ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Revista Tecnológica ESPOL, Vol. xx, N. xx, pp-pp, (Mes, 200x)

“PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE PANELES SOLARES EN HACIENDAS ALEJADAS DE LA FUENTE DE ENERGIA CONVENCIONAL”
CASO: HACIENDA “EL VADO”.

Jorge Feijoo Aguilar
Ing. Constantino Tobalina
Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Via Perimetral, Apartado: 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
ctobalin@espol.edu.ec

Resumen

El objetivo de este proyecto es ofrecer una nueva alternativa que sirva para atender las necesidades de créditos formales que emanan del sector rural de la Provincia del Guayas. Este consta de 4 capítulos que empiezan detallando mediante una investigación de mercado los datos estadísticos necesarios que identifican el servicio que prestará esta financiera y a la vez medirá la demanda y la oferta del mismo, lo que nos llevó también a analizar nuestros clientes y competidores. Se presenta también un estudio técnico con el que se obtuvo el tamaño y localización del proyecto. Así mismo, se analiza la empresa como un todo, desde su creación, filosofía, estrategias a corto y largo plazo, objetivos, organización estructural y funcional, y los diferentes mecanismos de crédito que ofrece. Dada la importancia de la obtención de la rentabilidad del proyecto que presentamos, medimos su factibilidad en el corto y largo plazo mediante un estudio financiero, incluyendo flujos, estados financieros, criterios de evaluación, y un análisis de sensibilidad unidimensional, los mismos que han sido proyectados a 5 años a través del tiempo, basados en experiencias similares a nivel nacional e internacional. Por último se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones. Todo esto pretende dar luz verde a la implementación de los servicios que brindará la Financiera CREDIFIN S.A. para que los pequeños agricultores de ciclo corto del Guayas accedan al crédito formal, de forma fácil y directa.

Palabras Claves: Crédito, Pequeños Agricultores, UPA´S, productos de ciclo corto.

Abstract

The objective of this project is to provide a new alternative that would satisfy the needs of receiving credits in the rural sector of the province of Guayas. This consists of 4 chapters that begin by detailing market research by statistics that identifies the service that is going to be provided by the financial institution and simultaneously we try to measure its demand and bid, which led us to discuss our clients and competitors. It also presents a technical study, which helped us to obtain the size and location of the whole project. Likewise, examines the company as a whole structure, since its inception, philosophy, strategies in the short and long term goals, structural and functional organization, and the different credit facilities that its offered. Given the importance of obtaining the return of the investment of this analysis, we measure its feasibility in the short and long term through a financial study, including flows, financial statements, evaluation criteria, and an one-dimensional sensitivity analysis, which ones have been projected to 5 years through time, based on similar experiences at national and international levels. Finally are presented some conclusions and recommendations. All of this is intended to give the green light to the implementation of the services that would provide CREDIFIN S.A., for all the small short cycle farmers in Guayas to be able to access to formal credits, in an easy and straightforward way.

1. Introducción

Este proyecto consiste en analizar la viabilidad económica de fuentes de energía no convencionales como lo es la energía solar, lo cual se logra mediante paneles con celdas que contienen silicio (un semiconductor que se excita fácilmente con la luz) produciéndose así una corriente continua. Después de esto pasan a un banco de baterías donde son almacenadas y derivadas al inversor donde se transforman en corriente alterna, la misma que es elevada a un nivel de utilización (12 voltios).

Estos paneles se colocan dependiendo de la cantidad de energía que se quiera producir. Para nuestro estudio usaremos como ejemplo una vivienda en zonas rurales, alejadas de las grandes ciudades, en donde aún no se han instalado un sistema de redes de distribución eléctrica convencionales, es decir, personas del campo o hacendados, cuyo costo de implantar dichas redes de energía es demasiado alto para el Gobierno y para si mismo.

Dado que las personas del campo o hacendados que deseen el servicio energía eléctrica, si son los únicos en la zona, no es el gobierno que incurre en tales gastos debido a que no cumple la población mínima, o numero de casas mínimas, para que las Empresas de Energía Eléctrica incurran en este gasto.

1. Estudio de mercado

Objetivos del estudio de mercado

Objetivo General: El generar energía eléctrica sin que exista por ejemplo un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica (una de las tantas maneras de generar electricidad), desde el punto de vista medioambiental, es un procedimiento muy favorable por ser limpio, exento de problemas de contaminación, etc. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, etc. lo que beneficia la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc.

Objetivos Específicos:

Un sistema fotovoltaico esta formado por un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

Identificación del servicio

La energía solar fotovoltaica es, en términos sencillos, la utilización de la luz solar para producir electricidad. Su principal aplicación se ubica en zonas rurales donde no llega la red eléctrica comercial, aplicable en computadores personales, calculadoras, electro domésticos de alta eficiencia, bombeo de agua, señalización en autopistas, iluminación de jardines o zonas privadas y públicas, telecomunicaciones, industria petrolera, o en cualquier lugar donde se necesite energía eléctrica.

:

Análisis de la demanda

Electro Ecuatoriana, quien ha desarrollado algunos proyectos para el Gobierno Central, a través de la ejecución de los mismos, ha generado para el Ecuador más de 200 megavatios. Han estado presentes en diversos proyectos hidroeléctricos como: Agoyán, Papallacta, Saymirín, Alao, Saucay, Machachi, Illuchi, San Miguel de Car, entre otros. También formaron parte en la generación de energía en la estación de agua potable "La Toma" de Guayaquil.

Además, los servicios y suministros que Electro Ecuatoriana ofrece al sector eléctrico son en el campo de la Petrolero, Industrial, Telecomunicaciones, Eléctrico, Construcción, Servicios Agrícolas, Pecuarios y Ganaderos. Y la ejecución de proyectos de centrales hidroeléctricas y termoeléctricas hasta la provisión de equipos, servicios y gerencia de proyectos de generación de energía eléctrica y construcción de plantas y centrales térmicas, e hidroeléctricas.

En Quito se encuentra EnerPro, con el objetivo de contribuir a un uso más eficiente de la energía en las empresas, EnerPro pone a disposición consultorías que tienen la finalidad de aumentar la productividad y competitividad de las empresas principalmente medianas y pequeñas.

EnerPro, a diferencia de otras empresas relacionadas con energías renovables ofrece una visión general más amplia sustentada en la experiencia de proyectos desarrollados bajo la supervisión de profesionales de gran calidad que vienen trabajando con el único propósito de impulsar el desarrollo del país con soluciones viables para problemas energéticos que actualmente nos aquejan.

Entre los proyectos fotovoltaicos de EnerPro se encuentran "Kapawi" Hotel Ecológico ubicado en el Oriente ecuatoriano, así mismo "Sta. Cruz Gardens" complejo turístico ubicado en Galápagos, y la provisión de equipo e instalación de 140 Sistemas Solares Residenciales en el Pueblo Originario Kwichua Sarayacu ubicado en el Centro oriente ecuatoriano, y también las diversas consultorías realizadas "Instalación de una Micro Red Fotovoltaica para la población del Cauchal" ubica da en la ciudad de Esmeraldas, "Implementación de Minicentrales Hidroeléctricas" ubicada en la reserva de Biosfera Sumaco, "Modelo de Sostenibilidad con tasa por servicio de electrificación rural con Sistemas Fotovoltaicos" ubicada en el oriente Ecuatoriano, entre otras.

Para Enerpro, una manera de impulsar y dar a conocer todo sobre energías renovables, desarrolla cursos de capacitación en temas de energía pueden apoyar en gran medida el logro de un uso eficiente y racional de la energía en quienes laboran en áreas operativas, de ingeniería de planta, mantenimiento, control de gastos, proyectos, a fin de que cuenten con herramientas que le faciliten la toma de decisiones que conlleven a reducciones importantes y que a la vez se reflejen en una reducción en su facturación mensual.

EnerPro viene desarrollando conjuntamente con el Ministerio de Energía y Minas "Capacitación en Eficiencia Energética" a dictarse en la ciudad de Quito, dichos cursos de Ahorro de Energía contendrán temas como Iluminación, Aire Acondicionado, Motores Eléctricos, Convertidores de Frecuencia, Sistemas Electromotrices, Sistemas de Bombeo, Aire Comprimido, Evaluación Económica, Ahorro de Energía Eléctrica y otros temas afines.

Proyección de la demanda

Energía Solar Fotovoltaica

Consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado "célula solar"; estas células se interconectan y agrupan en módulos que pueden generar 0,9Kwh/día m² (aprox. 1,5m² un módulo).

Esta conversión de la energía de luz en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como efecto fotovoltaico. La radiación solar es captada por los módulos fotovoltaicos, entonces estos generan energía eléctrica (efecto fotovoltaico) en forma de corriente continua. Básicamente se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica:

Los sistemas aislados o autónomos

Estos sistemas tienen como misión garantizar un abastecimiento de electricidad autónomo (independiente de la red eléctrica pública) de consumidores o viviendas aisladas. Estas instalaciones no tienen ninguna limitación técnica en cuanto a la potencia eléctrica que puede producir; solamente motivos de economía y rentabilidad establecen una acotación al número de módulos y acumuladores a instalar.

Las aplicaciones más usuales a nivel domestico son:

- Pequeñas instalaciones de iluminación en viviendas (exterior y interior).
- Instalaciones de bombeo agua de pozos o riego autónomo.
- Instalaciones en viviendas en las que es más viable económicamente implementar una instalación autónoma que realizar la conexión a la red general, normalmente por lejanía de esta.

Los sistemas conectados a red.

Esta aplicación tiene la finalidad de conectar a la red una instalación fotovoltaica y vender toda la energía producida la compañía eléctrica, convirtiendo así nuestra casa en una pequeña central productora domestica.

Razones por las que es interesante este tipo de sistemas

- Elevada calidad energética.
- Es una energía limpia y renovable.
- Una de las soluciones para los problemas del cambio climático, ya que contribuimos eficazmente a la reducción de emisiones de CO2.

Cómo planteo la instalación

En primer lugar hay que tener claro qué uso le vamos a dar a la vivienda en la que haremos la instalación, pues no es lo mismo si la vivienda es de uso únicamente para las vacaciones, para el fin de semana o para uso diario.

Después, lo importante es planificar los consumos que tenemos (nuestras necesidades), ya que no es lo mismo una pequeña instalación para iluminación de una vivienda que una vivienda en la que queremos dar servicio eléctrico a los electrodomésticos y otros aparatos que habitualmente se utilizan (nevera, televisión, lavadora, ordenadores portátiles, teléfono, radio, taladros etc.).

Para hacer esto, tenemos que saber los consumos en vatios de cada aparato eléctrico que tengamos y multiplicarlo por las horas de uso diario aproximadas, después los sumamos todos y sabremos así nuestras necesidades energéticas.

Es muy importante la utilización de aparatos de bajo consumo, pues de esta manera reduciremos nuestra demanda energética y reducimos el coste de la instalación por l0.

Una vez tenemos claro nuestra demanda energética, dimensionamos el campo fotovoltaico. Nuestro proyecto se aplicara a una hacienda que esta alejada de la red de energía convencional, esta hacienda tiene una casa provista de 13 focos, 1 refrigeradora de 16 pies, 1 licuadora, 1 televisor de 21”, y 1 radio grabadora.

Cómo formar un Sistema Fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico esta formado por un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

En el mismo orden antes mencionado, los componentes fotovoltaicos encargados de realizar las funciones respectivas son:

- El módulo o panel fotovoltaico
- La batería
- El regulador de carga
- El inversor
- Las cargas de aplicación (el consumo)

En instalaciones fotovoltaicas pequeñas es frecuente, además de los equipos antes mencionados, el uso de fusibles para la protección del sistema. En instalaciones medianas y grandes, es necesario utilizar sistemas de protección más complejos y, adicionalmente, sistemas de medición y sistemas de control de la carga eléctrica generada.

Comercialización

En Ecuador son pocas las empresas que venden estos sistemas solares, o que proveen de equipos, servicios o desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica diferente de las comunes. Las empresas en el área eléctrica entre sus servicios tienen el desarrollar proyectos de electrificación con energías renovables.

En Guayaquil podemos mencionar Electro Ecuatoriana, en Quito se encuentra EnerPro

2. Estudio técnico

Esquema simple de un sistema fotovoltaico

Celdas fotovoltaicas

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales.

Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. El silicio se encuentra abundantemente en todo el mundo porque es un componente mineral de la arena. Sin embargo, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día.

Marco de vidrio y aluminio

Este tiene la función principal de soportar mecánicamente a las celdas fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos degradantes de la intemperie, por ejemplo: humedad y polvo. Todo el conjunto de celdas fotovoltaicas y sus conexiones internas se encuentra completamente aislado del exterior por medio de dos cubiertas, una frontal de vidrio de alta resistencia a los impactos y una posterior de plástico EVA (acetato de vinil etileno).

Potencia

La capacidad energética nominal de los módulos fotovoltaicos se indica en vatios-pico (Wp), lo cual indica la capacidad de generar electricidad en condiciones óptimas de operación. La capacidad real de un módulo fotovoltaico difiere considerablemente de su capacidad nominal, debido a que bajo condiciones reales de operación la cantidad de radiación que incide sobre las celdas es menor que bajo condiciones óptimas. Por ejemplo, un módulo de 55 Wp es capaz de producir 55 W más o menos un 10 % de tolerancia cuando recibe una radiación solar de 1.000 vatios por metro cuadrado (W/m2) y sus celdas poseen una temperatura de 25 ºC. En condiciones reales, este mismo módulo produciría una potencia mucho menor que 55 W.

Baterías

Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se necesitan equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica cuando existe radiación y para utilizarla cuando se necesite. El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se hace a través de las baterías. Estas baterías son construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos.

Las baterías fotovoltaicas son un componente muy importante de todo el sistema pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación:

- Almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar y/o bajo consumo de energía eléctrica.
- Proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar. Normalmente en aplicaciones de electrificación rural, la energía eléctrica se utiliza intensamente durante la noche para hacer funcionar tantas lámparas o bombillas así como un televisor o radio, precisamente cuando la radiación solar es nula.
- Proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuado para la utilización de aparatos eléctricos.

Políticas de crédito

En comparación con otras fuentes de generación eléctrica, como por ejemplo una planta de diesel, el costo inicial de un sistema fotovoltaico es relativamente alto pero el costo de operación y mantenimiento es muy bajo. Esto hace frecuentemente que un sistema fotovoltaico sea la opción más barata aunque el costo inicial constituya una barrera para que muchos usuarios potenciales, sobre todo en zonas rurales, no los puedan adquirir. Por esta razón se buscan mecanismos de financiamiento que permitan una mayor aplicación de estos sistemas.

Corporation financiera nacional (CFN)

¿Quienes pueden ser beneficiarios?

- Personas naturales.
- Personas jurídicas.

Para cualquier tipo de proyectos, sean de activos fijos, capital de trabajo y asistencia técnica, las garantías se fijara de acuerdo a las características del proyecto y su flujo de caja esperado. Los pagos pueden ser mensuales trimestrales o semestrales.

Montos:

- Desde USD 10.000 hasta USD 14.000.000. *
- Valor a financiar (en porcentaje de la inversión total)
  - ✓ Hasta el 70% para proyectos nuevos.
  - ✓ Hasta el 100% para proyectos de ampliación.
  - ✓ Hasta el 60% para proyectos de construcción para la venta.

* Montos superiores serán autorizados por el directorio de la CFN.

Tasas de Interés:

- Capital de trabajo 8.5%
- Activos fijos:
  - ✓ 8.75% hasta 5 años.
  - ✓ 9.25% hasta 10 años.

Plazo

- Activo fijo: hasta 10 años.
- Capital de trabajo: hasta 3 años.
- Asistencia técnica: hasta 2 años.

3. Estudio organizacional

Mantenimiento

El manejo de un sistema solar fotovoltaico es tan fácil como conectarse a la red pública. El mantenimiento normal consiste en limpiar de vez en cuando los vidrios de los paneles. Se puede aprender como mantener las baterías (secas o de gel) y controlar el buen estado del sistema. La mayoría de los equipos, como reguladores o inversores, tienen indicadores del estado o del funcionamiento. No se tiene que pagar panillas de consumo de luz o comprar y transportar combustible.

No tiene que preocuparse de problemas de aumento de consumo, porque los sistemas son modulares.

Tampoco hay que preocuparse de aumentos del precio de la energía eléctrica o peor de fallas o apagones de la red pública eléctrica.

4. Estudio Financiero

Tabla 1. **Medir la rentabilidad del sistema fotovoltaico vs. El sistema de energía convencional.**

COSTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO VS EL SISTEMA DE ENERGIA CONVENCIONAL

SERVICIO PUBLICO		en 1 año
Materiales y mano de obra	45.057,86	45.057,86
Costo de la planilla de luz	22,64	271,674
TOTAL	45080,50	45.329,54

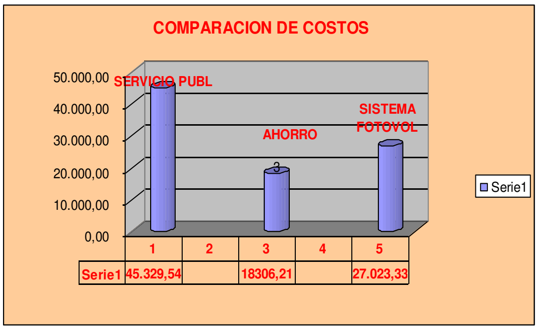
SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Inversión total	17106,21
trasporte e instalación aprox	1200,00
Costo de la planilla de luz	0
Mantenimiento y cuidados	0
TOTAL	18306,21

SERVICIO PUBLICO	45.329,54
SISTEMA FOTOVOLTAICO	18306,206

AHORRO	27.023,33
%	0,59615278

.

Tabla 2. **Comparación de Costos de Ambos Sistemas**



Sensibilidad del proyecto

El análisis costo/beneficio de aplicar estos sistemas energéticos en zonas rurales y mejoramiento de calidad de vida de los habitantes en general y en especial a los habitantes de esta Hacienda, es en el fondo la meta principal por la cual se desarrollan este tipo de proyectos, con lo cual se estaría cubriendo una gran demanda energética por parte de un sector de la población con dificultades de conexión convencional a la red nacional de electricidad, y lo mejor del caso es que se lo realizaría de una manera limpia y con menores costos de producción.

5. Recomendaciones

En definitiva, el desafío técnico consiste en estructurar un sistema de suministro de energía (en este caso por ejemplo fotovoltaica), que cumpla con requisitos básicos de un costo inicial no exagerado, un suministro confiable de energía, una durabilidad aceptable y, finalmente, un nivel de complejidad tecnológica que no disienta del nivel que se encontraría en zonas remotas.

Debe por tanto monitorearse sistemas de este tipo y proponer esquemas creativos que permitan acoplarse entre sí.

6. Agradecimiento

ING. CONSTANTINO TOBALINA D. Director de Proyecto, por su asesoramiento, predisposición y colaboración en el desarrollo del proyecto.

ING. JAVIER JIMENEZ A. por su colaboración, tiempo y apoyo en la parte técnica del proyecto.

EMPRESA ELECTRO ECUATORIANA S. A. quienes nos orientaron, guiaron, explicaron y nos facilitaron información para poder concluir con este proyecto que sella y da cuenta de un testimonio de trabajo, entrega y voluntad; por su colaboración sobre el uso, costos e implementación de sistemas solares, deseamos dejar constancia de nuestros sinceros sentimientos de gratitud.

12. Referencias

1. ELECTRO ECUATORIANA S. A. “Generación de Energía Eléctrica”, http://www.electroecutoriana.com
2. ING. ELECTRICO JAVIER JIMENEZ.
3. http://www.codeso.com

4. Manuales sobre Energía Renovable: “Solar Fotovoltaica/Biomass Users Network (BUN-CA). -1 ed” 2002.
5. ENERPRO Cía. Ltda. “Soluciones Técnicas integrales”,
6. http://www.enepro.com.ec
7. Misterio de Minas y Petroleos.
8. Tesis de grado DE LA FACULTA DE ENERGIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIO DE LA ESPOL.
9. Empresa Eléctrica de la Provincia del ORO. “EMELORO “.

____

Ing. Constantino Tobalina Ditto
Director de Tesis
Noviembre 2009