

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
COLEGIO DE ADMINISTRACIÓN PARA EL DESARROLLO

**EL IMPACTO SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LA
ENERGÍA SOLAR RENOVABLE DENTRO DEL ECUADOR Y SU
MATRIZ ENERGÉTICA**

Francisco José Roldán Espinosa

Alexandra Velasco, MBA, Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Licenciado en
Administración de Empresas

Quito, diciembre 2013

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Administración Para el Desarrollo**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**EL IMPACTO DE LA ENERGÍA SOLAR RENOVABLE SOCIAL,
ECONÓMICO Y AMBIENTAL DENTRO DEL ECUADOR Y SU
MATRIZ ENERGÉTICA**

Francisco José Roldán Espinosa

Alexandra Velasco, MBA

Directora de Tesis

Magdalena Barreiro, PHD

Decano del Colegio de Administración para el Desarrollo

Quito, diciembre 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Francisco José Roldán Espinosa

C.I.: 1712517364

Quito, diciembre 2013

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a todas esas personas que creen que nunca es tarde para buscar un cambio y que son ejemplo con sus acciones por buscar un Ecuador próspero.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos mis maestros de la USFQ que hicieron de estos años universitarios una experiencia única de aprendizaje: Alexandra Velasco quien me guió durante el proceso de tesis y por su ayuda en los momentos críticos de la realización de la misma, a Marithza Velez que aparte de profesora es una gran amiga y maestra de vida. Finalmente quiero agradecer a Jaime Costales por sus enseñanzas y conversaciones que me abrieron la mente y la forma de ver las cosas.

RESUMEN

Este estudio busca presentar efectivamente la realidad del Ecuador en cuanto a la matriz energética y exponer un nuevo frente de oportunidades de energías solar renovables dentro del país. La tesis utiliza evidencia empírica de diferentes fuentes para presentar las ventajas y desventajas de la utilización de la energía solar dentro de territorio ecuatoriano. El enfoque para la explotación de la energía presenta el impacto económico, ambiental y social que genera la energía solar y finalmente sus beneficios hacia la matriz energética. Finalmente el estudio tiene como propósito generar nuevas inversiones a base de la generación de energías favorables para todo el Ecuador.

ABSTRACT

This study aims to effectively present the reality of Ecuador regarding the energy matrix and to present new opportunities for renewable solar energy in the country. The thesis uses empirical evidence from different sources to present the advantages and disadvantages of using solar energy in Ecuador. The approach to the exploitation of energy presents the economic, environmental and social impact generated by solar energy and its benefits towards the energy matrix. Finally, the study aims to attract new investments based on the generation of renewable solar energies for all Ecuador.

Tabla de Contenido

Introducción al problema	11
Antecedentes	11
El Problema	12
Hipótesis.....	18
Preguntas de investigación	18
Objetivos Específicos	18
Justificación	19
Contexto y Marco teórico	20
Definición de términos.....	20
Presunciones del autor y supuestos del estudio.....	21
Revisión de la Literatura.....	23
Fuentes.....	23
Formato de la revisión de la literatura	23
metodología de la investigación.....	27
Análisis de la información	29
Qué es la energía renovable solar.....	29
Impacto económico generado por la Energía solar renovable en Ecuador.....	34
Impacto social de la energía solar en el Ecuador.....	41
Impacto ambiental causado por la energía solar en el Ecuador	45
conclusiones.....	50
Referencias.....	53

GRÁFICOS

Grafico 1	13
Grafico 2	15
Grafico 3	17
Grafico 4	35
Grafico 5	39

TABLAS

Tabla 1.....	14
Tabla 2.....	32

INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

Antecedentes

Una de las mayores fuentes para el desarrollo de un país comienza por la capacidad de generar energía para su desarrollo, ya que se necesita energía para realizar cualquier actividad. La energía se puede obtener de varias maneras: las más comunes son las fuentes renovables, las no renovables y la producción nuclear. En el Ecuador, por mandato de la Constitución¹, el Estado es el encargado de producir la energía en cualquiera de sus manifestaciones, y de manera excepcional delegar al sector privado para que produzca¹². Por lo tanto, el Estado aparte de la energía que produce, compra energía a empresas privadas y luego es encargado de distribuir dicha energía. El Estado como entidad reguladora debe buscar la mejor forma de poder distribuir esa energía para que todos los sectores de la población se vean beneficiados. Además se debe buscar generar energía, siempre pensando en la sustentabilidad y hacer que esta producción de energía sea cada vez más eficiente y productiva para las generaciones futuras. El Ecuador es un país en el

¹ Los artículos 313 y 314 de la Constitución disponen lo siguiente:

Art. 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley.

² El artículo 30 de la Ley del Régimen del Sector Eléctrico, dispone que la construcción y operación de Centrales de Generación de 50 MW, o menos, sea que se destinen a la Autogeneración o al Servicio Público, requerirán solamente de un Permiso concedido por el CONELEC, sin necesidad de promoción alguna, por cuanto el Permiso no implica el egreso de fondos públicos.

Por disposición expresa de los artículos 2 y 30 de la Ley de Régimen de Sector Eléctrico y artículos 5, 11 primer inciso, 12 literal c y d, y 55 segundo inciso del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, el CONCEDENTE, de conformidad con la referida Ley y Reglamento de Concesiones, está facultado para suscribir este tipo de contratos bien sea para la autogeneración, generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

que durante muchos años no se realizó una inversión suficiente en materias energéticas y es por eso que la provisión de energía se vio mermada, en especial a partir de las crisis energéticas que ocurrieron en el país a finales del año 2009 y principios de 2010. El País se vio impotente ante una situación que perjudicó a muchos ecuatorianos y estas crisis fueron fruto de tener una matriz energética muy vulnerable, solamente al Estado esta crisis le costó 245 millones de dólares. De estos, 220 millones fueron a la compra de nuevas turbinas y repuestos mientras que 25 fueron a la compra de energía a los países vecinos. El Estado ecuatoriano desde entonces ha implementado una serie de propuestas para cambiar la matriz energética actual para poder evitar crisis como las ocurridas y se ha convertido en una prioridad cambiar la matriz energética actual hacia una matriz más sólida, más eficiente y que beneficie de mejor manera a los ecuatorianos. Según el plan maestro de electrificación del gobierno ecuatoriano, se busca cambiar la participación de los diferentes tipos energías dentro de la matriz, para que el mayor contribuidor a la producción energética dentro del país sean las energías renovables. A pesar de que el plan pareciera prometedor y fabuloso, existen muchos debates sobre si es sustentable dicha futura matriz energética. Esto se debe a que para poder implementar nuevas energías se necesitan considerar varios temas que afectan a un país en los aspectos económico, social y ambiental.

El Problema

En el Ecuador existen problemas energéticos importantes, que han generado crisis debido principalmente a la estructuración de la matriz energética, la poca diversificación de la energía y además también hay que considerar las nuevas leyes dentro de materia energética.

En este estudio analizaré la estructura actual de la Matriz Energética (ME), que desde mi perspectiva ha sido el principal problema que ha debido afrontar nuestro País.

La ME del Ecuador está formada básicamente por dos fuentes. En primer lugar, con la energía que ya esta incorporada al Sistema Nacional Incorporado (SNI) y luego la no incorporada, que consiste de todas aquellas que no pueden acceder a la energía que brindan los canales normales de transmisión por ejemplo Galápagos o zonas rurales aisladas de difícil acceso. Dentro de estas divisiones de la ME existen igualmente dos formas predominantes de la cual los ecuatorianos recibimos energía. En el Gráfico 1 se puede ver la producción de energía dentro del SNI y lo que representa la energía térmica y la hidroeléctrica en comparación con el total.

En el SNI, la primera fuente es la energía termoeléctrica (térmica) y la segunda es la hidroeléctrica. La térmica genera el 51,46% de la energía para el Ecuador es creada por la generación de calor tanto por combustión fósil o biomasa por lo tanto genera emisiones de CO2 bastante significativas.

**EVOLUCION DE LA CAPACIDAD DE POTENCIA EFECTIVA EN EL S.N.I.
PERIODO 2000-2010**

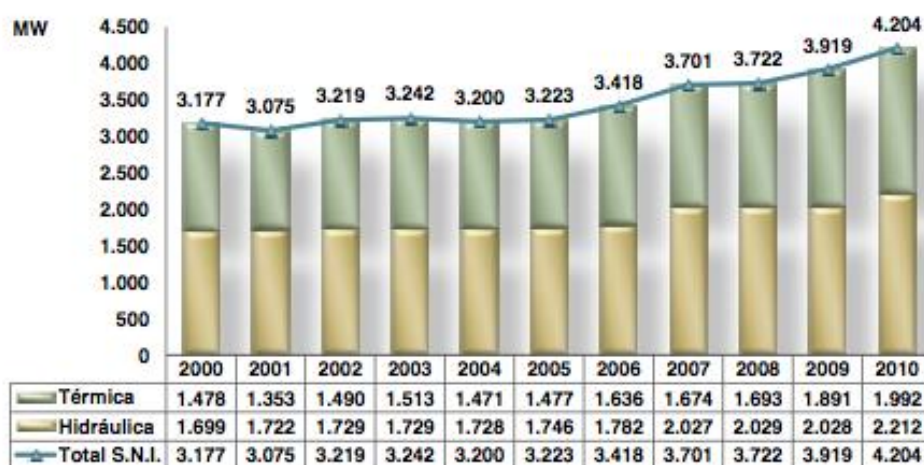


Gráfico 1

La segunda es la generación de energía hidroeléctrica. Esta representa el 46,53% de la energía producida a nivel nacional dentro del SIN.

Cabe recalcar también que existe un 4,28% de participación en la matriz energética en cuanto a la energía comprada a los países vecinos Perú y Colombia, la cual ha sido fundamental para abastecer el consumo de energía nacional.

Por otro lado se encuentra la energía que todavía no esta incorporada y que es la siguiente: eólica, fotovoltaica, térmica e hidráulica. En la misma Tabla 1 podemos ver la distribución de las energías dentro del Ecuador tanto del SNI como lo no incorporado. En la Tabla se puede ver que la energía eólica y la fotovoltaica o solar no representan ni el 1% de la producción de energía. Y en total de la producción de energía del Ecuador, la renovable representa el 2% siendo la biomasa el 1,97%. Esto quiere decir que en el Ecuador la participación de las energías renovables, sin tomar en cuenta la hidráulica, es insignificante.

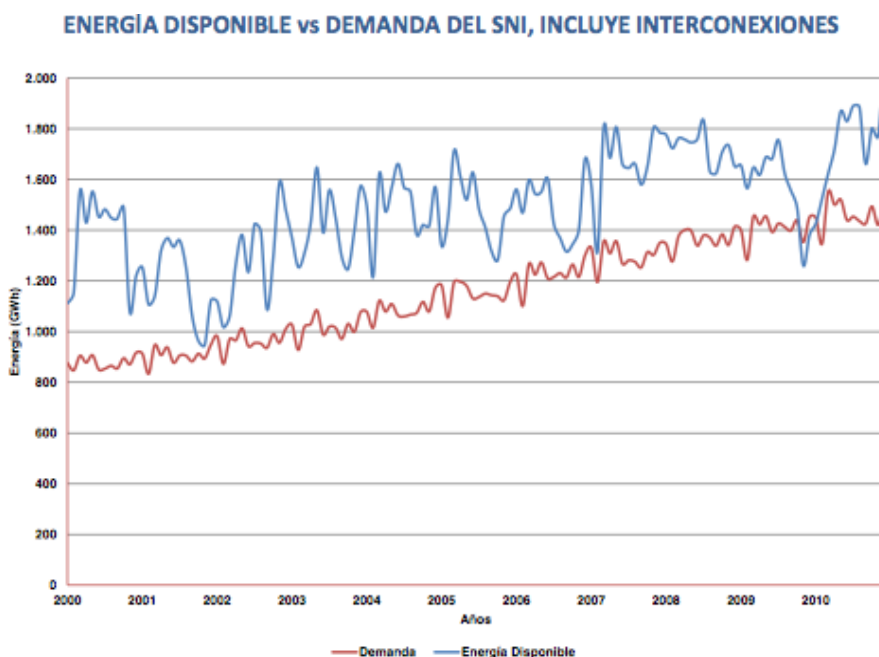
POTENCIA NOMINAL Y EFECTIVA TOTAL A DICIEMBRE DE 2010

Sistema	Tipo de Central	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
S.N.I.	Hidráulica	2.238,30	2.211,54
	Térmica MCI	625,48	558,09
	Térmica Turbogas	976,74	897,50
	Térmica Turbovapor	446,00	443,00
	Térmica Turbovapor*	101,30	93,40
Total S.N.I.		4.387,82	4.203,53
No Incorporado	Eólica	2,40	2,40
	Fotovoltaica	0,02	0,02
	Hidráulica	4,11	3,65
	Térmica MCI	634,08	464,40
	Térmica Turbogas	102,25	76,40
	Térmica Turbovapor	12,00	11,00
Total No Incorporado		754,86	557,87
Total general		5.142,68	4.761,39

* Corresponde a la generación con Biomasa (Bagazo de Caña)

Tabla 1

En cuanto a la demanda y oferta que obtenemos en el Ecuador existen varios puntos importantes para analizar. Primeramente podemos ver que la oferta de energía, casi siempre, ha estado por encima de la demanda con las excepciones que se mencionan más adelante.



2;

Grafico 2

En el Gráfico se pueden ver ambas líneas de oferta y demanda de energía en el Ecuador hasta el año 2010. Se puede ver como la oferta está bastante por encima de la demanda pero sin embargo si se toma en cuenta una regresión lineal de ambas curvas, se puede ver que la demanda está aumentando a un ritmo mayor en comparación de la oferta, la cual podría generar una crisis energética en los próximos años, para lo cual hay que destacar que el Gobierno actual ha dado mucha importancia a la ejecución de los llamados Proyectos Emblemáticos², que van a solucionar esta eventualidad y, además, le van a

² Los Proyectos Emblemáticos son los siguientes:

Nombre Proyecto	Tipo	Potencia (MWP)
Coca-Codo-Sinclair	Hidroeléctrico	1,500
Minas-San Francisco	Hidroeléctrico	275
Mazar-Dudas	Hidroeléctrico	21

permitir al Ecuador convertirse en exportador de energía. Este crecimiento se debe en gran parte a las nuevas industrias emergentes que se han creado dentro del Ecuador y también a los nuevos mandatos estatales los cuales restringen el uso del gas y los componentes que funcionen a base de estos como las cocinas y calefones, generando un mayor consumo en aparatos eléctricos. También es importante mencionar que la oferta de la energía tiene fluctuaciones bastante significantes lo cual se debe muchas veces a la pérdida de energía que se da por la falla de los equipos o la ineficiencia de los mismos. Además también es importante recalcar que en diciembre del año 2009 comenzó una temporada de varios apagones energéticos y se debió principalmente a que tenemos una matriz energética muy dependiente de la energía hidroeléctrica que a pesar de ser renovable, tiene varios riesgos por la dependencia del agua. Por ende en el mencionado año cuando tuvimos una sequía en la represa de Paute, no se pudo abastecer la demanda de energía.

Finalmente se puede decir que la Matriz Energética Ecuatoriana es muy dependiente de solamente dos formas de obtener energías (térmica e hidroeléctrica), que puede resultar riesgoso solamente confiar en estos dos tipos de energías. La poca diversificación de la energía dentro de la ME provoca que sea vulnerable a factores exógenos y que el País dependa mucho de factores como la explotación del petróleo o el clima. La poca diversificación significa riesgo, además podemos ver que se necesita aumentar la oferta de energía, ahora mucho más, ya que los nuevos mandatos gubernamentales mencionan que ahora toda cocina, calefón u otros aparatos que funcionen a base de gas deben ser reemplazados por aparatos que sean operados a base de electricidad. Esto quiere decir que

Sopladora	Hidroeléctrico	487
Manduriacu	Hidroeléctrico	60
Delsitanisagua	Hidroeléctrico	116
Quijos	Hidroeléctrico	50
Toachi-Pilatón	Hidroeléctrico	253

la demanda va a aumentar de manera sustancial. En el Gráfico 3 se presentan los posibles aumentos de energía con cuatro posibles hipótesis diferentes proyectadas hasta el 2021.

PROYECCION DE POTENCIA MAXIMA ANUAL EN BORNES DE GENERACION – ESCENARIO MEDIO

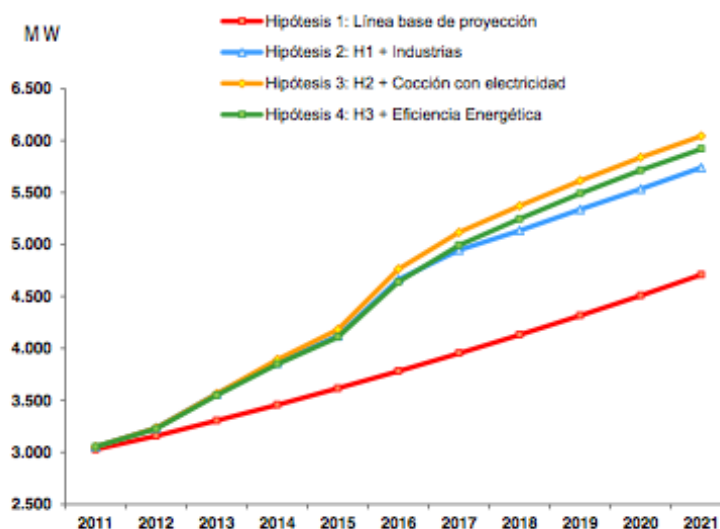


Gráfico 3

En este gráfico se puede ver como la demanda aumentará de manera importante en el 2015 y luego de eso en un porcentaje promedio anual de 8%. A pesar de que el modelo está basado en datos históricos y estadísticas matemáticas, no se puede decir que la demanda proyectada es muy correcta ya que históricamente el consumo de energía ha tenido un aumento gradual, porque no han existido en el Ecuador gobiernos que modifiquen dicha demanda, como el actual. Es por esto que las nuevas políticas generarán que la demanda de energía se incremente y puedan provocar que la demanda sea mayor a la oferta energética, lo que podría generar una crisis.

Con este análisis se puede sacar varias conclusiones sobre el problema:

- (i) la estructura actual de la ME genera que pueda ser una matriz inestable;

- (ii) la falta de diversificación de energías puede ser muy riesgosa para el país; y, finalmente,
- (iii) las nuevas políticas adoptadas por el Gobierno van a incrementar la demanda de energía, que justifica la diversificación de las fuentes de energía.

Hipótesis

El cambio propuesto por el Gobierno para mejorar la ME genera oportunidades para nuevas energías renovables dentro del país y es por eso que la energía solar es un suplemento viable a largo plazo para la matriz energética del Ecuador.

Si el Ecuador destinaría mayores recursos a la implementación de energía solar habría mayores beneficios económicos, sociales y ambientales y además crearía una matriz energética más sólida.

Preguntas de investigación

1. Qué es la energía solar? Qué tan implementada está la energía solar en el Ecuador, dónde y como se encuentra dicha energía y qué proyectos nuevos existen?
2. Qué impacto económico puede generar la explotación de la energía solar dentro del Ecuador, tanto a su Gobierno como a sus ciudadanos?
- 3.Cuál es el impacto social de la energía solar? Cuáles son los costos para la sociedad y sus beneficios?
4. Cómo y hasta qué punto puede mejorar o perjudicar la energía solar al medio ambiente?

Objetivos Específicos

1. Dar a conocer qué es la energía renovable y como se está difundiendo dentro del país con nuevos proyectos.

2. Analizar el impacto de la energía renovable dentro del país en aspectos económicos; de inversiones, empleo y gasto para el Ecuador.
3. Establecer cómo la energía solar puede beneficiar o perjudicar a una sociedad, establecer sus beneficios sus costos y ver qué parte de la sociedad será la más vulnerable.
4. Analizar la sustentabilidad del proyecto en base a costos ambientales que puede producir, daño geográfico y emisiones.

Justificación

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado y tecnológico dónde el mayor objetivo para la sociedad es buscar la supervivencia y el generar consumo. Sin embargo, hasta la fecha se ha logrado esto, por medio de los recursos no renovables que actualmente han generado polémica a nivel mundial y que se los consideran no sustentables. Últimamente los líderes mundiales han innovado la conciencia sobre los temas ambientales y de desarrollo, los que han llevado a buscar maneras alternas de producir energía y es de allí que nacen las energías renovables.

El Ecuador es un país que se encuentra claramente en vías de desarrollo y se ha buscado mejorar la calidad de vida de las personas eminentemente sobre la base del boom petrolero de los años 70's y que se ha repetido en los últimos 7 años, por los altos precios del petróleo. Sin embargo el petróleo es una energía no renovable que se va reduciendo y el Ecuador a este paso, si no se encuentran reservas de hidrocarburos importantes, no podrá mantener su matriz energética ya que el 90% de la misma es generada por derivados del combustible. Es por eso que existe un problema dentro del país y que este trabajo tiene el propósito de evidenciar los beneficios económicos, sociales y ambientales de la energía

solar. Además de señalar que esta diversificación de energías producirá que el País obtenga una matriz energética más sólida.

Creo que es un tema de actualidad muy importante y de repercusión con el Ecuador. Creo que es obligación de esta generación joven buscar el desarrollo sustentable; por lo tanto quiero investigar y llegar a entender cómo funciona la energía solar en el Ecuador y qué oportunidades existen para empresarios. Creo que la búsqueda de energías alternativas puede generar oportunidades presentes y futuras en materia de sustentabilidad y así ayudar y servir a la sociedad, que desde mi perspectiva es un asunto muy importante en mi vida. Personalmente me voy a beneficiar con el conocimiento en esta área muy interesante. Me es muy importante saber el alcance que tienen los proyectos mencionados por el gobierno y que repercusión van a tener los mismos para el desarrollo sustentable del Ecuador.

Contexto y Marco teórico

Para poder establecer un punto de referencia durante este estudio he tomado en cuenta varias fuentes de literatura que abordan los diferentes temas desde distintas perspectivas brindando así una visión más amplia del estudio. Las fuentes utilizadas son desde varias ópticas: económica, sociológica, tecnológica y ambiental para los diferentes temas tratados dentro del trabajo. En vista de que no se han realizado en el país muchos estudios referentes a este tema, he utilizado información de origen extranjero, para una mejor referencia a ciertos aspectos de este trabajo. El desarrollo del marco teórico se basó en un índice vertebrado generado por los temas y los subtemas que se tratan. Finalmente he seleccionado la información que me ha parecido la más relevante y que de mejor manera represente y soporte la investigación.

Definición de términos

Combustibles: cualquier material capaz de liberar energía cuando ocurre una reacción química.

Emisiones: cualquier expulsión de algo hacia el exterior.

Energía renovable: energía que se obtiene de fuentes naturales y que se regenera en menos de 100 años.

Energía no renovable: Aquellas energías que son obtenidas de fuentes combustibles.

Fotovoltaicas: material o dispositivo que convierte la energía luminosa en electricidad.

kWp: Medida de energía que representa kilovatios por hora.

MWP: medida de energía que representa megavatios por hora.

Presunciones del autor y supuestos del estudio

La mayoría de la información obtenida para la realización de este estudio fue sacada de fuentes gubernamentales y de fuentes de organizaciones internacionales. Sin embargo, como autor podría presumir que cierta información de fuentes gubernamentales puede hasta cierto punto estar sesgada. Quiero decir que de la información obtenida, puede haber cierta información que el Gobierno no quiere que sus ciudadanos la conozcan y por lo tanto solo presenta la información que sea favorable para las autoridades de turno.

También en cuanto a la información encontrada en las organizaciones internacionales, esta ha sido acoplada al estudio ya que no es información dedicada al Ecuador o de trabajos realizados dentro del país. Por lo tanto he utilizado la información de países extranjeros y la he aplicado a la realidad del Ecuador.

Existen varios supuestos en cuanto al estudio. Como autor he creado cálculos dentro del estudio para poder sustentar alguna información y los he hecho porque no se habían realizado anteriormente. Además se supone que todo el estudio se está realizando bajo

igualdad de condiciones con los otros tipos de energías comparadas y sin el posible riesgo que existiría por desastres naturales.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Fuentes

Para la realización de este estudio utilizaré fuentes para poder presentar con validez las ideas y desarrollar de mejor manera los argumentos del estudio. Las fuentes son bibliográficas se han basado en documentos electrónicos y de igual manera libros y textos relevantes al estudio. Además he utilizado información gubernamental publicadas en las páginas Web del Gobierno para contribuir al tema planteado y de organizaciones no gubernamentales que han estudiado el problema en otros países.

Primeramente para la elaboración de temas y obtención de información identifiqué las palabras más conocidas y determiné las más adecuadas para el estudio. Una vez obtenidos estos términos conceptuales realicé búsquedas en los diferentes medios de Internet y de libros en la universidad, tanto en castellano como en inglés para obtener la mayor cantidad de información ya que una importante cantidad de literatura está en inglés.

Formato de la revisión de la literatura

La revisión de la literatura la realicé por tema y no por orden cronológico ni por autor. Las fuentes de igual manera se dividieron en fuentes primarias de información y secundarias.

Las primarias se dividieron por la relevancia que tenían con el tema. Por lo tanto las fuentes más importantes fueron las obtenidas de la pagina del Gobierno ya que estas contienen información específicamente del Ecuador. Existen diferentes fuentes de páginas gubernamentales las que se mencionan en cada tema. También otra fuente fundamental para el estudio fueron las organizaciones no gubernamentales. Dentro de las fuentes secundarias tenemos libros y publicaciones y artículos de Internet que aportaron al estudio.

Tema 1

En primer lugar, es importante entender qué es la energía solar, para lo cual considero que la definición de Marianela García ilustra en gran medida su alcance:

“Consiste en transformar la energía luminosa procedente del sol en energía eléctrica, mediante la exposición al sol de ciertos materiales convenientes tratados”. Luego recurrí a fuentes que relatan la historia de la energía solar, en especial de personajes históricos que defienden el uso de este tipo de energía. Encontré a Albert Einstein quien ganó su premio Nobel hablando sobre energía solar y a Thomas Alva Edison quien dijo:

“I’d put my money on the sun and solar energy. What a source of power! I hope we don’t have to wait until oil and coal run out before we tackle that.

De igual manera para la búsqueda del concepto de la energía solar dentro del Ecuador busqué en páginas gubernamentales del CONELEC y del INER, así como en periódicos.

En publicaciones del INER se menciona la importancia para el uso de energía solar:

“La energía solar podría ser considerada la principal fuente de las llamadas energías renovables y posee un potencial para proveer de energía limpia a gran escala” (INER).

“En ese contexto, el Gobierno ecuatoriano, a través del Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC), ha incentivado desde el 2011 la construcción de nuevos proyectos fotovoltaicos” (EL COMERCIO).

Tema 2

Para este tema busqué en publicaciones en periódicos, las inversiones relacionadas con la energía solar para desarrollar su impacto económico dentro del país:

“La ejecución de estos proyectos demandará inversiones por USD 700 millones, según proyecciones del CONELEC, que prevé que estos entren a operar hasta el 2015”.

También encontré fuentes como la CEPAL y libros de inversión extranjera escrito por Mallampally y Sauvant que hablan del impacto de la inversión extranjera en un país en desarrollo:

“La IED se ha convertido en una importante fuente de financiamiento externo privado para los países en desarrollo” (Mallampally, Sauvant).

Finalmente recurrí a datos del BCE y del INEC para los análisis del PIB y de los otros indicadores económicos importantes.

Tema 3

Para la elaboración de este tema investigué fuentes que se refieren a la utilización de energía solar en la sociedad, tales como la de Jaime Velasco quien menciona la importancia de esta energía:

“Los sistemas fotovoltaicos ofrecen soluciones al suministro de energía eléctrica en viviendas y núcleos de población alejados de la red eléctrica general” (Velasco, 214).

“Si el sistema está conectado a la red en vez de a baterías almacenadas, el kWh vendido a la red general sería más barato que el que el usuario tendría que comprar” (Velasco 214).

De igual manera identifiqué un mapa en dónde se podrían localizar las comunidades más favorecidas por el uso de esta energía y también utilicé el atlas del Ecuador generado por el CONELEC. Finalmente analicé los usos que se pueden dar a la energía dentro de un hogar.

Tema 4

Para el análisis ambiental del impacto de la energía solar recurrí principalmente a páginas de organizaciones no gubernamentales extranjeras ya que estas contienen el impacto y estudios realizados en otras partes del mundo. La UCSS mencionan a la energía solar como:

“The sun provides a tremendous resource for generating clean and sustainable electricity without toxic pollution or global warming emissions” (UCSS).

Todas las fuentes utilizadas fueron revisadas detenidamente para la mejor obtención de datos y su provecho en el Estudio.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación se utilizó un método de investigación mixto, una combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo. El método cualitativo se utiliza justamente para dar profundidad de interpretación a la información de datos y estadísticas, y porque genera un mejor entendimiento del entorno y de contextualización del estudio. Por otro lado, el método cuantitativo, representa de mejor manera los datos, su amplitud y magnitud de lo reseñado. Además ayuda al lector a poder tomar una mejor perspectiva sobre lo mencionado en el estudio cuando se utilizan cálculos y muchas veces se explican mejor las cosas con datos numéricos.

Se utilizó este tipo de metodología mixta ya que el estudio abarca varios temas de diferente naturaleza. En vista de que en este estudio se analizan los impactos económicos, he utilizado los datos macros del país lo que representa de mejor manera el método cuantitativo. También cuando analizo el impacto ambiental, he buscado cuantificar el impacto de la energía solar en términos de emisiones y usos de tierra para dar al lector una perspectiva real del daño o beneficio causado. Por otro lado también he utilizado el método cualitativo para explicar los impactos mencionados económicamente y ambientalmente pero más importante he utilizado este método para analizar el impacto social de la energía solar. Aquí los daños o beneficios son más fáciles de interpretar cuando la información está presentada de forma cualitativa.

Las herramientas utilizadas para el estudio son fundamentalmente de datos y de información sacada de documentos relevantes a cada tema. También de forma secundaria solicité la ayuda de autoridades en los diferentes temas para encontrar el material necesario. Entrevisté a diferentes profesores dentro de la USFQ y personas fuera para buscar una guía durante la recopilación de información. Entre los profesores entrevistados, especial mención merecen Bernardo Acosta y Franklin Manguashca y a una persona fuera

de la USFQ se encuentra Paola Roldán, con amplia experiencia en temas ambientales.

Ellos fueron clave en la elaboración de la información ya que me dieron pautas para la investigación y análisis.

Finalmente cabe recalcar que la información recopilada ha sido acoplada y destinada al análisis de los impactos para el beneficio de los ecuatorianos, tanto para la zona rural como la urbana, y el estudio está destinado para resaltar el impacto de la energía solar en las comunidades antes mencionadas.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Qué es la energía renovable solar

Para evitar basar este estudio en supuestos, es importante que definir la energía renovable solar, sus antecedentes, como se encuentra actualmente en el Ecuador y finalmente los proyectos nuevos que existen alrededor de esta energía.

La energía es la base de absolutamente de todo lo que se hace en el mundo en el que vivimos, ya que sin energía nada existiera. Existen diversas formas de transformar la energía en un trabajo o acción con fin de realizar algo. Desde el inicio de la historia humana; desde que se “descubrió”³ el fuego, el ser humano aprendió a transformar la energía que guardan las plantas y árboles en energía térmica para poder cocinar y calentarse. Con el tiempo se comenzaron a utilizar otros tipos de energía para poder generar trabajos; se comenzó a utilizar la energía mecánica animal para moler granos o realizar los trabajos necesarios para la época. Además se utilizaron molinos de viento o agua, igualmente para moler granos y otros fines. Con el avance del tiempo se han ido generando otras formas de generar energía, los motores de vapor a finales del Siglo XVIII, o con el descubrimiento del carbón, se comenzaron a utilizar los motores de combustión interna para generar trabajos a base de diferentes combustibles. Desde entonces las energías han evolucionado de manera sustancial, desde la forma de obtenerlas, la forma de almacenarlas, los tipos de energías actuales, en fin han evolucionado y ahora existen muchas maneras de generar energía. En este tiempo, a las energías se las dividen en dos subgrupos, las energías renovables y las no renovables. Las no renovables son principalmente las de combustión tales como el petróleo, carbón y gas natural y las que no

³ “Descubrió” se encuentra entre comillas ya que el humano descubrió solamente el uso del fuego y no el fuego en sí.

son de recursos naturales⁴ como la nuclear. Y las renovables todas aquellas que provienen de fuentes naturales y que el tiempo que se tardan en reponer sea menor a 65 años (el tiempo de vida de una persona promedio) como la eólica, hidráulica, solar entre otras. Sin embargo, para este estudio nos enfocaremos solamente en la energía renovable solar.

A mediados del Siglo XIX se descubrieron los efectos de la energía fotovoltaica y desde entonces se iniciaron muchos experimentos para poder dar uso a este tipo de energía nueva. Muchos físicos trabajaron para desarrollar este nuevo tipo de energía entre ellos Albert Einstein cuyos estudios sobre energía fotovoltaica lo llevaron a ganar el premio Nobel de física de 1922. Los estudios llevaron al desarrollo de obtención energía del sol y mediante células fotovoltaicas la generación de energía eléctrica. A partir de ello, la energía solar ha mejorado de forma tecnológica y de eficiencia que cada vez existen mayores proyectos de dicha energía alrededor de todo el mundo.

Los beneficios de la energía solar han sido los propulsores a la inversión para desarrollar este tipo de proyectos y han sido los que han llevado a países desarrollados y con las economías mas fuertes del mundo como Alemania a invertir en energía solar. Dentro de las ventajas que encontramos de la energía solar mencionamos aquellas que según Marianela García autora del libro Energía Solar Fotovoltaica y Cooperación al Desarrollo son las que más apoyan a los países en vías de desarrollo y a sus zonas rurales. García menciona como mayor beneficio el hecho de que la fuente de energía es ilimitada y gratuita; esto se debe a que el generador de energía en este tipo es el Sol por lo cual es autóctono, esta siempre disponible y además es respetuoso con el medio ambiente. Otro beneficio muy importante es que la energía solar puede generar energía a cualquier escala y sus costos de generación permanecen constantes. En tercer lugar encontramos que la energía solar gracias a sus paneles fotovoltaicos que son de fácil manejo, no necesita

⁴ El petróleo proviene de una fuente natural, sin embargo no se lo considera renovable ya que el tiempo que se tarda en reponer esta fuente es muy largo.

mayor interacción con el exterior o con el ser humano, simplemente para mantenimientos sencillos y que se pueden realizar localmente con un poco de capacitación. Otro beneficio que menciona García es que esta energía permite el desarrollo de otros sectores y dice que: “Se conocen diversas experiencias en las que la electrificación del sector doméstico con ESF ha generado un mercado fotovoltaico que ha ido evolucionando en el sentido de mejorar la calidad técnica de las instalaciones (mantenimiento incluido) y ampliar progresivamente el espectro de aplicaciones”. (García,27).

El último beneficio que menciona la citada autora, en cuanto al impacto ambiental, es que la energía solar en comparación con otros tipos de energía es mínimo ya que no tiene emisiones como los combustibles ni tiene el impacto que genera la electrificación de la extensión de energía pública. Estos son varios de los beneficios de la energía solar, pero los tomaremos como los más importantes ya que están enfocados al desarrollo.

En el Ecuador también se puede encontrar energía solar pero a niveles de generación eléctrica muy bajos. Como pudimos ver en el análisis de la matriz energética, la energía solar no representa ni siquiera el 1% de la generación eléctrica del país, esto quiere decir que el hecho de que no exista esta energía completamente implementada dentro del país genera nuevas oportunidades para nuevas inversiones, considerando un hecho fundamental y es la situación geográfica de nuestro país que al estar localizado en la línea ecuatorial, la presencia del Astro y la luminosidad son muy amplias y constantes en todo el año. No obstante, existen pocos proyectos dentro del país.

En cuanto a proyectos de energía solar que se encuentran en el Ecuador encontramos al sector público y al privado involucrados en la explotación de este tipo de energía. En el sector público el Gobierno ecuatoriano en su plan maestro de electrificación implementa algunos proyectos de energía solar para expandir la matriz energética del país. Los proyectos que impulsa el Gobierno se encuentran en Galápagos principalmente y en las

zonas rurales de la Región Amazónica. En el archipiélago de Galápagos existe un proyecto fotovoltaico en la Isla Floreana que produce alrededor de 21 kWp y opera desde el año 2006. El parque fotovoltaico en Puerto Ayora que genera 1,5 MWp y opera desde el 2012. El sistema híbrido de la Isla Isabela que genera 1 MWp y se estrenó este año 2013 y finalmente el parque fotovoltaico en Baltra que genera 0,3 MWp y de igual manera se inauguró este año. En la Región Amazónica, entre los proyectos de energía solar ya instaurados, se encuentra el proyecto llamado EuroSolar. Involucradas se encuentran las provincias de Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago, esta última ha sido la más beneficiada. Con este proyecto se está beneficiando a 91 comunidades rurales con una población de alrededor de 40.000 habitantes. Este proyecto tiene como fin electrificar a 30.174 viviendas y tiene el apoyo de la Unión Europea. Además hay proyectos de electrificación con energía solar en Esmeraldas y Guayas.

El Gobierno ecuatoriano ha suscrito con empresas privadas contratos para la implementación de energías solares. El provecho económico del proyecto dentro de un plazo establecido de 20 años será para la empresa privada y terminado el plazo pasen a manos del estado ecuatoriano. Como se puede ver en la Tabla 2 se encuentran los proyectos más grandes que se implementarán con sus respectivas producciones de energía.

Compañía	Proyecto	Potencia (MW)	Ubicación
1 Desarrollos Fotovoltaicos Del Ecuador S.A.	Shiri I	50	Pichincha, Quito
2 Condorsolar S.A.	Condorsolar	30	Pichincha, Tabacundo y Cayambe
3 Solarconnection S.A.	Solarconnection	20	Pichincha, Tabacundo y Cayambe
4 Ecuador Energético S.A.	Imbabura-Pimán	25	Imbabura, Ibarra
5 Gultarsa S.A.	Valana	20	Guayas

Fuente: Google; EL COMERCIO

Tabla 2

El primer proyecto ya instalado y operativo está situado en Imbabura por la empresa Valsolar y esta generará 1 MWp. El CONELEC aprobó la instauración de 17 proyectos dentro del país. Dentro de estos convenios que ha firmado el Estado se puede observar que

hay 5 proyectos de energía solar; además existen otras empresas con proyectos de centrales fotovoltaicas más pequeñas. La empresa que más generará energía solar es Desarrollos Voltaicos del Ecuador S.A., la cual producirá 50 MWp, y se ubicará en Pichincha en las afueras de Quito. Además en la misma provincia tenemos las empresas CondorSolar y SolarConnection que son parte de la multinacional en materia de energía Solar Energy Inc. y cada uno generará 30 y 20 MWp respectivamente y estarán situados en Tabacundo y Cayambe. Además en la sierra en Imbabura, Ecuador Energético SA implementará un proyecto de energía solar que generará 25 MWp. Finalmente la última empresa encargada de generar energía solar es Guitarsa SA., situada en el Guayas con una capacidad de generación de 20 MWp. Existen además otros proyectos de menor escala en Manabí con las empresas Energía Solar y Energías Manabitas. En total, el gobierno tiene planeado generar con los 17 proyectos nuevos alrededor de 287 MWp. Estos proyectos deberán estar terminados para el 2014.

Como podemos ver en el Ecuador la energía renovable esta siendo implementada muy recientemente y los proyectos que ya existían representaban muy poca generación de energía dentro de la matriz. Con el nuevo plan de electrificación, se ha comenzado a invertir en este tipo de energía la que se está comenzando a difundir en el país. Los proyectos que se encuentran ya instalados son para zonas rurales del país y ese ha sido su principal objetivo, poder dar energía a zonas rurales de difícil acceso.

Impacto económico generado por la Energía solar renovable en Ecuador

El impacto más importante de estos proyectos para el desarrollo del Ecuador es sin duda el económico, sin perjuicio de los beneficios ambientales. Los montos de inversión privada que están generando esos proyectos tienen una gran repercusión en la economía del país que precisa de esos recursos para impulsar su desarrollo económico, con el consecuente beneficio social. Económicamente existen varios indicadores, para este estudio menciono los que en mi criterio considero como los más relevantes.

La inversión privada nacional y extranjera es una de las mejores formas de generar desarrollo en un país. Muchos son los beneficios que acarrea la inversión privada.

Mientras mas inversión pueda realizarse, mejor para el País, en especial en esta etapa en vía de desarrollo, en la que deberíamos estar ávidos de recursos, para lo cual la inversión extranjera y su inyección de capital a un país como el Ecuador es importantísima. La IE se ha vuelto una fuente de financiamiento externo privado para los países en desarrollo. En un país como el Ecuador los últimos años la inversión extranjera ha decaído, como se puede ver en el Grafico 4, el cual representa los niveles de inversión extranjera en los países latinoamericanos. El Ecuador se mantiene como el último país en la región de Sudamérica en recibir inversión extranjera directa con un monto en el año 2011 de \$568 millones de dólares de un total regional de \$121.500 millones de dólares. (CEPAL). Representando así apenas el 0,47% de la inversión extranjera de toda Latinoamérica.

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA COMO PROPORCIÓN DEL PIB, 2010⁸

(En porcentajes)

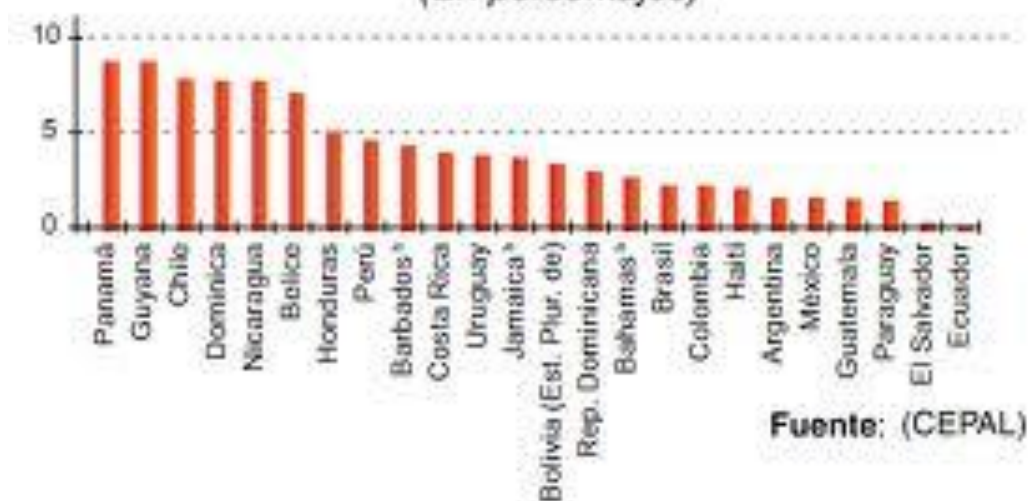


Grafico 4

Por lo tanto el Ecuador debe buscar la inversión extranjera directa; los proyectos de energía solar que mencionamos anteriormente dan lugar para generar dicha inversión extranjera con la consecuente inyección de capital en el país que impulsa su desarrollo. Según datos de las proyecciones del CONELEC, el Gobierno ha cerrado contratos de proyectos de energía solar, con una inversión de 700 millones de dólares hasta el 2015 por parte de empresas privadas extranjeras. Esta inyección de capital para el país representa una reacción en cadena de beneficios para la sociedad. Como menciona Padma Mallampally y Karl Sauvart en su publicación *La inversión extranjera en los países de desarrollo*:

“La inversión extranjera directa, no solo permite incrementar los recursos disponibles para la realización de inversiones y la formación de capital; sino que constituye también un vehículo de transferencia de tecnología de producción, capacidad técnica, capacidad de innovación, y prácticas institucionales y de gestión entre distintos sitios”. (Mallampally, Sauvart).

La inversión extranjera transfiere beneficios a la sociedad de muchas maneras. La inversión inicial de 700 millones de dólares en proyectos solares dentro del Ecuador representan primeramente un aumento en el empleo tanto por la construcción de una planta así como el manejo, monitoreo y mantenimiento de la misma una vez ya instaurada. En promedio la construcción de una planta fotovoltaica de 100 MWp genera empleo para 400 personas y luego de la construcción genera empleos fijos a 30. Esto quiere decir que en el Ecuador se plantea generar 287MWp por lo tanto en empleos de construcción trabajarán 1148 personas, mientras que al finalizar la construcción trabajarán fijamente 87 personas. En cuestión de 3 años que durarán las obras de construcción se dará trabajo 1148 personas o más ya que siempre existen factores externos en la construcción. Tomando un promedio de 4 familiares a cada trabajador, entonces se podría decir que más de 4000 personas se beneficiarían directamente por la construcción de los proyectos solares dentro del Ecuador. Además de contar con las personas que trabajarán fijamente una vez terminadas las obras los cuales representan por lo menos 80 puestos de trabajos fijos por el plazo de duración de los equipos el cual son alrededor de 35 años. En comparación a otros proyectos de generación de energía como la hidroeléctrica, ésta ha generado alrededor de 12000 empleos directos. Por lo tanto dirán que la energía solar no genera tanto como la hidroeléctrica sin embargo hay que tomar en cuenta también las inversiones de cada sector. Entonces se tiene que en el sector solar se invierten 700 millones mientras que en el hidroeléctrico 4500 millones.

Aparte de la inversión que generan los proyectos mencionados y los empleos que representan las construcciones también al aporte económico se puede agregar los efectos que tienen los proyectos fotovoltaicos en el PIB de un país. El PIB de un país representa de manera monetaria todos los productos y servicios que se han generado durante un periodo que para cálculos económicos suele ser un año. El producto interno bruto es una

medida de bienestar para los ciudadanos de un país ya que toma en cuenta toda la demanda de bienes y servicios del mismo. Este indicador económico de la misma manera toma en cuenta todo el consumo, inversión, gasto y las exportaciones e inversiones durante un año. En el Ecuador los últimos 5 años se ha mantenido un crecimiento en el PIB que ha oscilado entre el 3 y el 8%. Éste último fue tan alto ya que el motor de este aumento fue el gasto público, que impulsó la demanda interna. Sin embargo, el crecimiento en promedio del Ecuador está por debajo de países vecinos como Colombia, Perú, Chile o de países del Caribe como Panamá o Costa Rica. Por lo tanto el país debe buscar las maneras de crecer económicamente y no quedarse atrás de la competencia que en este sentido son los países vecinos.

Si las inversiones en proyectos de energía renovable generan inversión dentro del país, van a contribuir al crecimiento del PIB. Tomemos en cuenta la fórmula que se utiliza para calcular el PIB:

$$\text{PIB} = \text{C} + \text{I} + \text{G} + (\text{X} - \text{M})$$

Como todo lo que genera consumo, inversión o gasto público se suma entonces cualquier aumento en estos se ve reflejado directamente en el aumento del PIB. Si tomamos en cuenta el PIB nominal del Ecuador del año 2011 que fue 61'121,000 (BCE) y lo comparamos porcentualmente con la inversión que genera la ESR (700,000,000) podemos ver que representa un 1,2% de aumento. Ya que dicha inversión no tiene divisas de dinero extraídas al exterior, esto quiere decir que es inyección directa de capital. Es dinero que entra a la economía ecuatoriana, y que en manera de mano de obra, de empleos, aumento de sueldos, compra de materia prima por lo tanto aumentando su producción, entre otras comienza a circular dentro del país, beneficiándolo a toda la sociedad en diferentes áreas. En cuanto al consumo que genera la energía solar y su impacto en el PIB, se puede mencionar que de igual manera esta energía afecta positivamente al consumo. Una nueva

fuentes de energía enfocada hacia zonas rurales de difícil acceso como es la energía solar, además del impacto social positivo para el desarrollo de esas comunidades, va a generar nuevos clientes potenciales para el consumo de energía. Por lo tanto el rubro dentro del PIB que representa el consumo de todos los bienes y servicios de igual manera aumentará ya que entran nuevos consumidores. Finalmente en cuanto al PIB mencionaremos un factor importantísimo que es la Balanza Comercial. La Balanza Comercial representa de igual manera en un tiempo determinado todas las exportaciones e importaciones de un país. El Ecuador actualmente tiene una balanza comercial positiva lo cual es un buen indicador para un país. Sin embargo, esta balanza comercial toma en cuenta toda la exportación de petróleo por la cual la hace positiva. Si se excluye las exportaciones de petróleo, la balanza comercial es deficitaria. En la medida en que sigamos consumiendo petróleo para la generación térmica, van a disminuir las exportaciones petroleras, con el consecuente impacto en la balanza comercial. Por tanto, promover fuentes alternativas de energía también va a redundar en la Balanza Comercial.

Como mencionamos anteriormente el Ecuador ha comprado energía a países vecinos como Colombia y Perú; por lo tanto esa importación de energía de igual manera afecta al PIB del país de forma negativa. La ESR que sería producida en el país no afectaría la balanza comercial sino que ayudaría a reducir las compras de energía y además incentiva el consumo de la misma energía dentro del país.

Finalmente para terminar con el análisis económico se analizará los índices de precios al consumidor y cómo estas inversiones pueden afectar al mencionado indicador económico. Los IPC es un método para medir las variaciones de los precios de los productos y servicios, que conforman la canasta básica. Estos indicadores de igual manera tienen un tiempo determinado y por lo general se lo calcula mensualmente. La variación en estos precios se utiliza para realizar el cálculo de la inflación y de variaciones de bienes y

servicios finales. Dentro de la canasta básica la cual es utilizada para obtener los IPC, se encuentran diferentes rubros uno de los cuales representa la electricidad. Como el indicador menciona, el IPC se calcula sobre los precios de los bienes y servicios. Por lo tanto cuando un precio sube (ver Gráfico 5) entonces quiere decir que hay menor oferta de dicho bien o servicio, mientras que si el precio baja, es porque existe una mayor oferta del mismo. Si los precios aumentan mucho, entonces tendremos una inflación lo que para la sociedad representa pérdidas de adquisición y por lo tanto se ve afectada.

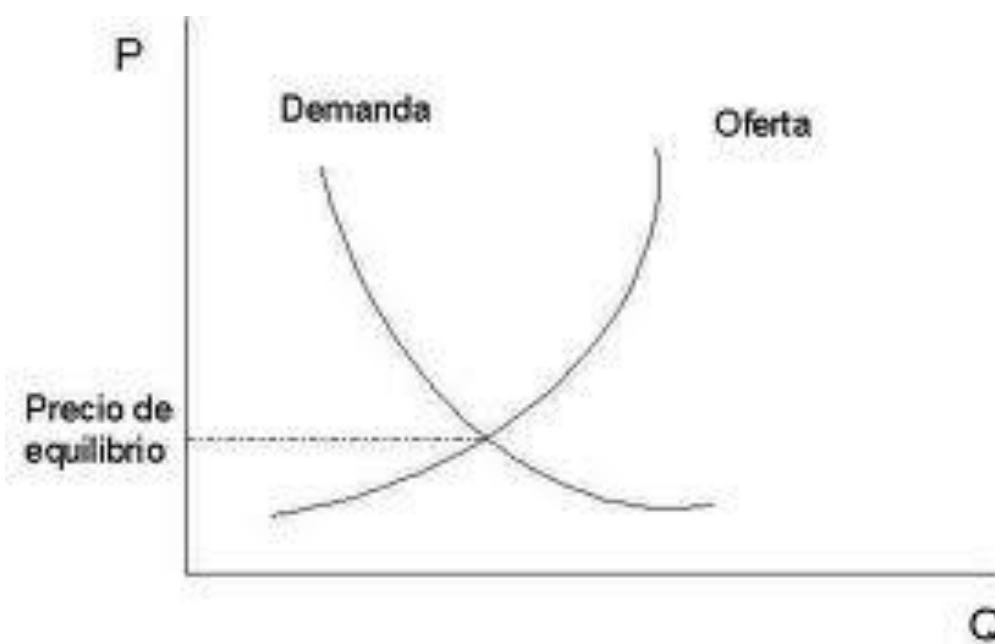


Grafico 5

En un país como el Ecuador donde el aporte familiar no llega a cubrir el costo de la canasta básica⁵, hay que ser muy cuidadoso con el incremento de los rubros que la integran, como es el relativo a la generación de energía.

La inflación no puede salirse de las manos ni aumentar mucho porque para la sociedad representa pérdidas muy altas. Regresando nuevamente al Gráfico 5 de oferta y demanda entonces podemos analizar que si una nueva fuente de producción de energía es

⁵ El valor de la canasta familiar básica se ubicó en 614,01 dólares, mientras que el ingreso familiar (1,6) perceptores en 593,60 dólares, esto implica una cobertura de 96,8%“(INEC)

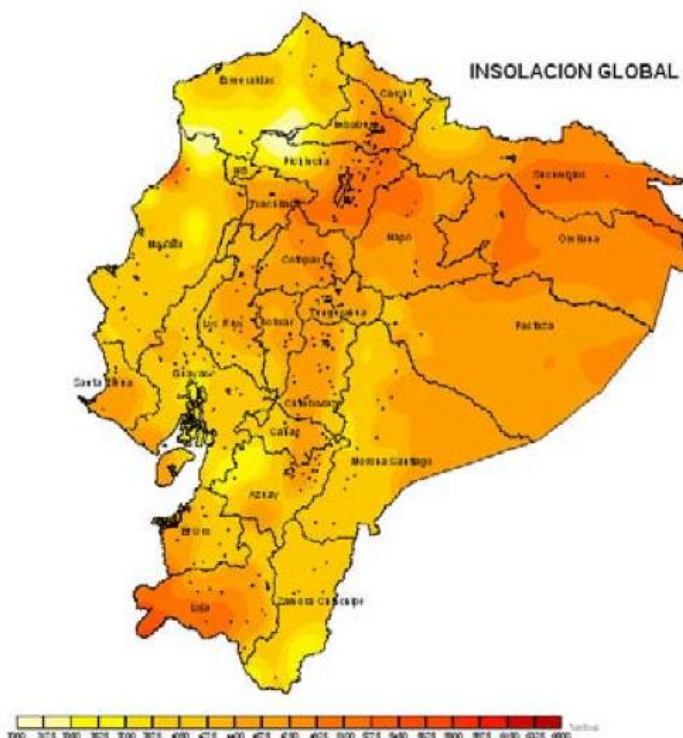
implementada en un país como lo son los proyectos de ESR, entonces habrá más oferta de energía y por lo tanto los precios bajan. Cuando los precios bajan, entonces los IPC no tienen mayor crecimiento y por lo tanto la canasta básica familiar no aumenta y los beneficiarios son los ciudadanos ya que su poder de adquisición aumenta.

En conclusión, podemos ver que los proyectos de la energía solar renovable afectan de muchas maneras a la economía de un país. Primeramente en temas de inversión y todo los efectos positivos en cadena que eso acarrea entre ellos el empleo. Además se tienen los impactos de las inversiones dentro de los indicadores económicos más importantes para un país como de crecimiento tales como el PIB y todos sus rubros, y los IPC el cual representa de manera cruda los efectos en la sociedad por la inflación. Estos proyectos además de beneficiar económicamente a un país también tienen efectos positivos dentro de una sociedad, los cuales serán analizados en el siguiente capítulo.

Impacto social de la energía solar en el Ecuador

En este capítulo se buscará profundizar más en los beneficios a una sociedad y también se buscará identificar posibles perjuicios para la misma. Primeramente se debe establecer a qué grupo o qué parte de una sociedad es la más beneficiada o perjudicada por estos proyectos. En este estudio, se consideran dos grupos específicamente, la zonas rurales del Ecuador y las zonas urbanas y se analizará como afecta directamente a dichos grupos el uso de ESR.

Como primer punto se analiza un atlas solar del Ecuador para poder visualizar las áreas con mayores beneficios para la implementación de la energía solar y las zonas del Ecuador más beneficiadas por la misma. En el Gráfico 6 se presenta un mapa del Ecuador presentando las zonas que más reciben sol durante un año.



En el gráfico presentado los colores más oscuros presentan una mayor insolación y que de mejor manera se aprovecharía la luz solar para la generación de energía. Se puede ver en el gráfico que las zonas que resultarían mejor para la elaboración de proyectos

fotovoltaicos serían el centro norte del país en las provincias de Pichincha e Imbabura y al sur del mismo en Loja para la zona Sierra. En cuanto a la Costa los mejores lugares para implementar los proyectos serían en la Península de Santa Elena y finalmente en la Región Amazónica, se puede ver que Sucumbíos y Orellana son los que tienen más impacto de luz solar. Esto es relevante para el estudio ya que se puede visualizar dónde se podrían instalar los proyectos y beneficiar de los usos de energía solar a las comunidades cercanas a los lugares mencionados. Una vez mencionado esto se puede proceder al análisis social que puede generar la energía solar tanto en el sector rural como en el urbano.

Las zonas rurales del Ecuador podrían ser las mayores beneficiadas por la energía solar. Como mencionamos en el análisis de la energía solar dentro del Ecuador podíamos ver como la mayoría de proyectos de energía solar especialmente con paneles fotovoltaicos, estaban destinados a zonas rurales de muy difícil acceso en dónde la energía del SNI no llega. Algunas empresas privadas se han enfocado en brindar este tipo de servicio en las zonas rurales. Dentro de los beneficios que se busca implementar aparte de la generación de energía con paneles solares; es buscar brindar una mejor calidad de vida. Los paneles solares brindan energía pero esto es una apertura a una gran variedad de servicios. Se puede acceder a la comunicación, por medio del acceso a energía se pueden instaurar varios métodos de teléfonos satelitales, computadores o diferentes tipos de tecnologías que habilitan la comunicación y todos sus beneficios y que son de provecho para una comunidad marginada. El proyecto anteriormente mencionado EuroSolar tiene como objetivo brindar servicios de telecomunicaciones, educación y salud: “Como parte del programa también se entregó a cada comunidad 5 computadores, 1 proyector, 1 impresora multifunción, 1 refrigeradora para medicinas, 1 purificador de agua y todos los elementos para dotar de iluminación “(INER). Uno de los mayores beneficios especialmente para países en desarrollo como es Ecuador y especialmente para zonas rurales es la posibilidad

de utilizar la ESR para la extracción de agua de posos o la purificación de la misma. Como menciona Jaime G. Velasco:

“En los países en desarrollo pueden resultar la forma más económica de acceder a la utilización de aparatos eléctricos y pueden contribuir a resolver el problema de la escasez de agua para beber y para riego.”(Velasco, 214)

Como menciona este autor, cuando se puede conectar cualquier aparato eléctrico a la energía producida por la energía solar, entonces se pueden dar muchos y mayores usos y beneficios para una comunidad. Por ejemplo se pueden utilizar para utilizar sistemas de bombeo, de producción, refrigeración e iluminación entre otros. Los beneficios que puede llevar a una sociedad la energía son numerosos y como menciona Jaime g. Velasco de igual manera puede resultar la manera más económica de llevar beneficios a las comunidades rurales.

En cuanto a las zonas urbanas se puede decir que pueden ser las más beneficiadas por la energía solar. En cuanto al uso privado de dicha energía se pueden encontrar varios usos para la misma. Los paneles solares necesitan poco mantenimiento por lo tanto una vez instalados el costo para mantenerlo operativo es nulo. Por lo tanto si se lo utiliza en hogares sus usos son múltiples: la cocina, iluminación, calefacción refrigeración y casi cualquier aparato que necesite de una fuente de energía. En resumen, el principal beneficio del uso de energía solar en un hogar es el de los costos. Los costos de uso de energía solar son casi nulos una vez ya instalados los paneles, ya que no tiene costos de mantenimiento, el único costo es el de instalación, y el uso de la energía es el de la vida útil de los equipos. Tampoco tiene costos de uso de energía, como lo hace la energía convencional comprada al Estado.

Además se puede decir que la zona urbana puede ser beneficiada por los proyectos grandes de energía solar, porque van a estar conectados al SNI por lo tanto los beneficiarios van a

ser todos aquellos que tengan acceso a la red de energía proporcionada por el Estado. Si el Estado tiene mayores fuentes de producción de energía entonces puede buscar nuevos clientes, así ampliando la red de energía a mayores zonas que todavía utilizan energía por generador o por otros medios. Además si nos referimos nuevamente a la oferta y demanda, si hay mayor oferta, entonces los precios para el uso de energía bajará beneficiando a todos los ciudadanos.

Impacto ambiental causado por la energía solar en el Ecuador

En este capítulo analizaré unas de las mayores ventajas que tiene la energía solar y es el mínimo impacto ambiental que genera en comparación con las energías no renovables como son las emisiones, uso de agua, de tierra, y los materiales peligrosos que podrían afectar al ambiente.

Uno de los factores más importantes que generan las energías renovable en general, son que estas energías no generan emisiones. Las energías que se han utilizado mas comúnmente son las no renovables, estas energías como mencionamos se generan básicamente a base de combustión. Cuando se genera dicha combustión, parte de los resultados son convertidos en energías pero gran parte de igual manera son residuos de gases o sustancias que son tóxicas y dañinas para el medio ambiente. Además también hay que tomar en consideración la extracción de las fuentes para poder generar la combustión. Las emisiones generadas por la producción y la extracción de las energías no renovables son las mayores generadores del calentamiento global. Las energías renovables no generan dichas emisiones por lo tanto el impacto ambiental no es ni de cerca el mismo que está generando la energía no renovable. La energía solar al no generar emisiones, no causa calentamiento global, y es considerada una energía limpia. El único momento en el cual la energía solar podría generar impacto ambiental en cuanto a emisiones sería en la producción de los paneles solares. Durante la producción de los paneles solares se puede considerar que existe emisión de carbono, sin embargo se puede calcular estas emisiones y comparándolas con el ciclo de vida de un panel solar y se tiene que:

“Most estimates for concentrating solar power rango from 0.08 to 0.02 pounds of carbon dioxide equivalent per kilowatt-hour. In both cases, this is far less than the lifecycle

emisión rates for natural gas (0.6-2 lbs of CO₂E/kWh) and coal (1.4-3.6 lbs of CO₂E/kWh)“(UCS)

Por lo que en conclusión se puede sostener que estas emisiones son nulas en cuanto a la producción de energía de un sistema de energía solar. En comparación con las fuentes de producción de energía por gas o por carbón las emisiones de la producción de la energía solar es insignificante, y sin tomar en cuenta las emisiones generadas por todo aquello que genera el petróleo.

En los paneles fotovoltaicos, el uso de agua para la producción de energía no existe. El único momento en el que se utiliza agua para esta energía es en la producción de los paneles y en el material utilizado para crear los paneles. Pero el uso de agua para la producción de los paneles es mínima y por lo tanto manejable. En las plantas de energía termal eléctrica, los paneles necesitan agua para poder enfriarlos. En este caso se utiliza alrededor de 600 galones de agua por megavatio/hora generado, sin embargo esta agua no es contaminada en el proceso y por lo tanto puede ser utilizada. Este último impacto que se podría generar en cuanto al uso de agua, no es necesario tomarlo en cuenta para el Ecuador ya que ningún proyecto de ESR utiliza paneles termales sino solo los fotovoltaicos. En resumen podríamos decir que el impacto de uso de agua para la generación de ESR es nulo.

Una desventaja sin embargo para la utilización de energía solar es la manera de poder guardar la energía. En los paneles solares utilizados para hogares o proyectos pequeños, la energía es guardada solo por cierto tiempo, sin embargo una vez aplazado esta energía se pierde. Para poder acumular esta energía entonces se necesitan baterías que se adjuntan al sistema fotovoltaico. Por lo tanto he aquí una desventaja que puede generar un impacto ambiental si se utilizan las baterías ya que los componentes para la creación de los mismos son muy dañinos para el ambiente.

Es muy importante considerar dentro de los impactos ambientales de cualquier tipo de proyecto, el uso de suelo. Para poder implementar cualquier tipo de proyecto de energía se tiene que tomar en consideración que existe un daño geográfico producido por el mismo. En cuanto al uso de paneles solares de forma privada o en zonas urbanas podemos decir que el impacto ambiental es mínimo. Cuando se utiliza paneles solares en hogares o en zonas rurales los paneles fotovoltaicos son normalmente localizados en fachadas inutilizadas; como los techos de casas o edificios, por lo tanto aquí no existe impacto ambiental sino que se aprovecha espacios para poder generar energía.

Por otro lado, está la implementación de plantas de producción de energía solar. Aquí podría haber un impacto geográfico. Una planta fotovoltaica dependiendo de la tecnología ocupa entre 3,4 a 10 hectáreas por MWp. Esto quiere decir que para lograr los 287MWp que planea el Gobierno con los nuevos proyectos de ESR, se ocuparán en total más de 2100 hectáreas. Son ocupaciones de tierra importantes, considerando que las mismas tierras se pueden utilizar para otros usos. Sin embargo aquí existe otra ventaja de la energía solar y la instalación de los paneles, ya que estos se pueden instalar en lugares donde la tierra no sea muy fértil y así aprovechar tierras que no servirían para nada más. Además una gran ventaja que tiene esta energía es que los proyectos con fin de minimizar costos e impacto ambiental, se instauran en lugares abiertos donde no existe mayor vegetación. No es necesario entonces abrir campo para instalar los paneles o talar árboles para obtener un espacio amplio. Como no se necesita mantenimiento constante, tampoco se necesita de grandes vías de acceso. En cuanto a los planes de ESR en el Ecuador se busca instalar los paneles en lugares casi desiertos como es la zona de la mitad del mundo que es muy difícil su explotación agrícola, y que es lejos de la ciudad por lo tanto tampoco será utilizado para parques industriales. También adicionalmente se tiene que tomar en cuenta que el uso de suelo debe ser sostenible, quiere decir que los proyectos no afecten los

suelos de tal manera que una vez acabado la vida útil del proyecto el suelo no pueda ser utilizado para otras actividades. He aquí otra ventaja ambiental del uso de ESR, puesto que la implementación de dichos proyectos no contamina la tierra con sustancias tóxicas y además la construcción necesaria para implementar los mismos es casi nula por lo tanto si se remueven los paneles y su soporte, la tierra queda lista para cualquier uso.

Además es de suma importancia también tomar en cuenta los materiales peligrosos que podrían estar involucrados a la generación de los proyectos. El impacto ambiental se lo mide desde la producción de los paneles como vimos anteriormente en las emisiones que podría generar el mismo, y aquí es de igual manera. En el momento de instalar los paneles solares, como no se necesita de mucha construcción entonces los materiales peligrosos utilizados, son igual de peligrosos que cualquier construcción común. Pero donde si existen materiales peligrosos y que hay que tratarlos con mucho cuidado, es en la producción de los paneles. Durante la construcción de los paneles se pueden utilizar químicos como;

“These chemicals, similar to those used in the general semiconductor industry, include hydrochloric acid, sulfuric acid, nitric acid, hydrogen fluoride, 1,1,1-trichloroethane, and acetone“(UCS)

La cantidad usada de cada uno de los químicos puede variar dependiendo del tamaño del panel, sin embargo en la producción de los paneles, los encargados de la seguridad de los que manejen estas sustancias corre por la cuenta de la empresa productora de paneles solares, y estos químicos no estarían expuestos al ambiente o a las personas una vez instalado el proyecto.

El impacto ambiental sin duda alguna va mas allá que lo mencionado en este estudio, pero se han tomado los aspectos que mayor impacto podrían generar en el medio ambiente.

Existen otro tipo de impactos ambientales pero su repercusión no es de tanta importancia

como los mencionados. Por ejemplo, existen impactos como el de daño geográfico visual que generan estos proyectos, por la razón de que los paneles solares visualmente no son una obra de arte. Pero de igual manera se tiene que tomar en cuenta que los paneles solares y el impacto visual que tienen los mismos sobre el medio ambiente, está muy por debajo del impacto que tiene una planta de generación nuclear con sus grandes nubes de humo, o el de una planta termal la cual tiene el mismo problema. Finalmente para concluir existe un factor más importante para el impacto que genera la energía fotovoltaica y es el final de uso cuando los paneles solares ya terminan su vida útil. Cuando los paneles solares finalizan su vida útil queda mucho material por desechar. Sin embargo, gracias a que los materiales utilizados son muy comunes, se pueden reciclar de varias maneras. Incluso se puede volver a crear un panel fotovoltaico a partir de uno que ya está acabado. En conclusión, los impactos al medio ambiente que podría generar la implementación de energía solar son mucho menores a las ventajas y mayores beneficios relacionados a la implementación de proyectos de esta naturaleza. Igualmente, la mayoría de impactos que pueden generar los paneles solares están relacionados con la producción de los mismos la cual no se daría por completo en el Ecuador. La oferta nacional de paneles solares no abastece a la demanda generada por los proyectos que se quieren instalar por lo tanto este tipo de impacto también se lo podría mencionar como nulo ya que mayoría de los paneles no serían producidos en el país. Para finalizar se puede decir que el análisis de costo beneficio que pueden generar los proyectos de ESR es de resultado positivo para la implementación de los mismos. Los costos que esta energía podría ocasionar en el medio ambiente está muy por debajo de los costos que generan las energías que se utilizan actualmente.

CONCLUSIONES

Como puede observarse, en el estudio realizado se analizaron diferentes aspectos de la energía solar renovable y sus impactos en el Ecuador. Todo el estudio pretende demostrar cómo estos proyectos generando beneficios económicos, sociales y ambientales podrían ser viables. En el análisis sobre como se encuentra la explotación de la energía solar en el país, se pudo ver de cerca el estado inaugural que tiene la explotación de dicha energía en el Ecuador. Los proyectos anteriores a los que se están desarrollando no son de repercusión alguna y su impacto dentro del país no se ha notado. Sin embargo, esto también abre una ventana de oportunidades a la implementación de muchos proyectos y a la explotación de dicha energía en orden de brindar a todo el territorio ecuatoriano los beneficios mencionados dentro del estudio.

En cuanto al impacto económico que genera la implementación de dichos proyectos, son notables las ventajas que tienen en la economía ecuatoriana. Los beneficios de la inyección de capital a la economía del país, y el importante aumento que generaría en el indicador más importante de economía para un país que es el PIB, da un visto bueno a la generación de mayores proyectos de ESR en el Ecuador.

Los mayores beneficiados gracias a los proyectos mencionados, son los ciudadanos. Los beneficios económicos y ambientales que dichas energías pueden generar tienen de igual manera repercusión en la vida de las personas por lo tanto los beneficios son diversos. La posibilidad de que mayores ciudadanos tengan acceso a energía, que el uso de energía sea limpio y por consiguiente su impacto ambiental sea casi nulo, además de poder contar con energías que aportan a la reducción del costo de las actualmente usadas, son varios de los beneficios que se generan por la implementación de la ESR.

Una de las mayores razones por las cuales se implementan y se ha buscado la mejora de las energías renovables es justamente por la conservación del medio ambiente. Por lo tanto los beneficios que brinda la implementación de la energía solar, es para minimizar el impacto en el ambiente y ayudar a preservar para generaciones futuras el lugar donde vivimos. Las pocas o casi nulas emisiones es una de las mayores ventajas de dicha energía y su facilidad de instalación en tierras áridas, desérticas o de poca fertilidad hacen que esta energía pueda implementarse en una variedad de lugares.

Ninguna tecnología energética es perfecta, pero existen unas que se acercan más a la perfección que otras, si tenemos la posibilidad de implementar dichas energías solares y así beneficiar a toda una sociedad, con una repercusión de suma importancia en la matriz energética de un país entonces se lo debería hacer.

Finalmente, los beneficios que brinda la posibilidad de implementar dicha energía a la matriz energética de un país son cuantiosas. Si se forma una matriz energética a base de la diversificación de energías, entonces de igual manera se disminuye el riesgo de volver a tener crisis energéticas como las que ha afrontado el Ecuador. Además se brinda la posibilidad de generar mas oferta de energía para poder llegar a más comunidades dentro del Ecuador, repartiendo así la riqueza a todos los ciudadanos de territorio ecuatoriano. De igual manera, si se implementan más energías de tipo renovable y que estas dentro de la matriz energética representen la mayoría de producción eléctrica, entonces los beneficios económicos, sociales y ambientales serán incuantificables. Una vez instaurada una matriz energética sustentable, entonces los esfuerzos económicos y los recursos que actualmente se destinan a la manutención de la matriz energética actual tendrán un mejor uso y destino hacia obras sociales necesarias para el Ecuador actual y el de las próximas generaciones. Para futuros estudios, como autor de este trabajo, recomiendo a que se investigue más profundamente los impactos sociales que brindan las energías renovables a las

comunidades rurales marginadas del Ecuador, en especial a las de la Región Amazónica. Como es de conocimiento, estas comunidades tienen muy poco o ningún contacto con la civilización y por lo tanto se podría investigar si estas comunidades de verdad quieren obtener los beneficios que podría brindar la ESR o si prefieren mantenerse aislados de la civilización. Creo que para futuros estudios es un tema de gran debate y de investigación importantes.

REFERENCIAS

- Albert Einstein - Facts". *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2013. Obtenido el 12 Dec 2013 en http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/einstein-facts.html
- America Economía (2010) *Ecuador; El costo que significa frenar la crisis energética*. Obtenido el 12 Dec de 2013 en <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/ecuador-el-costo-que-significa-frenar-la-crisis-electrica>
- Araujo, Alberto (2013) *17 nuevos proyectos fotovoltaicos se instalarán en Ecuador hasta el 2015*. Obtenido el 12 Dec 2013 en http://www.elcomercio.com/negocios/nuevos-proyectos-fotovoltaicos-instalaran-Ecuador_0_847115336.html
- Barrera, Manuel. *Energía solar: Electricidad fotovoltaica*. Liberfactory. Madrid, 2010.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2012) *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*. Obtenido el 12 Dec 2013 en http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp?string_búsqueda=inversi%F3n+extranjera+directa+en+america+latina
- CONELEC (N.D) *Plan Maestro de electrificación 2012-2021*. Obtenido el 12 de Dec 2013 en http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10132_PME20122021.pdf
- CONELEC (N.D) *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Montecristi*. Obtenido el 12 Dec 2013 en http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10177_4.%20Identificación%20y%20evaluación%20de%20impactos.pdf
- CONELEC (N.D) *Desarrollo de la Energización Rural y la Electrificación urbano-marginal*. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/PME0920CAP9.pdf>
- CONELEC (N.D) *Atlas solar del Ecuador con fin de generación eléctrica*. Obtenido el 12 Dec 2013 en http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- De Juana, Jose María. *Energías renovables para el desarrollo*. Paraninfo. Madrid, 2008.
- EURUSENERGY (N.D) Facts about solar Energy. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://eurusenergy.com/solar/solar-power-education/facts-about-solar-power/>
- Gargía, Marianela. *Energía Solar Fotovoltaica y Cooperación al Desarrollo*, IEPALA. Madrid, 1999
- INER. (N.D) *Energías renovables*. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://www.iner.gob.ec/energias-renovables/>
- INER. (N.D) *Electrificación rural con energías renovables*. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://www.energia.gob.ec/electrificacion-rural-con-energias-renovables/>

- Mallampally, P., Sauvant, Karl. (1999) *La inversión extranjera en los países en desarrollo*. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/1999/03/pdf/mallampa.pdf>
- MacKay, David (N.D) *Solar*. Obtenido el 12 Dec de 2013 en http://www.withouthotair.com/c6/page_38.shtml
- Ministerio Coordinador de Sectores Estrategicos (N.D) *El cambio en la matriz energética es cuestión de supervivencia*. Obtenido el 12 Dec 2013 en <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/en-el-ecuador-el-cambio-de-matriz-energetica-es-cuestion-de-supervivencia/>
- RENOVAENERGIA (2013) *Energías Renovables*. Obtenido el 12 Dec de 2013 en http://www.renova-energia.com/energia_renovable/energias_renovables.html
- Union of Concerned Scientist (N.D) *How solar energy Works*. Obtenido el 12 Dec de 2013 en http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-solar-energy-works.html
- Union of Concerned Scientist (N.D) *Enviromental Impacts of solar power*. Obtenido el 12 Dec de 2013 en http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/environmental-impacts-solar-power.html
- Velasco, Jaime. *Energías Renovables*, Editorial Reverté, Barcelona, 2009