

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA DE GENERACION DISTRIBUIDA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO CON SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS Y ANALISIS DE VIABILIDAD TECNICA Y ECONOMICA

Johnny José Orozco niveló ⁽¹⁾

Luis Xavier Buele Vallejo ⁽²⁾

Jorge Montealegre García ⁽³⁾

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

jorozco@espol.edu.ec ⁽¹⁾

lbuele@espol.edu.ec ⁽²⁾

Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
MSc. Energía Renovables, Profesor de Materia de Graduación ⁽³⁾

montealegre@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

El presente informe tiene como objetivo realizar el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica conectada a la red para autoconsumo con sistema de almacenamiento de energía en una vivienda unifamiliar de Guayaquil y su respectivo análisis de viabilidad técnica y económica. Para tal efecto se analizó en primer lugar la normativa de los principales agentes nacionales como el MEER, CONELEC, entre otros. Posteriormente se realizó una investigación técnica sobre los requerimientos que deben tener los sistemas fotovoltaicos instalados en viviendas.

Producto de esta investigación se realizó el diseño y dimensionamiento de los principales elementos que componen la instalación. Se prestó especial atención en el diseño a los inversores, los cuales deben tener características especiales para conectarse al voltaje doble que poseen la mayoría de viviendas en la ciudad de Guayaquil (120/240 V). Finalmente se realizó un análisis de factibilidad económica, simulando los dos esquemas tarifarios más utilizados: Balance Neto y Tarifa Preferencial. También se plantearon incentivos para el desarrollo de este tipo de instalaciones a nivel residencial.

Palabras Claves: *Fotovoltaica, Almacenamiento de Energía, Insolación, Balance Neto, Tarifa Preferencial.*

Abstract

This paper develops the sizing a photovoltaic installation connected to grid for own consumption with energy storage system in a house of Guayaquil and analysis of technical and economic viability. To this, the first analysis were the rules of the main national regulations such as MEER, CONELEC, etc. Subsequently, we did a technical research about the request that must be installed photovoltaic system in dwellings.

Result of this research the design and sizing of the main elements of the installation was performed. The design of the inverter are very important, which should have special features for connecting to dual voltage possessing for most homes of Guayaquil (120/240 V). Finally, an economic feasibility analysis was performed, simulating the two most commonly

used tariff schemes: Net Metering and Feed in Tariff. Incentives for the development of such facilities in dwellings were also raised.

Key Words: Photovoltaic, Energy Storage, Insolation, Net Metering, Feed In Tariff.

1. Introducción

En el presente documento se pretenden resumir los resultados del diseño y el estudio técnico - económico de la aplicación de la tecnología solar fotovoltaica a nivel residencial en la ciudad de Guayaquil.

Este tipo de tecnología se ha ido promoviendo en el país en diferentes sectores principalmente el industrial y en zonas rurales de difícil acceso como parte de políticas energéticas nacionales, sin embargo aún no se ha establecido políticas que promuevan su aplicación a nivel residencial.

Por esta razón se plantea, como metodología de investigación, estudiar las principales características técnicas que se requieren en este tipo de instalaciones para proceder con el dimensionamiento de la misma en una vivienda en la ciudad de Guayaquil, analizando las ventajas, desventajas y dificultades de la aplicación de la misma.

2. Elementos de un sistema fotovoltaico

Son muchos los factores que inciden en el diseño de la instalación de un sistema fotovoltaico residencial y de igual manera en la elección de los componentes que lo compondrán.

2.1. Generador Fotovoltaico

El generador fotovoltaico debe ser diseñado de tal forma que entregue el voltaje y la corriente necesarios para manejar la potencia del sistema donde serán instalados. Para realizar esto se suele comparar el consumo mensual con la radiación solar disponible mensualmente en la locación, procurando satisfacer las cargas en el peor de los casos.

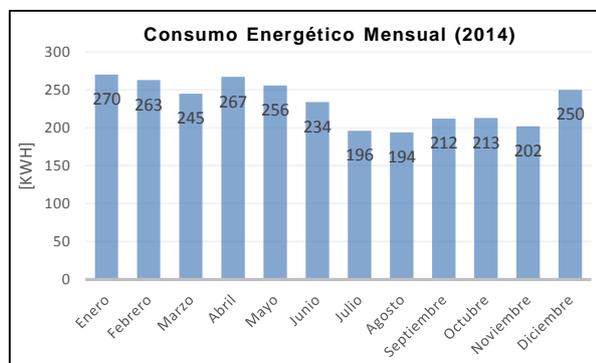


Figura 1. Consumo energético mensual de la vivienda.

Si se analiza la insolación no solo en superficie horizontal sino también para distintas inclinaciones es posible determinar la inclinación óptima de los paneles a instalarse, de tal manera de aprovechar al máximo el recurso solar disponible.

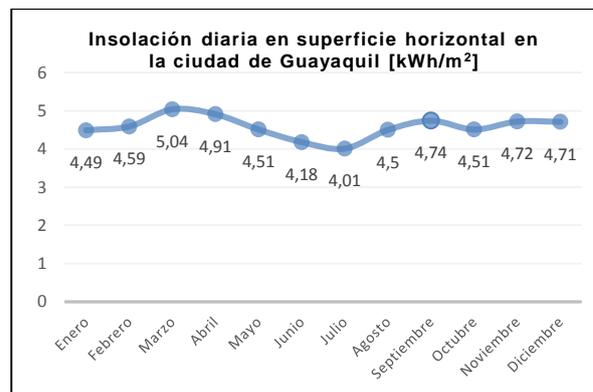


Figura 2. Insolación diaria en la ciudad de Guayaquil.

2.2. Sistema de Almacenamiento

En los sistemas fotovoltaicos residenciales es común que la energía producida no concuerde con el consumo real de la vivienda, por lo que los excesos generados deben ser vertidos a la red y en caso de escasez de producción se debe recurrir a esa red para suplir el faltante.

El problema es que a medida que se genera más energía solar en sistemas de generación distribuida, más difícil es mantener la estabilidad de la red. En consecuencia el almacenamiento de la energía se vuelve una herramienta indispensable para mantener las fluctuaciones de energía en la red dentro de límites razonables. [14]

El sistema de almacenamiento debe considerar los días de autonomía que se requieren y el régimen de descarga de las baterías a utilizarse, según el NEC-11, Capítulo 14, este debe ser de 20 horas con un máximo de profundidad de descarga de 60 %. [5]

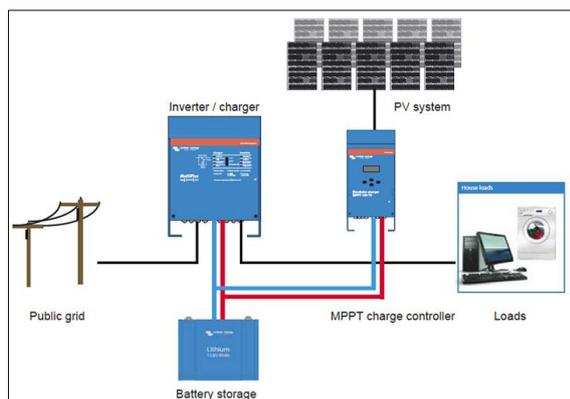


Figura 3. Esquema de un sistema de almacenamiento en un SFVCR.

2.3. Regulador de Carga.

Los reguladores de carga son necesarios en el sistema fotovoltaico para proteger las baterías y evitarle algún daño mediante la limitación de los niveles de carga y descarga. Con esto el regulador de carga puede desconectar al generador de la batería o bien derivar la corriente del generador hacia otro lugar.

Los factores principales a considerar para su selección son: el voltaje máximo del arreglo fotovoltaico, el voltaje del sistema de almacenamiento con baterías y la máxima corriente del generador fotovoltaico. Es común que estos equipos cuenten también con funciones adicionales como la de seguidor de punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).

2.4. Inversor

Los parámetros requeridos para seleccionar correctamente el inversor son el voltaje de entrada y la potencia máxima con la que va a trabajar. El rango de voltaje de entrada del inversor no deberá ser menor que el voltaje máximo de operación de los paneles fotovoltaicos instalados esto es el voltaje del circuito abierto del arreglo.

El inversor debe ser capaz de entregar 240 Vac a fase partida para suplir las cargas de 120 Vac como de 240 Vac, para esto es necesario que el sistema esté dividido en dos ramales independientes, cada uno de los cuales será controlado por un inversor independiente.

2.5. Cableado

El calibre de los conductores del sistema debe ser capaz de transmitir las corrientes a plena carga reduciendo al mínimo las caídas de voltaje, y consecuentemente disminuyendo las pérdidas de potencia.

Para tal efecto la ampacidad del cable escogido debe ser 1.25 veces la corriente de cortocircuito del arreglo fotovoltaico.

Tabla 1. Caídas de voltaje permitidas en sistemas fotovoltaicos.

Desde	Hasta	Máxima caída de voltaje permitida
Paneles	Regulador	3%
Regulador	Baterías	1%
Baterías	Inversor	3%
Inversor	Panel de cargas	3%

3. Resultados del dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Los paneles escogidos son de la marca Yingli Solar con una potencia pico por panel de 240 W. El estudio nos indica que se requieren 12 paneles para suplir la carga del sistema.

Tabla 2. Cálculo del número de paneles

Corriente de diseño (A)	Horas Sol Pico Diseño (h)	Potencia Pico de Diseño (Wp)	Potencia Nominal del Módulo (Wp)	Total de Módulos requeridos
112,16	4.18	2691.94	240	12
Voltaje Nominal Sistema DC (Vdc)	Voltaje Nominal del Módulo (Vdc)	Módulos en Serie requeridos	Módulos en Paralelo requeridos	Módulos escogidos para el sistema
24	24	1	12	12

Se escogieron también 16 baterías de la marca Trojan, de tipo AGM de 82 Ah (régimen de descarga 5 h), las cuales entregan una capacidad total de 656 Ah en cada circuito.

Tabla 3. Calculo del número de baterías

	Consumo (Ah/día)	Cap. Sistema de Bat.	Cap. Bat. (Ah)	Bat. Par.	V. Bat.	Bat. Serie
I Máx.	468.36	780.61	82	10	12	2
I Prom.	374.16	623.60	82	8	12	2

El regulador de carga es un TriStar MPPT 60, el cual cumple con las características del sistema DC a controlar.

Tabla 4. Dimensionamiento del regulador de carga.

Voc Sistema Fotovoltaico (Vdc)	Isc Sistema Fotovoltaico (Adc)	Voltaje del sistema a baterías (Vdc)	Isc de cada ramal (Adc)
32.13	103.80	24.00	51.90
Voltaje Regulador (Vdc)	Corriente de diseño de cada regulador (Adc)	Voltaje de Carga Regulador (Vdc)	Capacidad del regulador escogido (Adc)
0 - 150	54.88	12-24-36-48	60

El inversor fue seleccionado de la marca Victron Energy, el modelo Phoenix 24/2000/50, el cual permite el funcionamiento de dos unidades simultaneas para formar el voltaje de fase partida requerido para acoplarse al sistema actual.

Tabla 5. Dimensionamiento del inversor

Voc Sistema Fotovoltaico (Vdc)	Ventada Max Inversor (Vdc)	Potencia de Diseño de cada ramal (Wp)	Potencia Nominal de cada Inversor (W)
32.13	32.2	1345.97	1600

En la figura 4 se presenta el diagrama esquemático de los equipos dimensionados en el sistema fotovoltaico.

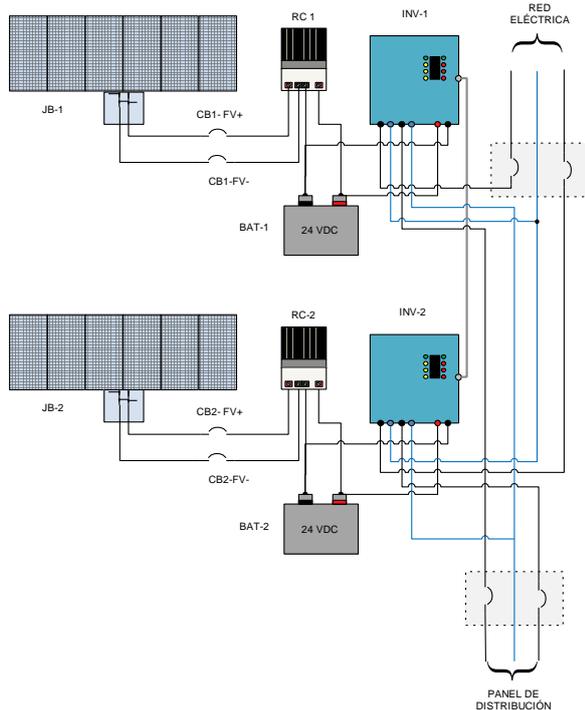


Figura 4. Diagrama de conexión de SFVCR

En base a los resultados obtenidos se calculó el rendimiento energético de la instalación con la siguiente ecuación:

$$PR(\%) = (1 - A - P_{temp}) * B * C * D * E * F$$

Tabla 6. Cálculo del rendimiento energético

P Temp	A	B	C	D	E	F	PR
5.35%	5 %	95.45%	99.74%	95%	93%	95%	71.77%

4. Análisis de viabilidad Técnica y Económica.

Se analizó el presupuesto de la inversión inicial para la instalación, considerando los costes de los equipos y la mano de obra de la instalación.

Los paneles fotovoltaicos son la parte más importante y representativa de la instalación, representan el 38.66% de la inversión, seguido del sistema de baterías e inversores, con un 27.65% y 14.18% respectivamente, obteniendo un costo de instalación relativamente alto de 3.54 USD/Wp.

Tabla 7. Presupuesto de la instalación fotovoltaica conectada a la red.

PRESUPUESTO INSTALACION FOTOVOLTAICA RESIDENCIAL CONECTADA A LA RED			
		Precio Unitario	Precio Total
MATERIALES			
Paneles Fotovoltaicos Yingli 240 W	12	u	\$ 326.20 \$ 3,914.40
Inversor Phoenix 24/2000	2	u	\$ 717.70 \$ 1,435.40
Regulador TriStar TS-60	2	u	\$ 205.52 \$ 411.04
Baterías Trojan AGM-30	16	u	\$ 175.00 \$ 2,800.00
Cableado	60	m	\$ 2.50 \$ 150.00
Protecciones	6	u	\$ 15.00 \$ 90.00
Estructura de Soporte (6 paneles)	2	u	\$ 287.70 \$ 575.40
Total Materiales			\$ 9,376.24
INSTALACION			
Mano de Obra	1	GBL	\$ 750.00 \$ 750.00
Total Instalación			\$ 750.00
TOTALES			
TOTAL SIN IVA			\$ 10,126.24
IVA 12%			\$ 1,215.15
TOTAL			\$ 11,341.39
\$ / Wp			\$ 3.54

5. Análisis de Ingresos de la Instalación Fotovoltaica

5.1 Producción Energética Anual

Esta producción se la obtiene con los datos de radiación solar anual en el lugar y con el rendimiento global de la instalación.

Tabla 8. Producción energética mensual del sistema fotovoltaico

	Radiación Incidente a 10 grados de inclinación [kWh/m ² *día]	Energía fotovoltaica producida [kWh al mes]
Enero	4.1757	281
Febrero	4.4064	297
Marzo	4.9896	336
Abril	5.0573	341
Mayo	4.7355	319
Junio	4.389	296
Julio	4.1704	281
Agosto	4.59	309
Septiembre	4.6926	316
Octubre	4.3296	292
Noviembre	4.4368	299
Diciembre	4.3803	295
TOTAL	-	3663

5.2 Pérdidas de Potencia

Los paneles disminuyen su rendimiento con el paso del tiempo, específicamente los paneles Yingli seleccionados para la instalación tienen una garantía de rendimiento del 0.8% anual.

Tabla 9. Producción energética anual del sistema fotovoltaico

	Año	Total Generación FV Anual [kWh]
1	2015	3663
2	2016	3634
3	2017	3605
4	2018	3576
5	2019	3547
6	2020	3519
7	2021	3491
8	2022	3463
9	2023	3435
10	2024	3408
11	2025	3380
12	2026	3353
13	2027	3326
14	2028	3300
15	2029	3273

5.3 Venta de la Energía Fotovoltaica

La energía producida por la instalación fotovoltaica debe ser vendida a la red para generar beneficios, por lo que se analizaron 2 escenarios.

El primer escenario se analizó bajo el esquema de tarifa por balance neto (Net Metering) y para el segundo escenario usamos el modelo de tarifa preferencial (Feed-In-Tarif). Para cada escenario se analizó 3 casos específicos.

El caso 0 corresponde a la situación original, es decir no instalar el sistema fotovoltaico, para el caso 1 y 2 se obtuvieron los flujos de efectivo, pero con dos tarifas diferentes. La primera tarifa que utilizamos se obtuvo de un estudio previo realizado sobre propuestas regulatorias para fomentar las energías renovables [26], en el cual se recomienda fijar una tarifa de 24.46 cUSD/kWh para la energía fotovoltaica. La segunda tarifa que se analizó fue la considerada por el estado para centrales fotovoltaicas menores a 1 MW, esto es 40,03 cUSD/kWh [27].

Para realizar la valoración económica de ambos escenarios se utilizaron el VAN y el TIR como indicadores económicos.

5.3.1 Escenario 1 – Esquema de Balance Neto

Para este análisis se tomó en cuenta que los ingresos del flujo de efectivo provienen de dos fuentes: el ahorro producido por el autoconsumo de la vivienda, y por la venta de excedentes de energía a la red.

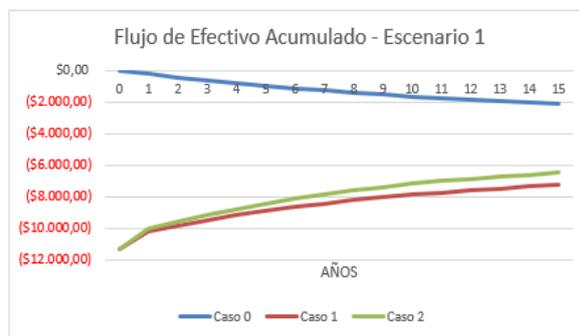


Figura 5. Flujo de efectivo acumulado – Escenario 1

Los resultados nos muestran como durante el periodo de vigencia típico de habilitación de instalaciones fotovoltaicas, la alternativa de balance neto no es factible económicamente para el inversionista residencial.

5.3.2 Escenario 2 – Tarifa Preferencial

El esquema de tarifa preferencial que se plantea genera ingresos a la vivienda por la venta total de la energía producida por la vivienda.

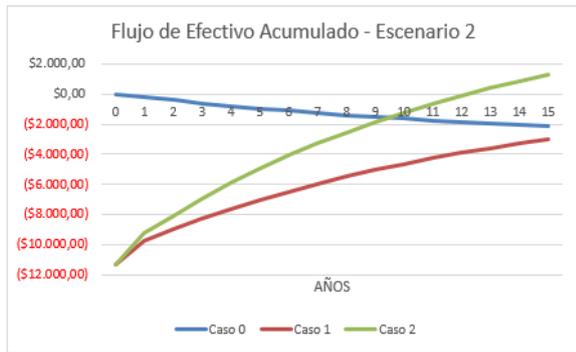


Figura 6. Flujo de efectivo acumulado – Escenario 2

Se observa como en el caso 1 se obtiene un VAN negativo, por lo que tampoco es una opción viable mientras que el caso 2 es una opción rentable al presentar un VAN positivo de \$ 1304.67 y una TIR de 9.39%, superior a la tasa utilizada, para un periodo de retorno de la inversión de 10 años.

6. Análisis de Incentivos

Para fomentar en la actualidad la instalación de los sistemas fotovoltaicos en un modelo de generación distribuida a nivel residencial se deben implementar diversos incentivos los cuales pueden ser de diversa índole (económica, tributaria, ambiental).

Entre los incentivos económicos que se analizaron tenemos: la reducción del IVA y la reducción de las tasas de interés.

6.1 Reducción del IVA

Para el esquema de balance neto se analizó la variación del VAN con respecto al IVA, Se puede observar que el VAN se mantiene negativo para los Casos 1 y 2. Sin embargo, con la exoneración total del IVA, si existe una mejora en el VAN, aunque no la suficiente para volver atractivos a estos casos.

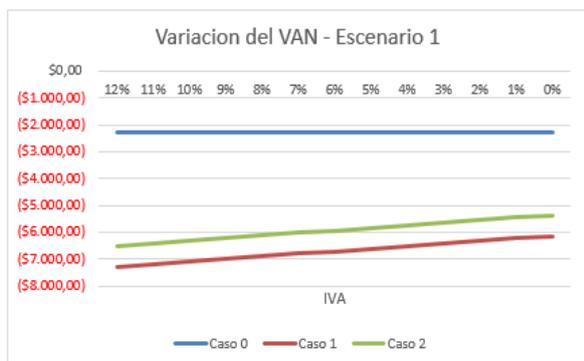


Figura 7. Variación del VAN con respecto al IVA– Escenario 1

Con respecto al TIR, se muestra como este indicador es mejorado conforme se disminuye el IVA a la inversión inicial del proyecto. Sin embargo, ya que la tasa de interés activa fue fijada en 7.41%, ninguno de los dos casos estudiados es rentable aun con la disminución total del IVA.

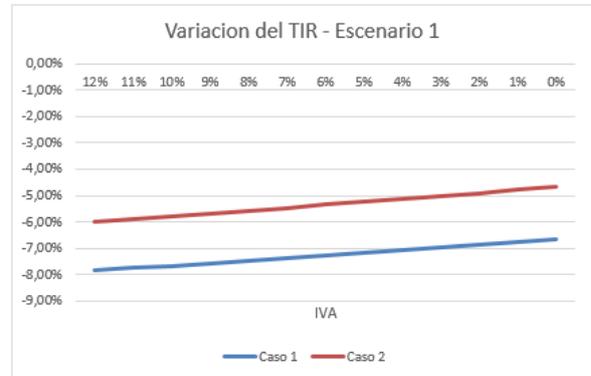


Figura 8. Variación del TIR con respecto al IVA– Escenario 1

El mismo análisis se lo realizó para el esquema de tarifa preferencial obteniendo mejorías tanto en el VAN como en la TIR

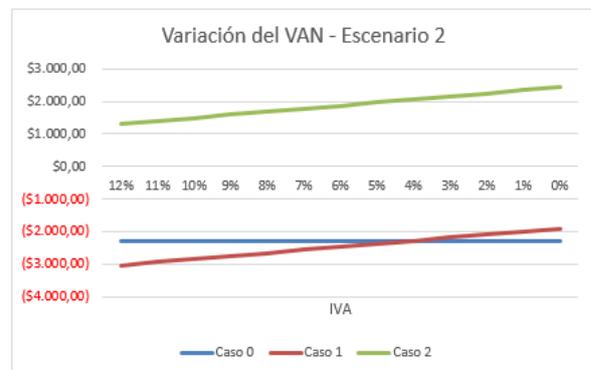


Figura 9. Variación del VAN con respecto al IVA– Escenario 2

En este escenario el VAN ha mejorado mucho en el caso 2, llegando a cerca de los \$ 2500 en caso de una reducción total del IVA. Por otra parte el Caso 1 aun presenta VAN negativo, pero comparándolo con el Caso 0 se observa que para una reducción total del IVA, el VAN se iguala entre estos dos casos, por lo que la tarifa planteada (26 cUSD/kWh) empieza a volverse rentable.

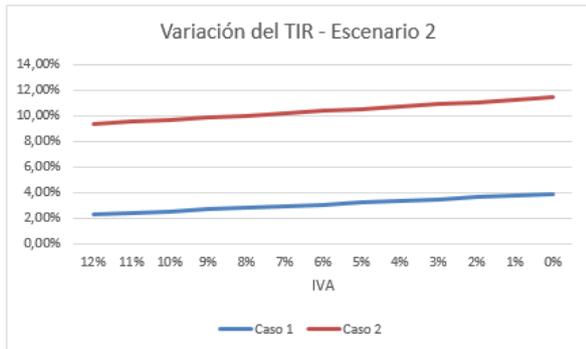


Figura 10. Variación de la TIR con respecto al IVA– Escenario 2

Con este incentivo, reducción total del IVA, la tarifa del caso 2 representa la tarifa mínima a la que debería vender el usuario la energía eléctrica generada por el arreglo fotovoltaico para producir rentabilidad.

6.2 Disminución de la tasa de interés

La otra alternativa para incentivar la instalación de estos sistemas es la aplicación de tasas de interés reducidas para el inversionista. Para este caso se han analizado diferentes tasas de interés, reducidas del valor actual en pasos de 0.5% y se ha verificado como varía el VAN ante esta variación

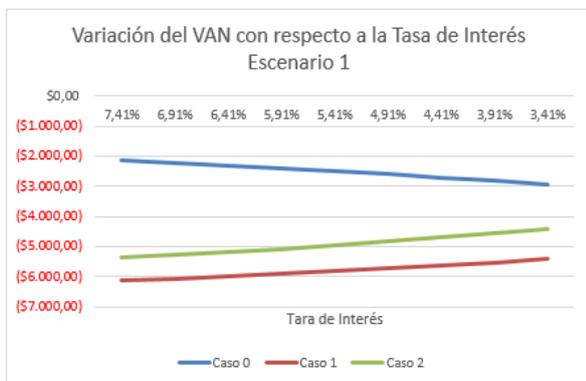


Figura 11. Variación del VAN con respecto a la tasa de interés – Escenario 1

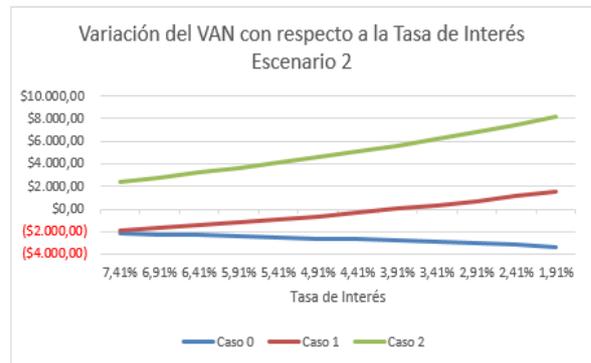


Figura 12. Variación del VAN con respecto a la tasa de interés – Escenario 2

Se puede apreciar como la reducción de la tasa de interés mejora el VAN obtenido en cada escenario, lo que justifica a este incentivo como adecuado para el incentivo del crecimiento de este sector energético. Se plantea entonces aplicar como incentivo una tarifa reducida en proyectos de esta índole al menos hasta que los precios de los equipos sean lo suficientemente bajos para mejorar por si solos los indicadores económicos.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

1. Al diseñar el sistema fotovoltaico se pudo observar que, si bien el sistema de almacenamiento con baterías es útil en ausencia de la luz solar, al estar conectado a la red estas baterías no son indispensables en primera instancia ya que se cuenta con el respaldo de la red. Sin embargo en caso de falla de la red y ausencia de luz solar, el sistema de baterías será útil para la autonomía de la vivienda, sobre todo de cargas críticas.
2. Otro aspecto importante al diseñar este tipo de sistemas fotovoltaicos sistemas como el nuestro es la correcta selección del tipo de inversor, ya que al estar conectado a la red, este debe acoplarse correctamente a la misma, la cual es un sistema de doble alimentación conocido como fase partida. Para esto la solución más práctica es colocar dos inversores en serie, pero la tecnología de los mismos debe permitir este tipo de conexión. Esto influye directamente en los costos de la instalación fotovoltaica.
3. No existe al momento de ejecución de este trabajo una tarifa vigente para la compra de energía solar fotovoltaica a nivel residencial. Al analizar la rentabilidad del proyecto aplicando una tarifa de balance neto, se concluye que el mismo no es rentable en el periodo de estudio planteado de 15 años. Por otro lado en caso de aplicar el método de la tarifa preferencial FIT, si se consigue rentabilidad, con un tiempo de retorno de la

inversión de 10 años, aplicando una tarifa de 0.41 ctvs.

4. El costo inicial de implementación de este proyecto aún es muy elevado en el país (3.54 USD/Wp) lo que no permite el crecimiento de este tipo de tecnologías al menos a corto plazo. Al plantear incentivos como la reducción del IVA y tasas de interés preferenciales, se pudo comprobar que la inversión efectivamente mejora.

7.2 Recomendaciones

1. Es importante dimensionar correctamente los conductores a instalar en el sistema. Se debe evitar el sub-dimensionamiento, para no aumentar el porcentaje de pérdidas en los circuitos, especialmente de corriente continua. De igual forma el sobre dimensionamiento, si bien reduce las pérdidas, incrementa en sobremanera el costo de la instalación, sobre todo en circuitos de gran longitud.
2. Para aplicaciones residenciales como la de este proyecto no es necesario que la inclinación de los paneles sea la calculada como óptima en el diseño, ya que el aumento de la radiación incidente sobre los paneles no suele compensar el incremento del costo de la instalación de la soportería necesaria para lograr esa inclinación.
3. El sistema de almacenamiento debe ser instalado en un lugar fresco, ventilado y aislado de condiciones climatológicas adversas como el sol, lluvias, etc., de tal forma que la vida útil del mismo no se vea reducida innecesariamente. Esta consideración se debe tomar en cuenta también para el resto de equipos del sistema.
4. Se puede mejorar la eficiencia de la instalación utilizando equipos de baja potencia o de nuevas tecnologías más eficientes como lámparas tipo led y electrodomésticos de la línea inverter los cuales son más eficientes consumiendo menos potencia que los tradicionales.

8. Referencias

- [1] Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, «Plan Nacional Buen Vivir,» 2013.
- [2] Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, «Plan estratégico institucional 2014-2017, MEER,» 2014.
- [3] Observatorio de Energías Renovables en América Latina y el Caribe, «Ecuador Producto 1&2,» 2011.
- [4] CONELEC, «Boletín Estadístico del Sector Ecuatoriano,» Quito, 2013.
- [5] Comité Ejecutivo De La Norma De La Construcción, NEC 11 Capitulo 14 Energías Renovables, Quito, 2011.
- [6] «Sitio Solar, La historia de la energía solar fotovoltaica,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.sitiosolar.com/la-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>. [Último acceso: 1 2015].
- [7] ASIF, «Historia de la energía solar fotovoltaica,» Septiembre 2008. [En línea]. [Último acceso: enero 2015].
- [8] S. R. Wenham, M. A. Green, R. Corkish y M. E. Watt, Applied Photovoltaics, Segunda ed., London: TJ International Ltd, Padstow, Cornwall, 2007.
- [9] Solar Energy Research Institute, Basic Photovoltaic Principles and Methods, Colorado: Technical Information Office, 1982.
- [10] <https://www.youtube.com/watch?v=VBLxGv32OWs>, «Youtube - Las estaciones del año,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=VBLxGv32OWs>. [Último acceso: 2015].
- [11] A. Castejón Oliva y G. Santamaría Herranz, Instalaciones Solares Fotovoltaicas, Editex.
- [12] ONMAFUCASA SOLAR SL, «ONMAFUCASA SOLAR,» 2011. [En línea]. Available: <http://onmafucasasolar.blogspot.com/>. [Último acceso: 01 2015].
- [13] Trojan Battery Company, Guia para el usuario de baterias Trojan, 2008.
- [14] Victron Energy, «Autoconsumo y Independencia de la Red,» Victron Energy.
- [15] RENOVAENERGIA S.A., «RENOVAENERGIA - SOLUCIONES ENERGÉTICAS RENOVABLES,» 2013. [En línea]. Available: http://www.renova-energia.com/productos_inversores_red/index.html. [Último acceso: 2015].
- [16] Aros Solar Technology, «Introducción a la energía fotovoltaico,» [En línea]. Available: <http://www.aros-solar.com/es/tecnologia-de-los-inversores-para-instalaciones-conectadas-a-la-red#>. [Último acceso: 1 2015].
- [17] J. M. Méndez Muñiz y R. Cuervo García, Energía Solar Fotovoltaica, Séptima ed., Madrid: FC EDITORIAL.
- [18] NASA; ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER, «Surface meteorology and Solar Energy,» 7 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.
- [19] National Fire Protection Association, *National Electric Code*, 2014.

- [20] Centro de Estudios de la Energía Solar, «CenSol5,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.censolar.es/censol50.htm>. [Último acceso: 1 2015].
- [21] J. M. Méndez Muñiz, R. Cuervo García y BUREAU VERITAS FORMACIÓN, Energía Solar Fotovoltaica, Séptima ed., Madrid: FC EDITORIAL.
- [22] YingliSolar, «Yingli Solar: Modulos Multicristalinos,» 2015. [En línea]. [Último acceso: 02 2015].
- [23] «Energía y Sociedad,» [En línea]. Available: <http://www.energiaysociedad.es/ficha/3-6-autoconsumo-y-balance-neto>. [Último acceso: 02 2015].
- [24] Banco Central del Ecuador, «Banco Central del Ecuador,» [En línea]. Available: http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=activa. [Último acceso: Febrero 2015].
- [25] CONELEC, «PLIEGO TARIFARIO PARA EMPRESAS ELÉCTRICAS,» Coordinación Nacional de Regulación, 2014.
- [26] D. I. P. Mencias, «PROPUESTA DE APORTES REGULATORIOS PARA EL FOMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR,» Quito, 2013.
- [27] CONELEC, «Tratamiento para la energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales,» 2011.
- [28] ASAMBLEA NACIONAL, «Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad,» [En línea]. Available: <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/codigo-de-la-produccion-ecuador-espaniol.pdf>.