto va a generar conciencia social de las medidas de ahorro energético y de sus beneficios a través de programas de sensibilización y campañas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto.
- Tiene un alto potencial de replicabilidad y por lo tanto pueden promover la autosuficiencia tecnológica en el Perú.
- Habrá un ahorro financiero debido a la reducción en las facturas de energía, contribuyendo a mejorar la situación económica y por lo tanto, la condición social de las personas.

Impactos Económicos:

- Permitirá al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) mantener fuera de operación las plantas de generación termoeléctrica que son ineficientes, reduciendo la cantidad de combustible fósil utilizado para generar energía, con un impacto positivo en la reducción de las emisiones de GEI a la atmósfera y además la reducción de las emisiones de gases contaminantes del aire (NO_x, SO₂).
- El proyecto permitirá un ahorro considerable del consumo de electricidad en los hogares que participan en el proyecto.
- El uso de lámparas fluorescentes compactas reducirá el consumo eléctrico reduciendo así la brecha entre la oferta y la demanda de electricidad durante las horas pico o de máxima demanda.

Impactos Medioambientales:

- Contribuye a mitigar el cambio climático evitando contribuir con el aumento de las emisiones de GEI a la atmósfera terrestre.