

Diseño de un sistema de ahorro energético con la utilización de energía solar como medio alternativo

Glenis Senovia Pomasqui Ibadango
Irene Marisol Revelo Portilla

Autor para correspondencia: irevelo@hotmail.es; gpomasqui@hotmail.com

Docentes Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra PUCE-SI

Manuscrito recibido el 10 de abril de 2013. Aprobado tras revisión el 10 de mayo de 2013

RESUMEN

En los últimos años el Ecuador ha tenido racionamientos de energía eléctrica que ha desestabilizado el sector comercial del país, existe preocupación de todos quienes se han visto afectados por las secuelas del cambio climático, es por esta razón que se busca potenciar las energías renovables, más aún porque además de ser un mandato constitucional es uno de los ejes del Plan Nacional del Buen Vivir que menciona "cambiar de un modelo de desarrollo extractivista, inequitativo y no sustentable, hacia un nuevo modelo inclusivo y sustentable". En este sentido, con el objetivo de contribuir a la reducción de uso de energía termoeléctrica se propone, diseñar un sistema de ahorro energético con la utilización de energía solar como medio alternativo e incentivar la incursión en tecnologías ecológicas y la cultura de respeto al medio ambiente y la naturaleza. Considerando que la energía solar fotovoltaica es una alternativa innovadora y da grandes ventajas competitivas porque utiliza como materia prima principal el sol, que contribuye a consumir menos combustibles fósiles, responsables del calentamiento global del planeta (CO²), se plantea ubicar el sistema en la terraza del edificio dos con capacidad para generar 25.000 kw-h al año con lo cual se ahorra en promedio la emisión de 15875,00 Kilogramos de CO² equivalente a 15,88 toneladas de CO².

Palabras claves: Cambio climático, energías renovables, energía solar, tecnologías ecológicas, paneles fotovoltaicos

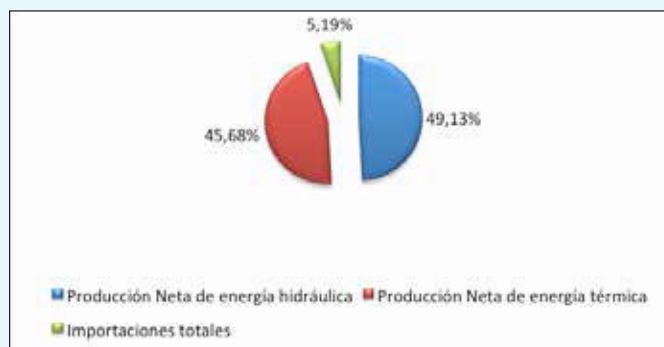
ABSTRACT

In recent years, Ecuador has had electricity rationing that has destabilized the country's business sector. Also, there are concerns from all those who have been affected by the consequences of climate change, and it is for this reason that an increase in renewable energy is sought, more so because besides being a constitutional mandate, it is one of the cornerstones of the National Plan for Good Living which mentions "change the extractive development model, inequitable and unsustainable, towards a new inclusive and sustainable model." In this sense, with the aim of contributing to the reduction of thermal energy use, an energy saving system using solar energy as an alternative is proposed and to encourage a foray into green technologies and the culture of respect for the environment and nature. Considering that solar photovoltaic panels are an innovative alternative and provide significant competitive advantages because they use the sun as main raw material, which helps to consume less fossil fuels, which are responsible for global warming (CO²). The proposal is to locate the system on the terrace of building number two with the capacity to generate 25,000 kwh per year, thereby saving on average emissions of CO² 15875.00 kilograms equivalent to 15.88 tons of CO².

Keywords: Climate change, renewable energy, solar energy, green technologies, photovoltaic panels

INTRODUCCIÓN

Según datos del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), la importación de energía eléctrica en el Ecuador para el año 2010 es de 5,19%, importación tanto de Colombia como de Perú. 45,68% utilización de las termoeléctricas con efectos ambientales profundos debido al uso de combustibles fósiles que genera emisiones de gases de efecto invernadero y de lluvia ácida a la atmósfera; considerando que los combustibles fósiles son una fuente de energía finita, su uso está limitado a la duración de las reservas. 49,13% de energía hidráulica, éste tipo de producción es la más usada en nuestro país pero dependemos de la inclemencia del tiempo, el mayor problema es la calidad de agua, principal suministro para las hidroeléctricas, la diferencia entre energía hidráulica y térmica es de 3,45% en su producción.



Gráfica 1 Producción neta de energía hidráulica y térmica e importaciones totales de energía (2010)

Fuente: Cenace, informe anual 2010

Contribuir a disminuir la contaminación que acrecienta el cambio climático, el efecto invernadero y han afectado las principales plantas generadoras de energía eléctrica, motivó realizar esta investigación. Afecta el suministro eléctrico, lo que conlleva a que el costo de la energía eléctrica suba, debido a que se recurre a la importación de energía y el aumento en el consumo de energía termoeléctrica en sustitución de la hidroeléctrica.

Es importante determinar las toneladas de CO² que se ahorrará tanto en el contexto científico como social. Es de gran aporte conocer como una comunidad Universitaria colabora con la naturaleza potenciando energías renovables, ayudando al Sumak Kawsay o buen vivir para entrar en equilibrio; el ser humano con su comunidad y con la naturaleza. Se determinará técnicamente si es posible la utilización de energía solar como medio alternativo, la cantidad de kilovatios que debe generar la planta para cubrir la demanda de alumbrado interno de la Universidad; analizando cuantitativamente los costos de implementación del sis-

tema. Al conocer que ventajas competitivas genera el uso de ésta energía, formular documentalmente la visión energética mejorando la eficiencia en generación y consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las técnicas que fueron empleadas son la documental mediante la identificación, ubicación, selección, análisis, síntesis y sistematización de los datos de estudios realizados a través una investigación de libros, publicaciones periódicas entre otras. De campo mediante la observación de las realidades espontáneas dentro del campus Universitario.

La investigación se realizó al total de la población o universo, la observación directa del alumbrado interno de las aulas, oficinas y demás sitios en donde se pretende instalar el sistema de ahorro energético, como sigue:

Cuadro 1 Detalle de iluminación interna edificio dos de la PUCE-SI

ESPACIOS	NUMERO								TOTAL CONSUMO watts
	Nº LÁMPARAS 2 X 40 watts	CONSUMO WATTS	Nº LÁMPARAS 2 X 110 watts	CONSUMO watts	Nº FOCOS AHORRADORES 28 watts	CONSUMO watts	Nº FOCOS 100 watts	CONSUMO watts	
DIR. FINANCIERA	16	1280		0		0		0	1280
DIR. ADMINISTRATIVA	7	560		0		0		0	560
HALL PISO 2	25	2000		0		0		0	2000
SECRETARIA GENERAL	9	720		0		0		0	720
PRORECTORADO	5	400		0		0	6	600	1000
PLANTA FISICA	1	80		0		0		0	80
DIR. ESTUDIANTES	6	480		0		0		0	480
BANOS PISO 1		0		0		0	6	600	600
USE	8	640		0		0	1	100	740
BANOS PISO 2		0		0		0	8	800	800
MISIONES	6	480		0		0		0	480
ADQUISICIONES	4	320		0		0		0	320
JURISPRUDENCIA	2	160		0		0		0	160
PLANIFICACIÓN Y CONTROL	3	240		0		0		0	240
CAPILLA	10	800		0		0	4	400	1200
BODEGAS	5	400		0		0		0	400
GESTURH	7	560		0		0	2	200	760
AUDIO VISUALES	6	480		0		0		0	480
HALL PISO 1	39	3120	4	880		0		0	4000
RESTAURANT		0		0	39	1092		0	1092
PANADERIA	3	240		0		0		0	240
COCINA	8	640		0		0	1	100	740
AULAS ESCUELA	16	1280		0		0	35	3500	4780
UCI	16	1280		0		0		0	1280
AULA MAGNA		0		0	31	868		0	868
BAR	6	480		0		0		0	480
HALL PISO 3	13	1040		0		0		0	1040
ARCHIVO ECOMS	1	80		0		0		0	80
COMISIÓN EVALUACIÓN	2	160		0		0		0	160
AULAS		0		0		0		0	0
2 - 1 -17	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -18	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -19	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -20	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -21	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -30	2	160	1	220		0		0	380
2 - 1 -31	2	160	1	220		0		0	380
2 - 2 -1	2	160	1	220		0		0	380
2 - 2 -2		0	3	660		0		0	660
2 - 2 -3		0	2	440		0		0	440
2 - 2 -4		0	2	440		0		0	440
2 - 2 -5	2	160	1	220		0		0	380
2 - 2 -6	2	160	1	220		0		0	380
2 - 2 -8		0	2	440		0		0	440
2 - 3 -5	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -7	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -8	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -9	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -10	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -11	2	160	1	220		0		0	380

2 - 3 -12	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -14	4	320		0		0		0	320
2 - 3 -15	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -16	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -17	2	160	1	220		0		0	380
2 - 3 -18	4	320		0		0		0	320
2 - 3 -19	2	160	1	220		0		0	380
TOTAL	274	21920	34	7480	70		63		37660

Fuente: Observación directa PUCE-SI

Los instrumentos de recolección de datos que fueron usados en esta investigación son fichas bibliográficas y hemerográficas, son destinadas a anotar los datos completos de los documentos consultados en la investigación: libros, revistas, folletos, diarios, etc. y fichas nemotécnicas en las cuales se anota información extraída tanto de fuentes bibliográficas, entrevistas y actividades propias de la observación.

El cuadro 1 se registra los datos resultados de la observación realizada, se convierte en mi ficha de información para los respectivos análisis.

De esta manera, se procede a calcular los kilowatts usados llegando a determinar 37,66 kw mensuales, que equivale, a 4142,60 kilowatts hora al mes.

Cuadro 2 Análisis consumo iluminación interna edificio dos PUCE-SI

DETALLE	VALOR
total watts consumidos	37660,00
horas de uso mensual	110
kilowatts mensuales	37,66
kilowatt/hora mes	4142,6

Fuente: Registros PUCE-SI 2010.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicando la técnica de observación y realizando los análisis respectivos se determina que en el edificio dos de la PUCE-SI se consume un total de 37660,00 watts en lo que corresponde a iluminación interna (lámparas, focos), espacio donde se va a aplicar un sistema de ahorro energético alternativo, de los cuales mediante el asesoramiento técnico del doctor Vicente Ramiro López Chalan, electricista de la misma institución se determinó un promedio de 110 horas de uso mensuales, con un promedio de cinco horas diarias y veintidós días al mes entre el uso de lámparas y focos que permanecen encendidos ocho horas diarias y otros que llegaran a las dos horas aproximadamente. Se determina las fórmulas de cálculo siguientes:

- Total watts consumidos 37660,00 watts (iluminación interna del edificio dos)
- Promedio de horas consumo administrativo y clases 5 horas
- Días de consumo administrativo y clases 22 días y

$$\frac{\sum \text{wattsmensual}}{1000} = \text{Kilowattsmensual}$$

$$\frac{37660}{1000} = 37,6 \text{ 37,6 Kwatts mensual}$$

$$\text{horasdiarias} * \text{diastrabajados} = \text{horasusomensuales}$$

$$5 * 2 = 110 \text{ Horas de uso mensual}$$

$$\text{horasusomensuales} * \text{kilowattsmensual} = \text{Kilowattthorames}$$

$$100 * 37,6 = 4142,60 \text{ kw-h mensual}$$

La PUCE-SI cuenta con una estación de red agroclimática de la que se puede obtener datos exactos de radiación solar (wm^{-2}) en la provincia de Imbabura y en la ciudad de Ibarra. Mediante un análisis diario de la información obtenida de la estación agroclimática; se determinó las variaciones de radiación con un promedio de 8 horas efectivas.

De acuerdo a la demanda de la PUCE-SI se llega a determinar la inversión necesaria tomando en cuenta datos obtenidos de distintos análisis como se detalla a continuación en las propuestas realizadas:

- a) Horas efectivas de radiación solar 8:36 horas
 - Determinadas según análisis tomando datos de la estación agroclimática Ibarra y se establece que para el cálculo son 8 horas diarias efectivas de radiación solar; es importante mencionar que se redondea a 8 horas debido a que es preferible dejar un sobrante por cualquier tipo de eventualidad que se presente.
- b) Costo del sistema para generar 1 kw-h 11509 USD.

Determinado según costo de mercado

PROFORMA	kw-h AÑO	kw-h DIARIO	HORAS A CUBRIR SEGÚN DEMANDA Y HORAS EFECTIVAS DE RADIACIÓN SOLAR	INVERSIÓN
DATO	25000,00	69,44	8,68	99904,51

Fuente: Proforma ProViento.

De los 25000,00 kw-h/año para 360 días nos da el consumo diario que corresponde a 69,44 kw-h/diario; para determinar las horas a cubrir según demanda y horas efectivas de radiación solar se realiza la división del consumo diario 69,44 kw-h/diario para 8 horas efectivas de radiación solar, obtenemos un equivalente a 8,68 horas

a cubrir, con este dato podemos determinar el costo del sistema para generar 1kw-h dividiendo 99904,51 que es el costo de la inversión según costo de mercado para 8,68 horas a cubrir, dando un equivalente a 11509,00 USD.

ProViento envía la proforma para que se inyecte 25000 kw-h/año como soporte del sistema de red eléctrica que la PUCE-SI tiene actualmente para la cual la inversión sería la siguiente:

Cuadro 3 Sistema de inyección para apoyo al sistema de red existente

	DEMANDA			OFERTA			DIFERENCIA ANUAL	DIFERENCIA TOTAL
	AÑO	DÓLARES	25 AÑOS	INVERSIÓN OFERTA PROVIENTO	RECUPERACIÓN ANUAL DE LA INVERSIÓN			
DATOS HISTÓRICOS	2006	5,512.47	137,811.76	99,900.00	3,996.00	1,516.47	37,911.76	
	2007	4,977.01	124,425.25	99,900.00	3,996.00	981.01	24,525.25	
	2008	4,774.40	119,360.10	99,900.00	3,996.00	778.40	19,460.10	
	2009	4,268.64	106,716.10	99,900.00	3,996.00	272.64	6,816.10	
	2010	4,666.16	116,654.06	99,900.00	3,996.00	670.16	16,754.06	
PROYECTADO	2011	4,759.06	118,976.44	99,900.00	3,996.00	763.06	19,076.44	
	2012	4,909.23	122,730.86	99,900.00	3,996.00	913.23	22,830.86	
	2013	5,059.41	126,485.29	99,900.00	3,996.00	1,063.41	26,585.29	
	2014	5,209.59	130,239.71	99,900.00	3,996.00	1,213.59	30,339.71	
	2015	5,359.77	133,994.14	99,900.00	3,996.00	1,363.77	34,094.14	

Fuente: Registros PUCE-SI 2010, Proforma ProViento.

Este sistema contribuiría como soporte al sistema de red eléctrica existente; no cubriría la demanda total de iluminación interna del edificio dos de la PUCE-SI, pero está incursionando en tecnologías alternativas y se implementaría una cultura de respeto al medio ambiente y la naturaleza con la utilización de estas energías limpias y renovables.

Se está cumpliendo con la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) y su reglamento ya que en el siguiente análisis se muestra la monto asignado por el Estado correspondiente al año 2011, monto que debe ser asignado para investigación, capacitación entre otros.

Subvención 2011

ASIGNACIÓN SUBVENCIÓN DEL ESTADO AÑO 2011	1851114,51
--	------------

Fuente: Registros PUCE-SI 2011

La propuesta se fundamentada en la aplicación de la Ley de Educación Superior (LOES) y se plantea aplicar el 6% de la asignación del Estado a investigación, con el diseño del sistema de ahorro energético.

Asignación para investigación PUCE-SI

Porcentaje de Asignación según la LOES	PORCENTAJE	VALOR
	6%	111066,87

Fuente: Registros PUCE-SI 2011

La LOES en su reglamento, art. 34 señala que la distribución de este porcentaje para cada actividad será esta-

blecida por cada institución de educación superior dependiendo de su tipología institucional, sus necesidades y/o prioridades institucionales.

Además las instituciones que incumplieren lo dispuesto en el art. 36 de la LOES, serán sancionadas con una multa equivalente al doble del valor no invertido.

Se concluye que la Universidad dispone del capital para ejecutar este proyecto y a la vez cumple con las exigencias de la LOES dando a la Universidad la posibilidad de mantener la categoría "A" dentro de educación superior.

Resumen

COSTO kw-h ENERGÍA ELÉCTRICA		0,089	
COSTO CON ENERGÍA ALTERNATIVA			
INVERSIÓN	kw-h/año	Total kw-h/ 25 años	Costo kw-h
99900,00	25000	625000	0,16
VIDA UTIL DEL ACTIVO		25 AÑOS	
SUBVENCIÓN (6% investigación)		111066,87	

Fuente: Registros PUCE-SI

El costo de energía alternativa es más alto; sin embargo, el beneficio de la ejecución de este proyecto es bueno para la PUCE-SI ya que sería tomado como un proyecto de investigación que cumple con los requerimientos de la LOES.

La PUCE-SI sería pionera en Imbabura al usar energías limpias contribuyendo así también en la ejecución del Plan Nacional del Buen Vivir. "Un kw-h equivale a la emisión de 0,635 kilogramos de CO2". Mediante esta aseveración se puede deducir que en 25000 kw-h generados durante un año se reduce en promedio la emisión de 15875,00 kilogramos de CO2 equivalente a 15,88 toneladas de CO2.

Se puntualiza los impactos considerando los conocimientos de varios personeros de la Universidad y de ProVientos, mismos que permitieron la valoración de varios campos de impacto analizados.

De la misma manera, el análisis de impactos se lo realizará en forma prospectiva ya que este se da cuando el proyecto o propuesta no han sido ejecutados; se utilizará la metodología de campo y en ella se utiliza matrices de impactos de acuerdo a la siguiente metodología: (Posso, 2011).

- 3 Impacto alto negativo
- 2 Impacto medio negativo
- 1 Impacto bajo negativo
- 0 No hay impacto
- 1 Impacto bajo positivo
- 2 Impacto medio positivo
- 3 Impacto alto positivo

Tabla 1 Impacto Ambiental

NIVELES DE IMPACTO	-3	-2	-1	0	1	2	3
INDICADOR							
Utilización de energías limpias y renovables							X
Ubicación de los paneles solares en la arquitectura de la PUCE-SI							X
Disminución de la producción de emisiones de CO2.							X
Reducción de efecto invernadero							X
TOTAL							12

$$\text{Impacto Ambiental} = \frac{\sum}{\text{Número de Indicadores}} = \frac{12}{4} = 3$$

El desarrollo tiene un impacto ambiental alto positivo debido a la utilización de energías limpias y renovables que contribuyen a que la PUCE-SI sea una universidad que aplica energía sostenible y sustentable. La ubicación de los paneles solares en la terraza de la PUCE-SI no crea un impacto en su arquitectura ya que cuenta con el espacio suficiente para la ubicación de este sistema fotovoltaico de inversores de inyección a la red con el cual podrá disminuir la emisión de CO2 contribuyendo con la reducción del efecto invernadero y cambio climático mejorando así la calidad de vida de los habitantes.

Tabla 2 Impacto Socio-Cultural

NIVELES DE IMPACTO	-3	-2	-1	0	1	2	3
INDICADOR							
Implementar una cultura de respeto al medioambiente y la naturaleza							X
Ejecución del Plan Nacional del Buen Vivir							X
Proyección en la comunidad					X		
Incremento de la demanda eléctrica producto del crecimiento demográfico						X	
TOTAL					1	2	6

$$\text{Impacto Socio-Cultural} = \frac{\sum}{\text{Número de Indicadores}} = \frac{9}{4} = 2.25$$

El nivel de impacto socio-cultural es medio positivo, al implementar una cultura de respeto al medio ambiente y la naturaleza mediante un sistema fotovoltaico de inyección a la red, con la generación de energías limpias y renovables, se mejora la calidad de vida, contribuye a la ejecución del Plan Nacional del Buen Vivir; existe un incremento de la demanda eléctrica producto del crecimiento demográfico por lo cual es necesario buscar alternativas ecológicas buscando proyección a la comunidad ya que, con el paso del tiempo, esto se podrá aplicar en los sectores cercanos a la PUCE-SI.

Tabla 3 Impacto Económico

NIVELES DE IMPACTO	-3	-2	-1	0	1	2	3
INDICADOR							
Beneficios para la PUCE-SI						X	
Ayudas económicas de Gobierno o del Extranjero					X		
Recuperación de la inversión						X	
Generación de fuentes de trabajo						X	
TOTAL					2	6	

$$\text{Impacto Económico} = \frac{\sum}{\text{Número de Indicadores}} = \frac{8}{4} = 2$$

El nivel de impacto económico es medio positivo ya que el uso de este tipo de energías limpias y renovables beneficia a la PUCE-SI siendo un soporte al sistema de red eléctrica existente. El costo estaría cubierto mejorando la eficiencia en generación y consumo de energía.

Tabla 4 Impacto Educativo

NIVELES DE IMPACTO	-3	-2	-1	0	1	2	3
INDICADOR							
Base para aprendizaje – implementar proyectos							X
Fuente de apoyo para otras Instituciones							X
Nuevas competencias en tecnologías ecológicas							X
Guía de consulta para estudiantes							X
TOTAL							12

$$\text{Impacto Educativo} = \frac{\sum}{\text{Número de Indicadores}} = \frac{12}{4} = 3$$

El nivel de impacto educativo es alto positivo porque queda como base para aprendizaje e implementación de nuevos proyectos relacionados a las energías limpias y renovables, como fuente de apoyo para otras instituciones que opten por ser sustentables con el uso de energía solar, como guía de consulta para estudiantes. Se incursionaría en nuevas competencias de tecnologías ecológicas y sería pionera en la provincia de Imbabura en utilizar inversores de inyección a la red.

CONCLUSIONES

- Es posible utilizar energía solar como medio alternativo ya que técnicamente se ha determinado que la instalación de los paneles en las terrazas es la mejor opción. En sistemas fotovoltaicos que están ubicados en zonas que tienen energía eléctrica de la red pública, lo más recomendable es utilizar inversores de inyección a la red, eliminando el uso de un banco de baterías, lo cual hace al sistema más económico y eficiente; por cuanto se evita costos de baterías.
- Se determinó que se pueden generar 25 000 kw-h al año con una planta de energía solar para cubrir el alumbrado interno de la Universidad (promedio horas consumo administrativo/clases) con una inversión de 99900 USD dólares.
- Mediante el uso de energía solar la Universidad obtiene ventajas competitivas ya que puede presentar el proyecto como investigación en el marco del régimen de desarrollo nacional y así cumplir con las exigencias de Ley Orgánica de Educación Superior. Se dispondría del 6% de los fondos asignados por el Estado en la investigación del proyecto.
- El uso de energía solar es un incentivo para el emprendimiento en tecnologías alternativas que pueden ser aprovechadas a futuro tanto por la comunidad universitaria como a nivel social.
- El costo de la energía solar disminuye a medida que la tecnología va avanzando, mientras que el costo de los combustibles aumenta con el paso del tiempo porque cada vez hay menos recursos; hay que tomar en cuenta que en la actualidad la energía existente tiene subsidio del gobierno.
- Debido a los altos niveles de radiación en la provincia de Imbabura, específicamente en Ibarra, es adecuado pensar en el aprovechamiento del recurso solar determinado que son 8 horas efectivas diarias que se pueden aprovechar de energía solar y estas convertirlas en energía eléctrica.
- En 25 000 kw-h generados durante un año se ahorra, en promedio, la emisión de 15875,00 Kilogramos de CO² equivalente a 15,88 toneladas de CO².

RECOMENDACIONES

- La PUCE-SI debe incursionar en el uso de energía solar y así expandir su campo de investigación; llegando a ser pionera como entidad educativa en el uso de este tipo de energía alternativa.
- Se recomienda poner énfasis en la publicidad de la ejecución de este proyecto ya que elevara la imagen institucional.
- Dar el mantenimiento necesario a la estación de red agroclimática para poder hacer las respectivas evaluaciones del clima en donde se puede encontrar datos exactos de radiación solar (wm^{-2}) en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra.
- Aprovechar el recurso solar de la provincia de Imbabura, ciudad Ibarra como fuente inagotable de energía solar que además es gratuito y a la vez contribuir al cumplimiento de uno de los objetivos del Plan Nacional de Buen Vivir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (Cenace), C. N. (25 de Abril de 2011). Corporación Cenace. Obtenido de Informe anual 2010: http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6:phocatinfanauales&Itemid=1
- Consejo Nacional de Electricidad (2010). *Plan de Expansión de la Generación*. Capítulo 6, 198 pp. Quito
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (2011). *Documento Maestría Gestión Empresarial Sector Eléctrico*. Quito
- Galarza, Enrique (1998). *Metodología de la Investigación*. Quito: Vértice Studio.
- Posso, Miguel (2011). *Proyectos, Tesis y Marco Lógico*. Quito: Noción Imprenta.
- Pueblo ecuatoriano (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi
- Lady Cotrina, F. O. (2011). *Tecnologías Ecológicas*. Revista CO²
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir (2009-2013)*. Quito.
- Velasco Gerardo, Cabrera Edgar (2009). *Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura*. Maestría en Energías Renovables, Quito
- Semarnat. (2009). *Cambio Climático*. Ciencia, evidencia y acciones. México