

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MICROGENERACIÓN ELÉCTRICA Y DE CALENTAMIENTO DE AGUA BASADO EN PANELES TERMO FOTOVOLTAICOS PARA LA PISCINA DEL CAMPAMENTO FUNDACIÓN NUEVA VIDA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO**

**DENNIS ISRAEL ERAZO GALARZA**

**DIRECTOR: M.Sc. PATRICIA ELIZABETH OTERO VALLADARES**

**CODIRECTOR: PhD. CARLOS ANDRÉS NARANJO MENDOZA**

**Quito, abril 2023**

## **AVAL**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Dennis Israel Erazo Galarza, bajo nuestra supervisión.



---

**M.Sc. PATRICIA OTERO**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



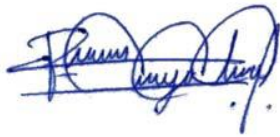
---

**PhD. CARLOS NARANJO**  
**CODIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Dennis Israel Erazo Galarza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.



---

DENNIS ISRAEL ERAZO GALARZA

## **DEDICATORIA**

A mis padres Carlos y Estela por su constante esfuerzo y sacrificio que han sido pilares importantes en el transcurso de mi formación, tanto académica como humana inculcando en mí respeto y honestidad.

A mis hermanos que han formado parte de este proceso quienes con sus consejos lograron otorgarme la confianza y valentía a lo largo de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios y a mis padres Carlos y Estela por su confianza depositada, sus consejos y sabiduría que me ha permitido culminar esta gran etapa de mi vida.

A mis hermanos por el gran apoyo y cariño incondicional que me brindan diariamente.

A mis maestros de la Escuela Politécnica Nacional, primordialmente a la M.sc. Patricia Otero y al PhD. Carlos Naranjo que permitieron hacer posible el desarrollo de este proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.2. ALCANCE .....	2
1.3. MARCO TEÓRICO.....	3
1.3.1.  PANELES SOLARES HÍBRIDOS.....	4
1.3.1.1.  Tipos básicos de PVT .....	5
1.3.1.2.  Rendimiento del panel PVT .....	7
1.3.1.2.1.  Rendimiento óptico.....	7
1.3.1.2.2.  Rendimiento térmico .....	7
1.3.1.2.3.  Rendimiento eléctrico.....	8
1.3.1.3.  Calor útil .....	8
1.3.1.4.  Temperatura de la red.....	9
1.3.1.5.  Temperatura interna .....	9
1.3.1.6.  Microgeneración eléctrica.....	10
1.3.1.7.  Temperatura de la célula.....	11
1.3.1.8.  Pérdidas del PVT.....	12
1.3.1.8.1.  Pérdidas en encapsulado .....	12
1.3.1.8.2.  Pérdidas con el ambiente.....	13
1.3.1.8.3.  Pérdidas por efecto del viento .....	14
1.3.1.8.4.  Pérdidas por calor almacenado en los elementos del panel .....	14
1.3.1.8.5.  Pérdidas por agentes externos .....	14
1.3.2.  BOMBAS DE CALOR .....	15
1.3.2.1.  Tipos de bombas de calor.....	15

1.3.2.2.	Factores de importancia.....	16
1.3.2.2.1.	Coeficiente de performance (COP) .....	16
1.3.2.2.2.	Factor de eficiencia energética (EER).....	17
1.3.2.2.3.	Coeficiente de rendimiento estacional (SCOP) .....	17
1.3.2.2.4.	Factor de eficiencia estacional (SEER).....	17
1.3.3.	CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA.....	17
1.3.3.1.	Características de confort .....	18
1.3.3.2.	Pérdidas por evaporación .....	19
1.3.3.3.	Pérdidas por radiación .....	21
1.3.3.4.	Pérdidas por convección .....	22
1.3.3.5.	Pérdidas por renovación .....	22
1.3.3.6.	Pérdidas por transmisión .....	23
1.3.3.7.	Potencia calórica inicial .....	24
1.3.4.	RECURSO SOLAR DISPONIBLE.....	24
1.3.5.	REGULACIONES Y TARIFAS .....	25
1.3.5.1.	Puesta en marcha de SGDA.....	26
1.3.5.2.	Vida útil operativa del proyecto.....	26
1.3.5.3.	Incremento de capacidad del SGDA.....	27
1.3.5.4.	Causales para la desconexión del SGDA.....	27
1.3.5.5.	Balance de energía e incentivos.....	28
1.3.5.5.1.	Balance de energía para tarifa residencial y general sin demanda .....	28
1.3.5.5.2.	Balance de energía para tarifa general con demanda .....	29
1.3.5.5.3.	Balance de energía para tarifa general con demanda horaria.....	29
1.3.5.6.	Tarifas y cargos por pagar .....	31
1.3.5.6.1.	Tarifa residencial .....	32
1.3.5.6.2.	Tarifa general de bajo voltaje con demanda.....	32
2.	METODOLOGÍA .....	33
2.1.	ANTECEDENTES DE LA FUNDACIÓN NUEVA VIDA.....	34
2.2.	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA .....	34
2.3.	UBICACIÓN .....	35
2.4.	CONTADOR DE ENERGÍA DE LA PISCINA .....	36
2.5.	FACTURACIÓN HISTÓRICA.....	37
2.6.	PANEL TERMO FOTOVOLTAICO.....	38
2.7.	BOMBA DE CALOR PARA CALENTAMIENTO DE LA PISCINA .....	41

3. DISEÑO DE SISTEMAS DE MICROGENERACIÓN PARA CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA.....	43
3.1. DATOS METEOROLÓGICOS .....	44
3.2. CÁLCULO DE DEMANDA CALÓRICA DE LA PISCINA.....	45
3.2.1. EVAPORACIÓN.....	45
3.2.2. RADIACIÓN .....	50
3.2.3. CONVECCIÓN.....	50
3.2.4. RENOVACIÓN.....	51
3.2.5. TRANSMISIÓN.....	51
3.2.6. PÉRDIDA SEMANAL TOTAL .....	52
3.2.7. PUESTA EN MARCHA .....	52
3.2.8. RESUMEN TOTAL DE PÉRDIDAS CALÓRICAS .....	53
3.3. DISEÑO DE SISTEMA PVT .....	55
3.3.1. CÁLCULO DE TEMPERATURA INTERNA $T_m$ .....	55
3.3.2. PRODUCCIÓN CALÓRICA DEL PANEL.....	58
3.3.2.1. Área disponible de instalación .....	58
3.3.2.2. Cálculo de producción calórica.....	59
3.3.3. MICROGENERACIÓN ELÉCTRICA.....	61
3.4. DISEÑO DE SISTEMA PVT + HP .....	63
3.4.1. SISTEMA PVT19+HP .....	65
3.4.2. SISTEMA PVT15+HP .....	66
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	68
4.1. ESTIMACIÓN POR SOFTWARE .....	68
4.2. ANÁLISIS FINANCIERO .....	70
4.2.1. CALENTADOR A GAS.....	71
4.2.2. SISTEMA PVT .....	72
4.2.3. SISTEMA PVT+HP .....	76
4.2.3.1. Sistema PVT19+HP .....	76
4.2.3.2. Sistema PVT15+HP .....	80
4.3. RESUMEN DE RESULTADOS .....	84
4.3.1. SISTEMA PVT .....	84
4.3.2. SISTEMA PVT+HP .....	85
4.3.3. RESUMEN DE ANÁLISIS FINANCIERO POR PROYECTO .....	88
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
5.1. CONCLUSIONES.....	90



5.2. RECOMENDACIONES .....	93
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
7. ANEXOS.....	98

## RESUMEN

El campamento Fundación Nueva Vida, al ser una organización sin fines de lucro cuenta con un presupuesto limitado para el mantenimiento y operación de la caldera que se dispone para calentamiento del agua de su piscina a la intemperie, cuya temperatura es inferior a la temperatura de confort, provocando que los visitantes, rara vez utilicen la piscina, que se ha convertido en una instalación desperdiciada. Por tal razón se busca diseñar un sistema de microgeneración eléctrica y de calentamiento para la piscina del campamento Fundación Nueva Vida, lo que permitirá a la fundación mejorar el servicio a la clientela y atraer nuevos visitantes.

En el presente estudio se plantea diseñar dos alternativas de utilización de paneles termo-fotovoltaicos para calentamiento de agua. La primera es un sistema de calentamiento de agua y producción de electricidad a partir únicamente de paneles PVT. La segunda alternativa propone la inclusión de una bomba de calor como asistencia para el panel PVT. Si bien el costo de instalación de estos sistemas usualmente es muy elevado, la utilización de la energía solar tiene un costo cero y su mantenimiento es también relativamente menor, por lo que a largo plazo puede justificarse a implementación de este tipo de sistemas en lugar del uso de calderas a gas. El análisis técnico-económico que se realiza permite determinar la factibilidad y rentabilidad de los sistemas propuestos y su posterior selección.

**PALABRAS CLAVE:** energías renovables, microgeneración eléctrica, confort térmico, paneles termo-fotovoltaicos, bomba de calor.

## **ABSTRACT**

The Fundación Nueva Vida camp is a non-profit organization with a limited budget for maintenance and operation of the boiler that is available to heat the water of its outdoor pool, whose temperature is below the comfort temperature, causing visitors to rarely use the pool, which has become a wasted facility. For this reason, the aim to design an electrical microgeneration and heating system for the Fundación Nueva Vida camp pool, which will allow the foundation to improve customer service and attract new visitors.

In this study it is proposed to design two alternatives for the use of thermophotovoltaic panels for water heating. The first is a system for heating water and producing electricity from only PV/T panels. The second alternative proposes the inclusion of a heat pump as assistance for the PV/T panel. Although usually the installation cost of these systems is usually very high, the use of solar energy has a zero cost and its maintenance is also low, so that in the long term an implementation of this type of systems may be justified instead of use of gas boilers. The technical-economic analysis that is carried out allows determining the feasibility and profitability of the proposed systems and their subsequent selection.

**KEYWORDS:** renewable energy, electrical microgeneration, thermal comfort, thermophotovoltaic panels, heat pump.

# 1. INTRODUCCIÓN

El enfoque hacia el desarrollo de energías limpias, que permitan satisfacer los requerimientos energéticos y de confort han sido cada vez mayores, en la última década se ha orientado al aprovechamiento de la energía solar y entre las aplicaciones más comunes están el uso de colectores solares térmicos para calentamiento o calefacción y paneles fotovoltaicos para microgeneración eléctrica.

Por otra parte, el Ecuador tiene una ubicación geográfica privilegiada debido a la gran incidencia de radiación solar durante gran parte del día y por todo el año, por lo que se puede plantear el aprovechamiento de energía solar para las aplicaciones residenciales y comerciales.

El Campamento Fundación Nueva Vida tiene el propósito de promover el desarrollo de la comunidad brindando un espacio para recreación y capacitación a su comunidad, al ser una organización sin fines de lucro cuenta con un presupuesto limitado para la operación y mantenimiento de sus instalaciones y se ha planteado evitar gastos en gas licuado de petróleo (GLP) para operar la caldera disponible para calentamiento de agua de su piscina que se encuentra a la intemperie. Por otra parte, la ubicación del campamento se caracteriza por una alta radiación y baja nubosidad por lo que se plantea el diseño de un sistema de microgeneración eléctrica y de calentamiento de agua basado en paneles termo fotovoltaicos como solución para la piscina del campamento Fundación Nueva Vida, siguiendo los estándares de confort y enfocándose en el uso de paneles solares híbridos PVT solos o PVT asistidos con una bomba de calor. Estas alternativas pueden también generar energía eléctrica que se podrá utilizar para autoconsumo o para el funcionamiento de la bomba de calor, además, en caso de existir excedentes de energía aportar a la red eléctrica.

El estudio y diseño de un sistema de microgeneración y calentamiento de agua compara dos sistemas orientados hacia el mismo propósito, uno basado en el uso únicamente de paneles PVT y otro con PVT asistido con bomba de calor, con lo que se establece la factibilidad técnica y económica para determinar la elección más conveniente y aplicable para el centro recreacional Fundación Nueva Vida.

## **1.1. OBJETIVOS**

El objetivo general de este Proyecto Técnico es: Diseñar un sistema de micro generación eléctrica y de calentamiento de agua basado en paneles termo fotovoltaicos para la piscina del Campamento Fundación Nueva Vida

Los objetivos específicos del Proyecto Técnico son:

- Recopilar información bibliográfica sobre energía solar, paneles termo fotovoltaicos y bombas de calor con el fin de determinar sus variables de funcionamiento y características.
- Identificar información meteorológica de radiación solar y dimensiones de la piscina y el sitio de ubicación para determinar los parámetros de diseño.
- Diseñar dos alternativas del sistema de microgeneración fotovoltaica y calentamiento de agua, una basada en PV/T y otra basada en PV/T asistido por bomba de calor.
- Evaluar aspectos técnicos, energéticos y económicos de ambos sistemas para determinar la viabilidad de cada sistema y seleccionar el más adecuado.

## **1.2. ALCANCE**

En el presente estudio técnico se abordará la utilización de paneles termo fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica y el calentamiento de agua de la piscina propiedad del Campamento Fundación Nueva Vida ubicado en la parroquia La Merced.

Se diseñarán dos alternativas para el calentamiento de agua, la primera utilizando únicamente paneles termo fotovoltaicos y la segunda utilizando paneles termo fotovoltaicos asistidos por una bomba de calor. Los diseños se realizarán considerando los parámetros de confort para la climatización de piscinas y los factores meteorológicos del lugar. Los diseños incluyen las especificaciones técnicas de los componentes principales y el presupuesto preliminar para la implementación.

Se realizará la simulación de la producción de energía de las dos alternativas de diseño, utilizando un software especializado. A partir de los resultados obtenidos y los costos de implementación, operación y mantenimiento, se realizará un análisis comparativo frente a la utilización de una caldera a gas, para establecer si estas alternativas son viables y en caso de serlo, cuál de estas es la mejor para la futura implementación, esto se realizará a

partir de la evaluación de los indicadores económicos como TIR, VAN y tiempo de recuperación de la inversión.

Los resultados de este proyecto serán aplicables específicamente a las necesidades de demanda de la piscina del Campamento Fundación Nueva Vida y no serán extrapolables a otro tipo de sistemas, sin embargo, la metodología propuesta puede ser replicada en proyectos similares.

### **1.3. MARCO TEÓRICO**

Un estudio técnico de cualquier tipo requiere de la intervención de diferentes factores, en el caso concreto de este trabajo es pertinente conocer de manera discreta ciertos aspectos que permitirán otorgar una guía inicial para su desarrollo, como son, reconocer y evaluar el recurso solar, así como la investigación de las herramientas y materiales a utilizar.

La gran mayoría de investigaciones para el aprovechamiento del recurso solar han sido realizadas evaluando países ubicados en latitudes medias, no extendiéndose a zonas ecuatoriales o andinas como es el caso de Ecuador, además debido a su ubicación geográfica en el Ecuador se cuenta con luz solar abundante durante el día. Por otra parte, si se compara el valor medio aproximado de la radiación solar global en Ecuador (4200 kWh/año por m<sup>2</sup>) con el valor de países como España, que cuenta con mayor desarrollo en el aprovechamiento de energía solar y cuyo valor de radiación es de 1400 kWh/año por m<sup>2</sup>, se puede plantear el uso y aprovechamiento del recurso solar para diferentes servicios como energía eléctrica y calentamiento o calefacción.

#### **Experiencias con el uso de paneles PVT**

Los proyectos realizados a partir de paneles fotovoltaicos en Ecuador no son pocos en los últimos años, existe varias empresas enfocadas en proyectos energéticos que se dedican a implementar sistemas con el uso de la llamada “energía limpia”, sin embargo, no existe evidencia que corrobore el uso exclusivo de paneles PVT en grandes proyectos, por el contrario solo se puede destacar el uso de paneles fotovoltaicos comunes en la totalidad de proyectos tanto a mediana como pequeña escala, la única evidencia que podemos destacar con el uso de paneles PVT es en pequeñas instalaciones domésticas que principalmente buscan el beneficio de pocos usuarios, esto se debe también al hecho que el costo de implementar proyectos energéticos con este tipo de paneles no es bajo, dependiendo del número de paneles que se requiera para satisfacer una necesidad en concreto por parte del usuario, el costo de implementar este tipo de sistemas puede variar desde unos cuantos miles hasta decenas de miles de dólares.

Destacar las experiencias previas con este tipo de paneles no ha resultado una tarea fácil, principalmente porque las herramientas online no arrojan resultados favorables, ya que no se encuentra proyectos destacables, sin embargo, se tiene la certeza del uso de paneles PVT en el Ecuador a pequeña escala, esta información se ha obtenido de forma elemental al acudir a empresas dedicadas a implementar proyectos fotovoltaicos e indagar en su uso y las experiencias que los usuarios han obtenido en el uso de estos paneles, a pesar de ello de forma entendible, por motivos de privacidad las empresas no se encuentran en capacidad de divulgar información personal de los clientes con los cuales se pueda llevar a cabo una charla o llamada con el fin de compartir sus experiencias.

Con el fin de establecer una idea general respecto al uso de los paneles PVT en Ecuador confiamos en las aseveraciones hechas por parte de las empresas y quienes se dedican a implementar de forma adecuada sistemas con el uso de PVT quienes han expresado su conformidad respecto al uso este tipo de paneles, las declaraciones expresan que han tenido una gran experiencia con el uso de paneles híbridos sin reportes o quejas referente a los paneles, tan solo expresan sus reportes con el objetivo de realizar mantenimientos o cambios en el propio sistema, como puede ser la extensión del número de paneles o el cambio de alguno de ellos, siempre y cuando un técnico o persona acreditada para diagnosticar este tipo de sistemas haya realizado una inspección adecuada del sistema. En conclusión, las experiencias con el uso de paneles PVT en el Ecuador, aunque han sido pocas, la totalidad de ellas a ha sido positiva.

### **1.3.1. PANELES SOLARES HÍBRIDOS**

Un panel solar híbrido se puede encontrar en la literatura también como panel mixto, placa o panel termo fotovoltaico o PVT por sus siglas en inglés. Es un dispositivo que combina en un solo módulo o panel las tecnologías fotovoltaica y térmica, que comúnmente se instalan por separado.

Dentro de las características del PVT se puede mencionar principalmente la capacidad de generar electricidad, del mismo modo la capacidad térmica que permite generar calor para aprovecharlo de diferentes maneras.

A diferencia de los paneles fotovoltaicos y térmicos, que por separado aprovechan el espectro de luz ultravioleta e infrarroja respectivamente, el panel híbrido es capaz de aprovechar todo el espectro de luz existente para generar electricidad y calor[1].

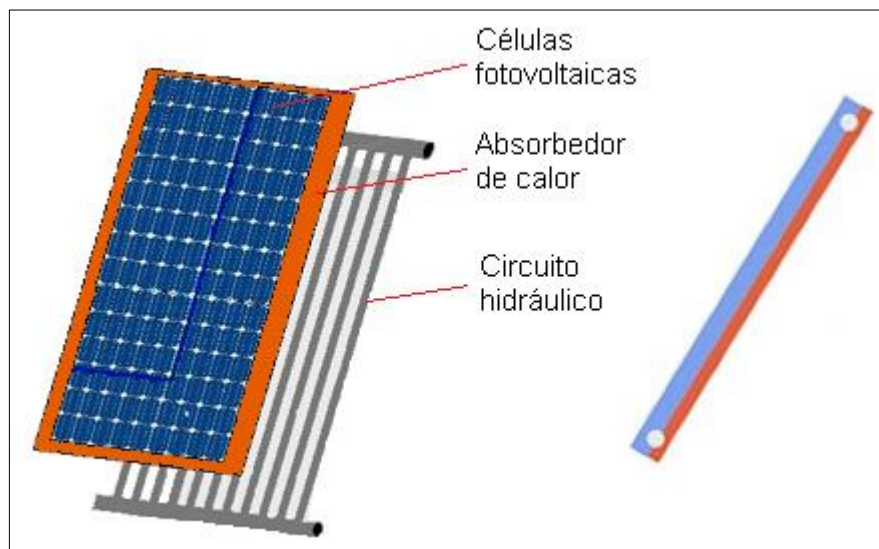
El panel solar híbrido no es un producto reciente, sus primeros indicios se dieron desde la década de los 70, sin embargo, es en la actualidad que han cobrado fuerza debido a su

versatilidad y múltiples ventajas además de su creciente demanda para uso en todo tipo de sectores y distintas ubicaciones. Principalmente se han empleado para electricidad, agua caliente sanitaria y calefacción siempre y cuando el sistema implementado así lo permita [1].

### 1.3.1.1. Tipos básicos de PVT

Con la finalidad de lograr un aprovechamiento adecuado de las llamadas energías limpias, el mercado de los paneles solares ha ido incrementando con el pasar de los años y ha evolucionado con nuevos modelos disponibles en función de la tecnología que incorporan y se han clasificado en distintas categorías, no obstante, existen tres categorías principales de los paneles solares en función del grado de aislamiento que posee el propio panel y de las cubiertas que incorpora. De esta se distinguen tres tipos:

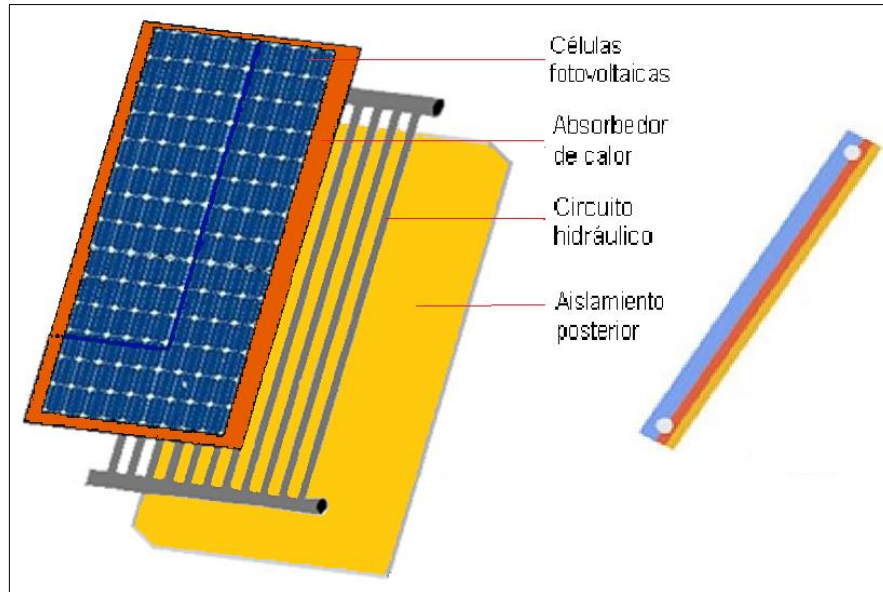
**PVT-0:** Es el más básico de los modelos existentes en el mercado que abarca los paneles solares híbridos y es el primer tipo de placa solar híbrida creada de células fotovoltaicas, un absorbedor de calor y una caja de conexiones para el cableado eléctrico. No cuenta con aislamiento por ninguno de sus lados por lo que la temperatura a la que se puede llegar es considerablemente más baja que los otros tipos [1].



**Figura 1.1.** Estructura del panel PVT-0 [Elaboración Propia]

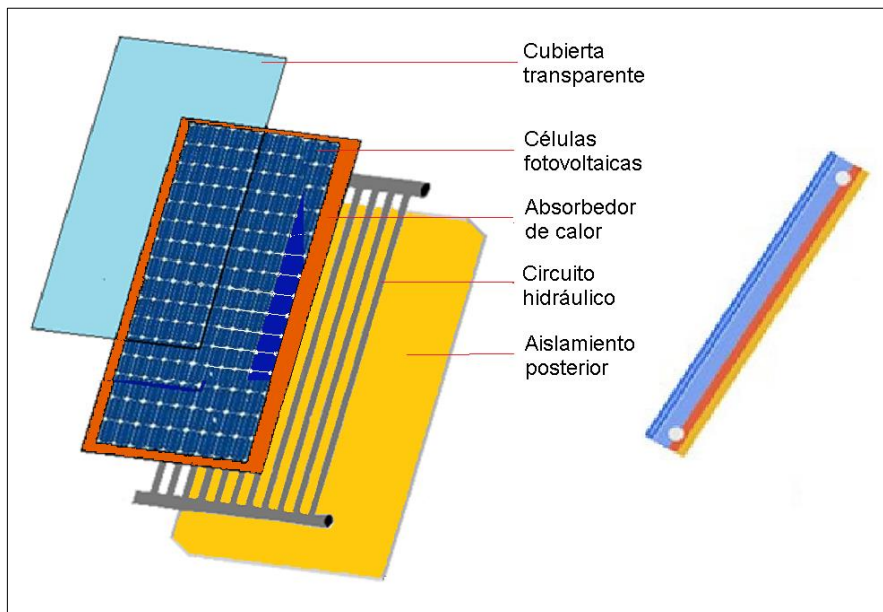
**PVT-1:** Este tipo cuenta con una cubierta trasera en la unión del laminado fotovoltaico y el colector térmico que permite la conservación de calor en mayor proporción que el tipo básico evitando la pérdida de calor por la parte trasera de la placa, a pesar de ello, al contar con cubierta solamente en la parte trasera provoca que el laminado fotovoltaico no se encuentre a tanta temperatura permitiendo potenciar la parte eléctrica del panel. En la actualidad es el tipo de panel híbrido más comercializado a nivel mundial [1].





**Figura 1.2.** Estructura del panel PVT-1 [Elaboración Propia]

**PVT-2:** Es similar al modelo PVT-1 con la diferencia de que este panel tiene incorporado una cubierta transparente en su parte frontal lo cual le permite mitigar el gran inconveniente de los paneles solares en general el cual es la pérdida de calor a través de la placa frontal ya que se reducen las pérdidas térmicas al encontrarse el propio panel aislado por ambas partes potenciando de esta manera el rendimiento térmico del panel y su enfoque principal es para producción de agua caliente sanitaria ACS [1].



**Figura 1.3.** Estructura del panel PVT-2 [Elaboración Propia]

### 1.3.1.2. Rendimiento del panel PVT

Es importante conocer los rendimientos que afectan a un panel híbrido de tal manera que se logre su mayor aprovechamiento, el diseño de un panel involucra procesos, factores y variables que llevan a determinar las eficiencias propias de un panel, sin embargo, desde el punto de vista del consumidor no se determina estos aspectos y más bien se limita a conocer los valores finales en condiciones estándar de pruebas, que se encuentran en las fichas técnicas proporcionadas por las diferentes marcas proveedoras.

#### 1.3.1.2.1. Rendimiento óptico

Se puede encontrar también bajo el término factor de transmisión-absorción, es proporcionado por el fabricante del panel y se determina teóricamente a partir de la ecuación (1.1) [2].

$$\tau \cdot \alpha = 1 - \rho \quad (1.1)$$

Donde:

$\tau$  = Transmitancia de capas superiores del panel (cubierta transparente).

$\alpha$  = Factor de absorción de las capas superiores del panel (lámina fotovoltaica).

$\rho$  = Factor de reflexión para toda la geometría de las capas superior, de aire y de la lámina fotovoltaica.

#### 1.3.1.2.2. Rendimiento térmico

El rendimiento térmico se define como la relación entre el calor útil del panel y la radiación que incide sobre el panel a lo largo del área de la placa, muchas veces se toma en cuenta solo la radiación normal directa (DNI) y en ocasiones la radiación horizontal difusa (DHI), pero en cálculos matemáticos se considera la radiación horizontal global (GHI). El rendimiento térmico se define mediante la ecuación (1.2) [2].

$$\eta_{térmico} = \frac{q_u}{A \cdot I_{gl}} \quad (1.2)$$

Donde:

$\eta_{térmico}$  = Rendimiento térmico del panel.

$q_u$  = Calor útil cedido al fluido [W].

$A$  = Área de la placa solar [ $m^2$ ].

$I_{gl}$  = Radiación global incidente por unidad de área [ $\frac{W}{m^2}$ ].

### 1.3.1.2.3. Rendimiento eléctrico

El rendimiento eléctrico no difiere al de los paneles fotovoltaicos comunes, por lo tanto, se estima siguiendo la misma ecuación que se define como la relación entre la potencia de salida del panel y la radiación incidente a lo largo del área del panel.

Debido a que la potencia representa trabajo en determinadas condiciones viene dada por el producto de voltaje por corriente y se expresa mediante la ecuación (1.3) [2].

$$\eta_{el\acute{e}ctrico} = \frac{V \cdot I}{A \cdot I_{gl}} \quad (1.3)$$

Donde:

$\eta_{el\acute{e}ctrico}$  = Rendimiento eléctrico del panel.

$V$  = Voltaje de la placa solar [V].

$I$  = Corriente de la placa solar [A].

$A$  = Área de la placa solar [ $m^2$ ].

$I_{gl}$  = Radiación global incidente por unidad de área [ $\frac{W}{m^2}$ ].

Entonces el rendimiento total del panel PVT viene dado por la suma de los rendimientos térmico y eléctrico expresado por:

$$\eta_{PVT} = \eta_{t\acute{e}rmico} + \eta_{el\acute{e}ctrico} \quad (1.4)$$

### 1.3.1.3. Calor útil

El calor útil en un panel híbrido al igual que los colectores colares comunes es el calor transferido al fluido térmico que circula por las tuberías y se encuentra en función de la temperatura de entrada del fluido y la de salida del fluido, se determina partir de la ecuación (1.5) [2], [3].

$$q_u = \dot{m} * C_p \cdot (t_{out} - t_{in})[W] \quad (1.5)$$

Donde:

$\dot{m}$  = Caudal másico del fluido térmico [ $\frac{kg}{h}$ ].

$C_p$  = Calor específico del fluido [ $\frac{Wh}{kg \text{ } ^\circ C}$ ].

$t_{in}$  = Temperatura de entrada del fluido [ $^\circ C$ ].

$t_{out}$  = Temperatura de salida del fluido [ $^\circ C$ ].

A partir del calor útil del panel es posible determinar el aprovechamiento energético calórico para cualquier requerimiento final, en la gran mayoría de casos son para consumos pequeños o a lo mucho moderado de agua caliente sanitaria (ACS), sin embargo, es necesario conocer a que temperatura ingresa el fluido a calentar y a que temperatura sale después del recorrido interno del PVT. La temperatura de entrada es fácil de estimar a partir de las condiciones ambientales, pero para facilitar el proceso se toma como temperatura de entrada a la temperatura del agua de la red pública, es decir la que recibe directo en el hogar. La temperatura de salida es un caso aparte, si no se dispone físicamente de un tipo de panel PVT para medir físicamente la temperatura de salida del agua se dificulta el conocer este parámetro.

#### 1.3.1.4. Temperatura de la red

Los proveedores de agua potable suelen publicar en sus páginas oficiales todos los aspectos técnicos, entre ellos la temperatura media mensual del agua de red, sin embargo, si no se proporciona es necesario obtener una estimación rápida mediante el método ESM2 (European Simplified Method-DGXII) [4].

$$T_{red} = \frac{T_{exterior} + T_{exterior\ media}}{2} \text{ [}^{\circ}\text{C]} \quad (1.6)$$

Donde:

$T_{red}$  = Temperatura promedio mensual del agua de la red [°C].

$T_{exterior}$  = Temperatura exterior promedio del mismo mes [°C].

$T_{exterior\ media}$  = Temperatura exterior promedio anual [°C].

Este método simplificado no siempre es el más acertado, pero se usa a fin de no encontrar disponible bajo ningún concepto la temperatura del agua de red en un determinado estudio.

#### 1.3.1.5. Temperatura interna

La temperatura interna del PVT se utiliza en los parámetros en donde intervenga el término  $T_m$ , es común encontrarla en la teoría como temperatura interna del panel o temperatura de salida del panel y generalmente se presenta como  $T_m$ . En muchas ocasiones por parte de los fabricantes no se proporciona directamente el valor de  $T_m$ , sin embargo, siempre se puede encontrar en las fichas técnicas de cualquier panel la curva característica de eficiencia en función del término  $\frac{T_m - T_a}{G}$ , es decir que se tendrá una ecuación de este término en función de la eficiencia del panel.

$$\frac{T_m - T_a}{G} \rightarrow f(\eta) \quad (1.7)$$

Donde:

$T_m$  = Temperatura del agua al interior del panel o de salida [°C].

$T_a$  = Temperatura del aire exterior [°C].

$G$  = Irradiancia incidente sobre el panel  $\left[\frac{W}{m^2}\right]$ .

$f(\eta)$  = Término indicativo de que la eficiencia del panel está en función del término  $\frac{T_m - T_a}{G}$ .

Los proveedores de paneles proporcionan dos puntos de partida que son clave para determinar  $T_m$  los cuales son el punto de mínima y máxima eficiencia en función del término ya descrito, si bien muchas veces no se encuentra numéricamente estos puntos, siempre son proporcionados o mencionados en las descripciones generales por lo cual se debe leer la ficha técnica del equipo detalladamente.

### 1.3.1.6. Microgeneración eléctrica

Existen dos maneras para determinar la producción eléctrica del PVT, una es conocer la irradiación incidente sobre el panel y la eficiencia eléctrica, y otra más acertada, es a partir de la ecuación (1.8), una vez conocidos los valores de potencia, irradiancia y temperatura en condiciones normales de prueba, que se encuentran en la ficha técnica del producto, de esta manera la potencia eléctrica será [2]:

$$P_m = \dot{P}_m * \frac{I}{\dot{I}} * [1 - \delta * (T_c - \dot{T}_c)] [W] \quad (1.8)$$

Donde:

$\dot{P}_m$  = Potencia nominal en condiciones estándar STC [W].

$I$  = Irradiancia incidente sobre la superficie del módulo  $\left[\frac{W}{m^2}\right]$ .

$\dot{I}$  = Irradiancia en condiciones estándar, STC 1000  $\left[\frac{W}{m^2}\right]$ .

$\delta$  = Coeficiente de variación de temperatura con la potencia  $P_{mpp}$   $\left[\frac{\%}{^\circ C}\right]$ .

$T_c$  = Temperatura de la célula [°C].

$\dot{T}_c$  = Temperatura en STC, 25 [°C].

Para determinar la potencia eléctrica a partir de la ecuación (1.8) es necesario conocer los parámetros en condiciones estándar de pruebas y adicionalmente el coeficiente delta  $\delta$  que es proporcionado por el fabricante en la ficha técnica del panel y adicionalmente se debe conocer la temperatura de la célula, es necesario recalcar que la temperatura de la célula no es la misma que la temperatura de salida, la temperatura  $T_m$  interna o de salida es la que se refiere a la que alcanza el fluido refrigerante que suele ser agua después de recorrer el panel internamente, mientras que la temperatura de la célula  $T_c$  es la que se presenta como su nombre lo indica en la célula, cubierta o en la superficie del módulo.

### 1.3.1.7. Temperatura de la célula

La temperatura de la celda no es uniforme a lo largo del módulo y tiene un valor muy elevado en comparación con la temperatura ambiente, generalmente entre 25 y 35 grados superior a ésta, pero puede cambiar de acuerdo con la región y factores ambientales. Para determinar la  $T_c$  seguimos la ecuación (1.9) [2], [5].

$$T_c = \frac{G}{\dot{G}} * (T_1 * e^{b*v_v} + T_2) + T_a + \frac{G}{\dot{G}} * \Delta T \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (1.9)$$

Donde:

$T_c$  = Temperatura de la célula [ $^\circ\text{C}$ ].

$G$  = Irradiancia incidente sobre la superficie del módulo [ $\frac{W}{m^2}$ ].

$\dot{G}$  = Irradiancia incidente sobre la superficie del módulo, STC 1000 [ $\frac{W}{m^2}$ ].

$v_v$  = Velocidad del viento [ $\frac{m}{s}$ ].

$T_a$  = Temperatura ambiente [ $^\circ\text{C}$ ].

Los parámetros " $\Delta T$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $b$ " se encuentran en función del tipo de módulo y el tipo de instalación, se distinguen dos tipos que son vidrio/vidrio y vidrio/tecllar y los valores típicos cuando se refiere una instalación con conexión a la red se muestran la Tabla 1.1. *Parámetros de cálculo de la temperatura de la célula*,

**Tabla 1.1.** Parámetros de cálculo de la temperatura de la célula [2], [5]

Tipo de módulo	T1	T2	b	$\Delta T$
Vidrio/vidrio	25.0	8.2	-0.112	2.0
Vidrio/tecllar	19.6	11.6	-0.223	3.0

Este método de cálculo para  $T_c$  es utilizado por muchos fabricantes, es uno de los muchos que se encuentran en la literatura y queda a discreción del usuario el uso del método que mejor se ajuste a sus requerimientos, entre los más usuales se encuentran la ya presentada como aproximación estándar, el modelo de Skoplaki, modelo de Koehl, modelo de Mattei y el modelo de Kurtz. Cabe destacar que el que mejor se aproxima es el modelo de Mattei ya que considera aspectos ambientales y la tecnología del panel, mientras que el modelo de Kurtz es el más sencillo y no se contempla la tecnología del panel [6].

### 1.3.1.8. Pérdidas del PVT

#### 1.3.1.8.1. Pérdidas en encapsulado

Las pérdidas en un PVT son en su mayoría por transferencia de calor con el medio circundante, los paneles híbridos constructivamente constan de un encapsulado de dos placas unidas por un adhesivo, las placas suelen ser de EVA (etileno, vinilo, acetato) y Tedlar (polifluoruro de vinilo). La pérdida calórica entre la lámina fotovoltaica y el absorbedor se muestra en la ecuación (1.10) [2], [1], [5].

$$q_{ca} = A_{pv} * \frac{(T_{lam} - T_{abs})}{R_{ca}} [W] \quad (1.10)$$

Donde:

$A_{pv}$  = Área de la lámina fotovoltaica [m<sup>2</sup>].

$T_{lam}$  = Temperatura de la lámina fotovoltaica [°C].

$T_{abs}$  = Temperatura del absorbedor [°C].

$R_{ca}$  = Resistencia térmica existente entre placas  $\left[ \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right]$ .

Para el cálculo de la resistencia térmica entre placas se sigue la ecuación (1.11), se debe tomar en cuenta el tipo de material de cada elemento, en el caso de contar con un material uniforme, es decir que no este compuesto por una aleación resultante de la mezcla de distintos componentes la conductividad térmica será única, en caso de un material formado por aleaciones se debe promediar la conductividad térmica de cada material que conforme el elemento [2].

$$R_{ca} = R_{EVA} + R_{Tedlar} + R_{adhesivo} \quad (1.11)$$

$$R_{ca} = \frac{e_{EVA}}{K_{EVA}} + \frac{e_{Tedlar}}{K_{Tedlar}} + \frac{e_{adhesivo}}{K_{adhesivo}} \left[ \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W} \right] \quad (1.12)$$

Donde:

$e$  = Espesor de cada componente [m].

$K$  = Conductividad térmica de cada componente  $\left[\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right]$ .

Se puede extrapolar este método de cálculo para determinar la resistencia térmica para cualquier material empleado en los paneles, ya que muchas veces en condiciones de prueba se emplea distintos materiales o aleaciones.

Si se considera la forma de trabajo de un panel lo podemos expresar como un intercambiador de calor con la atmósfera, de esta manera las pérdidas se pueden expresar como el área multiplicada por un coeficiente global de transferencia de calor y por la diferencia de temperatura, para ello es necesario conocer el comportamiento energético del panel, la ecuación (1.13) muestra el balance energético de un PVT en condiciones estándar de funcionamiento, es decir despreciando las pérdidas en los componentes y a causa del viento, se tiene que el balance energético del panel es [2]:

$$A \cdot I_{gl} \cdot \tau \cdot \alpha = P_m + q_u + q_p \quad (1.13)$$

#### 1.3.1.8.2. Pérdidas con el ambiente

El término  $q_p$  del balance de energía del panel representa las pérdidas de calor al ambiente y se determina a partir de la ecuación (1.14) [2].

$$q_p = \frac{A \cdot U_{pvt}}{(\tau \alpha)_m} \cdot (t_{epvt} - t_a) [W] \quad (1.14)$$

Donde:

$U_{pvt}$  = Coeficiente global de transferencia de calor del panel  $\left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right]$ .

$(\tau \alpha)_m$  = Valor del factor de transmisión-absorción al medio día.

$t_{epvt}$  = Temperatura de entrada del panel [ $^\circ C$ ].

$t_a$  = Temperatura del aire exterior [ $^\circ C$ ].

Es necesario volver a mencionar que las pérdidas de la placa con el ambiente son importantes, sin embargo, no son las únicas que se deben tomar en cuenta para representar de forma correcta un PVT también es necesario considerar las pérdidas de calor por efecto del viento y la almacenada en los elementos.



#### 1.3.1.8.3. Pérdidas por efecto del viento

En su forma más básica de representación el panel se compone de cubierta y carcasa aislante las cuales debido a sus propiedades únicas se encuentran a diferentes temperaturas por lo cual es necesario determinar las pérdidas de calor de ambos en función de la temperatura del aire exterior y por efecto del viento. La pérdida  $q_p$  se produce en condiciones estándar de forma natural, es decir, que solo se toma en cuenta las pérdidas con el ambiente por convección natural. Cuando el panel se expone al viento se produce una transferencia de calor adicional a  $q_p$  que se determina mediante la ecuación (1.15) [2].

$$p_v = A_e \cdot h_v \cdot (T_c - T_a) [W] \quad (1.15)$$

Donde:

$A_e$  = Área de la envolvente, cubierta o ambos.

$h_v$  = Coeficiente de transferencia de calor por convección forzada.

$T_c$  = Temperatura de cada componente en contacto con el ambiente (componentes, cubierta, carcasa).

$T_a$  = Temperatura ambiente.

#### 1.3.1.8.4. Pérdidas por calor almacenado en los elementos del panel

El funcionamiento continuo del panel provoca que los componentes individuales se calienten, al llegar a su temperatura de trabajo el calor almacenado por los elementos se determina mediante la ecuación (1.16) [2].

$$q_a = m \cdot C_p \cdot \Delta T [W] \quad (1.16)$$

Donde:

$m$  = Masa del componente por metro cuadrado del panel.

$C_p$  = Calor específico del material del componente.

$\Delta T$  = Incremento de temperatura que el componente experimenta.

Este calor se calcula para cada componente del panel y la suma total de cada uno de ellos representa las pérdidas por calor almacenado.

#### 1.3.1.8.5. Pérdidas por agentes externos

Dentro de estas pérdidas se encuentran aquellas ocasionadas de forma aleatoria o por estacionalidad, se distinguen las pérdidas por formación de escarcha cuando la

temperatura ambiente es igual o inferior a cero grados centígrados en donde se forma una fina capa de hielo llamada escarcha que produce pérdidas, otra pérdida por agente externo es la acumulación de polvo disminuyendo o evitando que el panel aproveche correctamente la irradiancia, finalmente se encuentran las pérdidas por sombreado, sea total o parcial, ocasionado por árboles, edificios, nubes, etc.

El fabricante establece un porcentaje de pérdidas por agentes externos que generalmente es muy bajo en comparación con el periodo de funcionamiento del panel.

### **1.3.2. BOMBAS DE CALOR**

Las bombas de calor son dispositivos que permiten transmitir energía en forma de calor de un ambiente a otro cuyo funcionamiento se basa en principios termodinámicos, el traspaso energético consiste en el cambio de estado de un elemento refrigerante al pasar de estado líquido a gas por medio de la absorción de calor enfriando el ambiente del que se toma calor, del mismo modo la transformación de gas a líquido se realiza por medio de ceder calor al medio externo permitiendo climatizar una determinada área que dependerá del sistema instalado para su funcionamiento. El proceso de enfriar y calentar se realiza por medio del cambio de presiones relacionados al condensador y evaporador que en la práctica se suelen denominar como unidad exterior y unidad interior, la bomba de calor al ser capaz de extraer y capturar energía de fuentes externas permite sumar la potencia eléctrica de accionamiento del compresor a la energía captada externamente generando calor absorbido por el evaporador y trasladando ese calor útil al condensador y del condensador al medio que se desea calentar, relacionando la energía necesaria consumida en el funcionamiento del compresor con la cantidad de energía desprendida por el condensador, se aproxima entre 4 a 5 veces más calor útil que puede aprovecharse [6], [7].

#### **1.3.2.1. Tipos de bombas de calor**

Los tipos de bombas de calor dependiendo del tipo de fluido que se considere como foco frío o caliente se pueden presentar como:

**Aire-Aire:** Constan de una unidad interior y una unidad exterior por lo que se toma el aire del exterior y del interior como focos, en verano el aire interior lo transfiere al exterior y en invierno lo contrario [6].

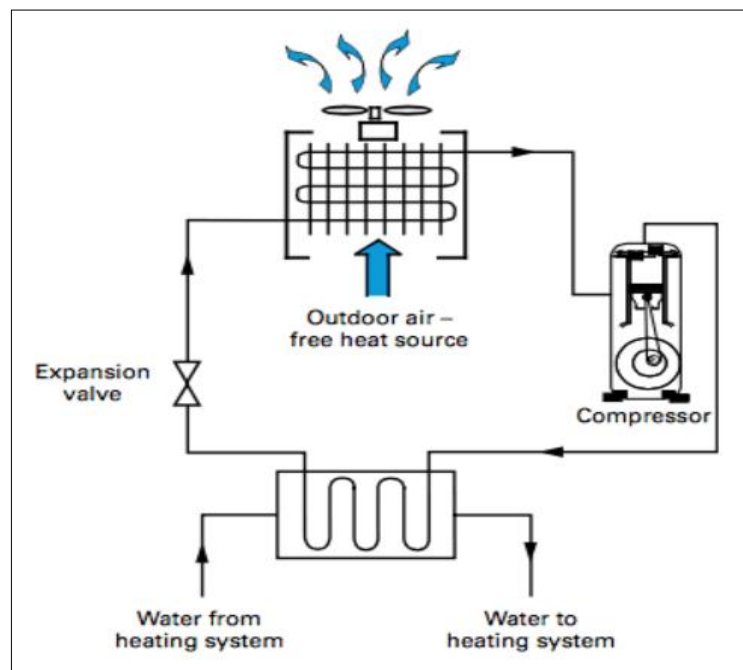
**Aire-Agua:** De igual manera usa el aire exterior como foco y transfiere el calor hasta evaporar el líquido (unidad interior) cuyo calor aumenta al pasar por el compresor y variar

su presión para finalmente calentar el interior del medio que se desea para posteriormente volver por la válvula de presión y repetir el proceso [6].

**Agua-Aire:** El calor se extrae de una fuente de líquido la cual posee una temperatura constante debido a su gran volumen como pueden ser pozos, ríos, lagos, embalses, etc. Y se transfiere al circuito de aire con un funcionamiento inverso de la bomba aire-agua [6].

**Agua-Agua:** El calor se toma de una fuente de agua en contacto con un elemento proporcionando calor (capa freática, tierra) y se transfiere al circuito de agua [6].

**Tierra-Agua:** El calor y el frío se lo obtiene a partir de transferencia de calor desde y hacia el suelo.



**Figura 1.4.** Esquema general de funcionamiento de una bomba aire-agua [7]

### 1.3.2.2. Factores de importancia

#### 1.3.2.2.1. Coeficiente de performance (COP)

Para medir la eficiencia de una bomba de calor es necesario relacionar el calor cedido y la energía eléctrica que se consume, para ello se emplea el coeficiente de performance COP por sus siglas en inglés, el valor del COP se establece entre 2 y 6 para un correcto funcionamiento y eficiencia de la bomba de calor, el valor esperado varía en función de la temperatura de los focos interior y exterior, por ejemplo, un COP de 3 implicaría un rendimiento del 300% que en teoría es imposible, a lo que se refiere es que por cada

1kWh consumido de energía eléctrica se aportan 3kWh de energía en forma de calor al acumulador [7], [9].

#### **1.3.2.2.2. Factor de eficiencia energética (EER)**

Es similar al COP con la diferencia que el EER cuantifica la relación de proporción entre el valor esperado de la potencia frigorífica total y la potencia absorbida por el equipo [9], [10].

Este factor es muy empleado cuando se trata de dimensionar calefacción en lugares de temperatura media tórrida donde el requerimiento de calefacción frigorífica predomina por sobre el requerimiento calórico.

#### **1.3.2.2.3. Coeficiente de rendimiento estacional (SCOP)**

El SCOP calcula la eficiencia de la bomba de calor para una designada calefacción durante la totalidad de la estación y se calcula a partir de la demanda calórica anual de referencia dividido por el consumo energético anual para calefacción [9], [10].

Este factor es muy empleado cuando se trata de dimensionar calefacción por temporadas, la estacionalidad es importante desde el punto de vista de la eficiencia de una bomba de calor cuando se requiere el uso para la temporada específica de funcionamiento.

#### **1.3.2.2.4. Factor de eficiencia estacional (SEER)**

Es la medida de la cantidad de frío que una bomba de calor puede aportar en relación con cada vatio de electricidad consumido durante el total de la estación de refrigeración y se calcula como la demanda anual de refrigeración dividida por el consumo energético anual de refrigeración [9], [10].

### **1.3.3. CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA**

La climatización de una piscina es dependiente de varios factores como pueden ser aspectos geográficos, climatológicos, disponibilidad energética y aspectos técnicos en general. Con el pasar de los años se han destacado varios aspectos que permiten dar una idea general de confort para el uso de piscinas, teniendo en cuenta que no son estándares ya que cada piscina requiere de estudios individuales que dependen de las características que se espera lograr, por ejemplo, no es lo mismo considerar una piscina exterior que una cubierta y del mismo modo dependerá de muchos otros aspectos relevantes para lograr una climatización adecuada principalmente basándose de la disponibilidad de recursos.

Si bien existen varias formas de climatizar una piscina, se hace énfasis en el método de energías limpias, utilizando principalmente el recurso solar o geotérmico. Se toma el recurso solar como primordial pues permanece constante mientras el geotérmico solo se puede extraer en limitadas zonas. De esta manera al tomar el recurso solar es necesario conocer la disponibilidad de este durante la temporada en la que se requiere un uso progresivo de la piscina.

### **Aspectos para tomar en cuenta**

Es necesario conocer la ubicación geográfica de la piscina, accesibilidad, disposición y características del terreno, de igual manera dimensiones de la piscina y temperatura ambiente estacionaria en el caso de regiones no ecuatoriales ya que fuera de la zona ecuatorial la climatología varía fuertemente respecto a la estacionalidad con inviernos congelantes o veranos sofocantes.

#### **1.3.3.1. Características de confort**

Las condiciones de confort que se esperan son la ubicación del sistema de climatización al menos entre 5 y 8 metros de distancia para evitar la contaminación acústica causada por bombas y demás dispositivos.

Para la temperatura del agua se espera una sensación térmica agradable para los usuarios de la piscina acogiéndose a las siguientes características para uso público [10]:

- Recreo: 23°C
- Chapoteo: 24°C
- Enseñanza: 25°C
- Entrenamiento: 26°C
- Competición: 24°C
- Uso privado: Entre 25°C – 26°C

Para lograr una sensación térmica y confort aceptables para los usuarios se debe tomar la temperatura de confort entre 25 y 26 grados centígrados, esta temperatura también tiene relación con la temperatura y sensación térmica del ambiente.

### **Pérdidas calóricas**

Conocer la compensación calórica de una piscina es indispensable para mantener un ambiente de confort aceptable dentro del periodo de uso, aunque se considera los mismos tipos de pérdidas para piscinas interiores y exteriores la manera de determinar estas pérdidas calóricas varía, en una piscina se considera cinco tipos de pérdidas

importantes como son evaporación, radiación, convección, renovación y transmisión [12], [13].

### 1.3.3.2. Pérdidas por evaporación

Al mantener una piscina a cierta temperatura mayor a la del entorno es evidente que cierta cantidad de agua se evapora llevándose consigo cierta cantidad de calor y por consiguiente enfriando el resto de la piscina, de esta manera en cuanto más grande sea la cantidad evaporada se tiene una mayor pérdida de temperatura de la piscina, las pérdidas por evaporación se determinan mediante la ecuación (1.17) [14], [15].

$$Q_e = M_e \cdot C_v [W] \quad (1.17)$$

Donde:

$M_e$  = Masa de agua evaporada  $\left[\frac{kg}{h}\right]$ .

$C_v$  = Calor de vaporización del agua  $\left[\frac{Wh}{kg}\right]$ .

Ahora bien, el determinar la cantidad de masa de agua evaporada requiere de parámetros propios para lograr estimarla, la gran mayoría usa la fórmula de Bernier representada en la ecuación (1.18).

$$M_e = S \cdot [(16 + 133 \cdot n_b) \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as})] + 0.1 \cdot N_e \quad (1.18)$$

Esta ecuación se encuentra en función del número de bañistas ( $n_b$ ), espectadores ( $N_e$ ), humedades absolutas de aire saturado a temperaturas del agua y del entorno ( $W_e, W_{as}$ ) y de la humedad relativa ( $G_a$ ), sin embargo, no describe en su totalidad la masa de agua vaporada incluyendo factores externos, por ello se debe profundizar en tres importantes fenómenos que son advección, difusión y agitación que se refieren respectivamente al movimiento de agentes externos en el agua (comúnmente polvo, polen y pequeñas partículas) por causa del viento, la disolución de partículas en el agua y su posterior difuminación por causa del propio movimiento del agua a nivel molecular imperceptible al ojo humano y la agitación debido al propio uso de los bañistas dando lugar a ondas y salpicaduras produciendo todas ellas evaporación, por estas razón es necesario profundizar estos aspectos [16], [17], [18].

La velocidad del viento interviene como medio de transporte del polvo, polen, etc., debido a su acumulación por efecto del viento puede ser leve o de consideración en relación con la cantidad de viento presente, razón por la que es importante tomar en cuenta la velocidad del viento. Según el método de Smith es importante su consideración en

piscinas exteriores, al incluir los aspectos ya descritos y después de profundizar se llega a la ecuación (1.19) que describe de manera más acertada el cálculo de la masa de agua evaporada [15].

$$m_e = A \cdot \left(1,04 + 4,2735 \cdot \frac{N}{A}\right) \cdot \left(\frac{(0,2314 + 0,231056 \cdot v^{0,5}) \cdot [P_{sat(T_{ag})} - HR_{ai} \cdot P_{sat(T_{ai})}]^{0,6}}{h_{fg}}\right) \quad (1.19)$$

Donde:

$m_e$  = Masa de agua evaporada  $\left[\frac{kg}{h}\right]$ .

$A$  = Área de la superficie del agua en contacto con el viento  $[m^2]$ .

$N$  = Número de bañistas.

$v$  = Velocidad del viento por encima de la superficie del agua  $\left[\frac{m}{s}\right]$ .

$P_{sat(T_{ag})}$  = Presión parcial de vapor en saturación a la temperatura del agua  $[Pa]$ .

$HR_{ai}$  = Humedad relativa del aire.

$P_{sat(T_{ai})}$  = Presión parcial de vapor en saturación a la temperatura del aire  $[Pa]$ .

$h_{fg}$  = Calor latente de cambio de fase del agua  $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$ .

La velocidad del viento por encima de la superficie “ $v$ ” no es la misma que la corriente de aire medida a campo abierto que es la que otorgan datos meteorológicos de distintas bases de datos, se calcula a partir del uso de un coeficiente de resguardo  $\xi$  que considera la presencia de obstáculos en las cercanías y se determina mediante la ecuación (1.20) [15].

$$v = \xi \cdot V_{campo\ abierto} \left[\frac{m}{s}\right] \quad (1.20)$$

Los valores típicos del coeficiente de resguardo  $\xi$  para distintos escenarios son:

**Tabla 1.2.** Coeficiente de resguardo CIMNE [15]

$\xi$	Lugar no resguardado	0,3
	Moderadamente resguardado	0,2
	Bien resguardado	0,1
	Para realizar estimaciones	0,15

El término  $\left(1,04 + 4,2735 \cdot \frac{N}{A}\right)$  en la ecuación (1.19) también se debe mencionar por separado, ya que representa un factor de corrección por ocupación ER cuyos valores típicos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.3.** Factor de corrección por ocupación [15]

ER	Piscinas desocupadas	1,0
	Piscinas privadas con actividad moderada	1,5
	Piscinas públicas y actividad normal	2,0
	Piscinas de recreo (muchoa agitación)	2,8
	Piscinas con olas artificiales	3,5

En la teoría generalmente se usa el valor factor por ocupación ER a partir de la Tabla 1.3. Factor de corrección por ocupación, sin embargo usar la fórmula permite una mayor confiabilidad, por ejemplo, si el diseñador emplea cierto número de ocupantes N en un determinado día, esto no implica que los días posteriores exista el mismo número de ocupantes si se toma de referencia un día, de la misma forma se puede tomar de referencia una hora pico, el número de ocupantes en la hora pico no necesariamente es el mismo en la hora siguiente o posteriores, por esta razón el uso de la ecuación (1.19) completa es indispensable.

### 1.3.3.3. Pérdidas por radiación

En una piscina las pérdidas por radiación se producen por la diferencia de temperaturas del agua de la piscina (que no es uniforme) y el entorno, estas pérdidas se determinan a partir de la ecuación (1.21) que representa la fórmula de Stefan Boltzmann [14], [15].

$$Q_r = S_{pis} \cdot D \cdot E \cdot (T_{ag}^4 - T_c^4) [W] \quad (1.21)$$

Donde:

$S_{pis}$  = Superficie del vaso de la piscina [ $m^2$ ].

$D$  = Constante de Stefan Boltzmann  $\left[\frac{W}{m^2K^4}\right]$ .

$E$  = Emisividad de la superficie del agua (0,95).

$T_{ag}$  = Temperatura del agua [ $K$ ].

$T_c$  = Temperatura superficial de los cerramientos [ $K$ ].



En el caso de piscinas exteriores la temperatura del agua tiene varios grados de diferencia con los cerramientos por lo que la determinación de estas pérdidas se debe tomar en consideración, en el caso de piscinas cubiertas o interiores la temperatura del agua generalmente tiene pocos grados de diferencia con los cerramientos y las pérdidas por radiación suelen ser muy pequeñas por lo que en muchos casos no se toman en cuenta.

#### 1.3.3.4. Pérdidas por convección

Las pérdidas por convección se originan debido a la transferencia de calor que se produce por la diferencia de temperatura entre el agua y el ambiente, la ecuación (1.22) permite determinar las pérdidas por convección [14], [15].

$$Q_c = S_{pis} \cdot 0,6246 \cdot (T_{ag} - T_a)^{\frac{4}{3}} [W] \quad (1.22)$$

Donde:

$S_{pis}$  = Superficie del vaso de la piscina [ $m^2$ ].

$T_{ag}$  = Temperatura del agua [ $^{\circ}C$ ].

$T_a$  = Temperatura del aire [ $^{\circ}C$ ].

En la determinación de las pérdidas por convección es común encontrar un valor muy pequeño o un valor negativo en algunos casos en piscinas internas, esto se debe al hecho de que las piscinas internas muchas veces la temperatura del agua es muy cercana a la temperatura del recinto lo que produce pérdidas convectivas muy pequeñas que se pueden despreciar o bien el recinto se encuentra a mayor temperatura que el agua siendo el valor de pérdidas convectivas negativo ocasionando un aporte calórico del recinto al agua. En el caso de piscinas exteriores esto no ocurre y se debe considerar el cálculo de las pérdidas convectivas en todo momento.

#### 1.3.3.5. Pérdidas por renovación

Durante el periodo de uso en una piscina el agua que se evapora y reduce su cantidad a causa de la agitación producida por los bañistas, limpieza, recirculación y filtros de la piscina etc. Es necesario compensar esa pérdida de agua y por consiguiente de calor, aunque estas pérdidas no superan el 5% del volumen total del vaso se debe compensar la cantidad pérdida para mantener el confort, la ecuación (1.23) permite calcular dichas pérdidas [14], [15].

$$Q_{re} = V_r \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_x) [W] \quad (1.23)$$

Donde:

$V_r$  = Volumen del agua de renovaciones [ $m^3$ ].

$D$  = Densidad del agua [ $\frac{kg}{m^3}$ ].

$C_e$  = Calor específico del agua [ $\frac{Wh}{kg \cdot ^\circ C}$ ].

$T_{ag}$  = Temperatura del agua [ $^\circ C$ ].

$T_x$  = Temperatura del agua de la red [ $^\circ C$ ].

El término  $V_r$  representa el volumen del agua que se ha perdido y se determina su valor como el 5% del volumen total del agua contenida en el vaso de la piscina, adicionalmente el valor de  $Q_{re}$  debe quedar expresado en vatios (W) y no en vatios por hora (Wh) para lo cual es necesario dividir el valor obtenido de la ecuación (1.23) por el periodo de renovación del agua, es decir el número de horas al día en que el agua de la piscina se renueva.

#### 1.3.3.6. Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión dependen de la estructura de la piscina, es decir de las paredes de la piscina y sus características constructivas, es habitual el uso de hormigón en las paredes, la ecuación (1.24) posibilita el cálculo de las pérdidas por transmisión [14], [15].

$$Q_t = C_T \cdot S_p \cdot (T_{ag} - T_{ex}) [W] \quad (1.24)$$

Donde:

$C_T$  = Coeficiente de transmisión de las paredes [ $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ ].

$S_p$  = Superficie de las paredes de la piscina incluido la base [ $m^2$ ].

$T_{ag}$  = Temperatura del agua [ $^\circ C$ ].

$T_{ex}$  = Temperatura exterior al cerramiento [ $^\circ C$ ].

La temperatura exterior al cerramiento es un parámetro que se debe enfatizar, es notable que existen dos tipos básicos de suelo, suelo con vegetación y suelo desnudo, a las mismas condiciones ambientales el suelo con vegetación tiene menor temperatura que el suelo desnudo, de la misma manera la profundidad del suelo a la cual se realice una

medición también afecta y se debe mencionar que a mayor profundidad la temperatura del suelo es más uniforme [19], [20].

### 1.3.3.7. Potencia calórica inicial

Las pérdidas presentadas representan la cantidad de calor necesario para mantener la piscina a cierta temperatura, sin embargo, eso implica que la piscina previamente debió calentarse por primera vez. El establecer la cantidad de calor necesaria para calentar la piscina por primera vez se lo realiza de forma muy sencilla a partir de la ecuación (1.25) cuyos tiempos de puesta en marcha típicos son de 48 horas o 72 horas [14], [15].

$$Q_o = \frac{V \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_x)}{t} [W] \quad (1.25)$$

Donde:

$V$  = Volumen del agua de la piscina [ $m^3$ ].

$D$  = Densidad del agua [ $\frac{kg}{m^3}$ ],

$C_e$  = Calor específico del agua [ $\frac{Wh}{kg \cdot ^\circ C}$ ].

$T_{ag}$  = Temperatura del agua [ $^\circ C$ ].

$T_x$  = Temperatura del agua de la red [ $^\circ C$ ].

$t$  = Tiempo de puesta en marcha [h].

El requerimiento calórico inicial es importante para la adquisición de equipos de climatización, debido a que refleja objetivamente la capacidad energética necesaria para los parámetros de confort establecidos por el usuario.

### 1.3.4. RECURSO SOLAR DISPONIBLE

Una de las necesidades más importantes en proyectos basados en el aprovechamiento del recurso solar es la radiación solar disponible. Las regiones ecuatoriales se consideran óptimas para la implementación de este tipo de proyectos ya que por lo general se tiene una mayor incidencia solar, el Ecuador no es la excepción ya que al encontrarse en la zona ecuatorial es una región con gran cantidad de recurso solar además de contar con incidencia casi perpendicular de los rayos del sol.

En Ecuador se tiene una buena radiación solar, con un promedio de 4.5 kWh/m<sup>2</sup> al día, además de un clima favorable a lo largo de todo el año, siendo adecuado para la

instalación de proyectos energéticos solares con potencial aprovechable aproximado de 660 MWp para grandes proyectos considerando áreas con alto nivel de irradiación, factibilidad de conexión, limitaciones ambientales y sociales [21], [22].

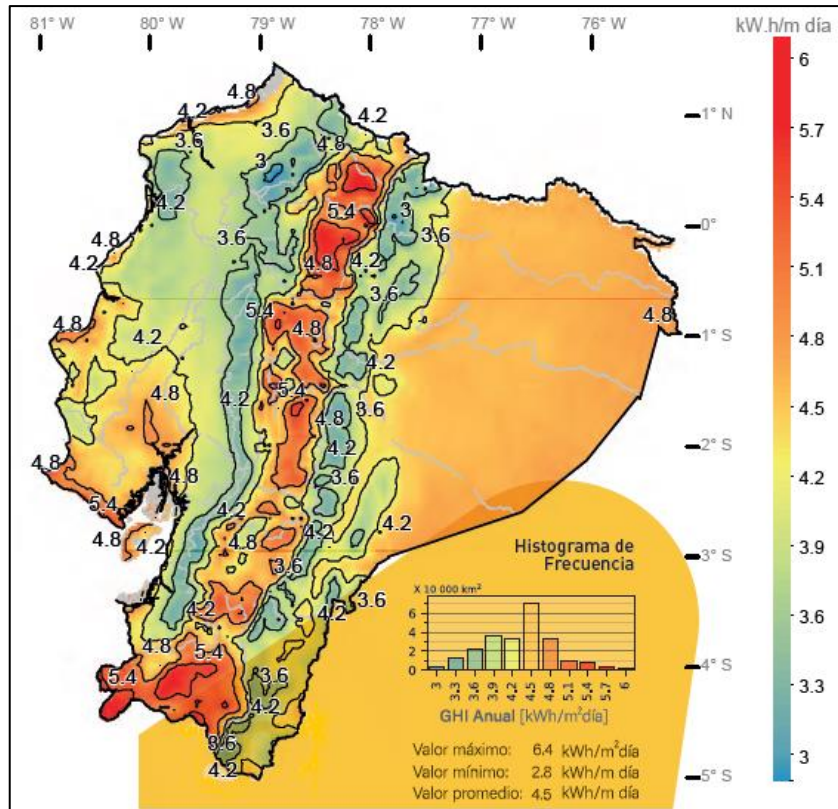


Figura 1.5. Mapa solar de irradiación anual del Ecuador [22]

### 1.3.5. REGULACIONES Y TARIFAS

En Ecuador en los últimos años se busca dar prioridad a las energías renovables no convencionales otorgando ciertas ventajas tributarias al sector, con ello ha dispuesto para la realización de este tipo de proyectos la exoneración del impuesto a la renta hasta por 12 años si el proyecto se realiza en Quito o Guayaquil, 8 años si se invierte en proyectos relacionados si es en Quito o Guayaquil, 15 años si se pretende realizar el proyecto en provincias como Manabí, adicionalmente estos serán contados desde el primer año en que se logren generar ingresos atribuibles. La tarifa de 0% de IVA a importaciones de cualquier tipo de paneles solares es otro incentivo que resaltar [9].

Particularmente también se establece beneficios como incentivos económicos en actividades de micro generación cuyo excedente energético se aporte a la red eléctrica del sistema ecuatoriano. En la regulación ARCERNR-001/2021 “Marco normativo de la generación distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía

eléctrica” se establece el proceso para habilitación, conexión, instalación y operación de sistemas de generación basados en fuentes de energía renovable.

Los sistemas de generación distribuida para el autoabastecimiento (SGDA) se clasifican en dos categorías de acuerdo con su potencia nominal, la Tabla 1.4. Potencias nominales de las SGDA muestra estas categorías para bajo voltaje [24].

**Tabla 1.4.** Potencias nominales de las SGDA [24]

<b>Categoría</b>	<b>Voltaje de conexión</b>	<b>Potencia nominal</b>
1	Bajo voltaje	≤ a 10 kW monofásica
		≤ a 20 kW bifásica
		≤ a 30 kW trifásica
2	Bajo voltaje	Mayor a 30 kW

Los costes que conlleven realizar adecuaciones y/o modificaciones en la red de distribución para la conexión estrictamente de la SGDA deben ser asumidas por la persona o entidad que proponga el proyecto [24].

#### **1.3.5.1. Puesta en marcha de SGDA**

El usuario interesado debe tramitar ante la distribuidora la obtención de un certificado de calificación para poder conectarse a la red eléctrica, la empresa distribuidora en el lapso de 30 días contables desde la entrega de toda la documentación requerida deberá informar al solicitante sobre cualquier irregularidad. En caso de suscitarse inconvenientes con la documentación la distribuidora notificará al solicitante el cual dispone de 15 días adicionales para realizar las aclaraciones o ajustes necesarios. Una vez que se cuente con todos los requerimientos de la distribuidora en regla se dispone de un plazo adicional de 15 días en que se elaborará el informe de aprobación y se emitirá el certificado de calificación respectivo [24].

#### **1.3.5.2. Vida útil operativa del proyecto**

La vida útil de un proyecto de SGDA según la resolución Nro. ARCERNNR-013/2021 no debe superar los 25 años, una vez se cumpla el periodo se procede a la desconexión de los sistemas de monitoreo por parte de la distribuidora y el usuario debe desconectar la instalación fotovoltaica de la red. En caso de que el usuario requiera mantener su funcionamiento seis meses previos al término del plazo de operación puede solicitar actualizar la documentación necesaria y renovar el certificado de calificación [24].

### **1.3.5.3. Incremento de capacidad del SGDA**

Cualquier incremento en la capacidad nominal instalada del sistema de autoconsumo debe ser tramitado ante la empresa distribuidora, para solicitar la autorización de incremento de potencia nominal, siempre que se cumpla los requerimientos necesarios para el sistema, es necesario notificar a la distribuidora, describir como un nuevo sistema con los cambios e incrementos de capacidad y actualizar el certificado de calificación siguiendo los lineamientos como si de primera vez se tratara [24].

### **1.3.5.4. Causales para la desconexión del SGDA**

La empresa distribuidora puede desconectar al sistema de autoconsumo conectado a la red previo a su operación por los siguientes motivos [24]:

- Decisión propia del consumidor.
- Incumplimiento injustificado de fecha de pruebas y entrada en operación, establecido en el cronograma del contrato.
- Incumplimiento de las recomendaciones y requerimientos técnicos efectuados por la empresa de distribución previo a la entrada en operación.
- No permitir efectuar la inspección del sistema de medición al personal de la empresa de distribución, previo a la entrada en operación.

En caso de que el sistema de autoconsumo conectado a la red ya se encuentre en operación la distribuidora puede desconectar el sistema por los siguientes motivos [24]:

- Decisión propia del consumidor.
- Terminación del plazo de operación establecido.
- Incumplimiento de las recomendaciones y requerimientos técnicos efectuados por la empresa de distribución.
- No permitir efectuar la inspección del sistema de medición al personal de la empresa de distribución.
- Realizar cambios significativos al sistema fotovoltaico, como la ampliación de la capacidad nominal instalada inicial del proyecto sin previa autorización de la empresa distribuidora.
- Manipulación e intervención del sistema de medición, previa comprobación.
- Cuando el consumidor cambie su condición a usuario no regulado.
- Comercializar energía a terceros.

### 1.3.5.5. Balance de energía e incentivos

La regulación ARCERNNR-001/2021 establece el cálculo del balance de energía neto mensual en la ecuación (1.26) conforme energía consumida y entregada para las tarifas generales de consumo [24].

#### 1.3.5.5.1. Balance de energía para tarifa residencial y general sin demanda

Determinar la energía neta que consume un usuario es de gran importancia, pues en base a ello permite establecer incentivos económicos según el tipo de cliente y conforme el pliego tarifario vigente [24].

$$E_{NET_i} = E_{RED_i} - E_{INY_i} [kWh] \quad (1.26)$$

Donde:

$E_{NET_i}$  = Energía neta en el periodo mensual de consumo  $i$  [kWh].

$E_{RED_i}$  = Energía consumida desde la red en el periodo mensual de consumo  $i$  [kWh].

$E_{INY_i}$  = Energía inyectada a la red en el periodo mensual de consumo  $i$  [kWh].

**Tabla 1.5.** Definiciones básicas para el cálculo de energía facturable [24]

$CEM_i$	Crédito de energía a favor del consumidor obtenido en el mes $i$ [kWh].
$SEA_{i-1}$	Saldo total acumulado de energía disponible del consumidor en el mes anterior $(i - 1)$ [kWh],
$EF_i$	Energía facturable correspondiente al mes $i$ .
$SPEE$	Servicio público de energía eléctrica.

A partir del valor de la energía neta mensual de consumo se presentan dos casos que se muestran a continuación [24]:

- Si  $E_{NET_i} \leq 0$ , la distribuidora por concepto de energía consumida factura al consumidor  $EF_i = 0$ , es decir la energía facturable es de cero y el crédito de energía a favor del consumidor se determina como  $CEM_i = |E_{NET_i}|$ .
- Si  $E_{NET_i} > 0$ , la distribuidora por concepto de energía consumida factura al consumidor  $EF_i \neq 0$ , es decir que no existe un saldo a favor del consumidor en el mes  $i$  y el crédito a favor del consumidor se establece como  $CEM_i = 0$ .

La distribuidora verifica si el consumidor dispone de un saldo total acumulado de energía a favor en el mes anterior  $SEA_{i-1}$ , si es así, se debitará parte o la totalidad del  $SEA_{i-1}$

para cubrir el  $|E_{NET_i}|$  del mes  $i$ . En caso de que el  $SEA_{i-1}$  disponible del mes anterior no cubra la totalidad del  $|E_{NET_i}|$  se factura el saldo de energía restante aplicando la tarifa correspondiente al pliego tarifario [24].

A partir del inicio de operación del sistema de autoconsumo conectado a la red cada 24 meses el  $SEA_{i-1}$  se reinicia a un valor de cero a pesar de existir remanentes de energía y la distribuidora tiene derecho a no compensar económicamente al consumidor por dicha energía [24].

### 1.3.5.5.2. Balance de energía para tarifa general con demanda

El cálculo de energía facturable mensual se realiza al igual que el punto anterior 1.3.5.5.1. Adicionalmente, independiente del valor mensual por energía que se le factura al consumidor la distribuidora factura mensualmente un cargo por concepto de demanda y un cargo por comercialización en base a los lineamientos establecidos en el pliego tarifario vigente [24].

Una vez establecido el inicio de operación del sistema de autoconsumo conectado a la red la demanda facturable mensual corresponderá a la demanda máxima registrada en el mes de consumo por el medidor de demanda [24].

### 1.3.5.5.3. Balance de energía para tarifa general con demanda horaria

La distribuidora determina el balance neto de energía mensual consumida desde la red de distribución y la energía inyectada en cada uno de los periodos de demanda horaria aplicables al consumidor según el pliego tarifario vigente [24].

$$EE_{INY_i} = \sum_{K=1}^n \frac{E_{INY_k} * T_k}{T_{m_i}} [kWh] \quad (1.27)$$

$$EE_{RED_i} = \sum_{K=1}^n \frac{E_{RED_k} * T_k}{T_{m_i}} [kWh] \quad (1.28)$$

$$E_{NETE_i} = EE_{RED_i} - EE_{INY_i} [kWh] \quad (1.29)$$

Donde:

$EE_{INY_i}$  = Energía equivalente inyectada por el SGDA en el mes  $i$ .

$EE_{RED_i}$  = Energía equivalente consumida de la red en el mes  $i$ .



$T_{m_i}$  = Mayor de los cargos tarifarios horarios de los periodos de demanda aplicables al consumidor en el mes  $i$  [ $USD/kWh$ ].

$T_k$  = Cargo tarifario por energía del periodo de demanda  $k$  [ $USD/kWh$ ].

$E_{INY_k}$  = Energía inyectada por el SGDA en el mes de análisis, en los periodos de demanda en que aplica el cargo tarifario por energía  $T_k$  [ $kWh$ ].

$E_{RED_k}$  = Energía consumida de la red en el mes de análisis, en los periodos de demanda en que aplica el cargo tarifario por energía  $T_k$  [ $kWh$ ].

$n$  = Número de cargos tarifarios por energía aplicables a la tarifa a la que corresponde el consumidor.

$E_{NETE_i}$  = Energía neta equivalente en el periodo mensual de consumo  $i$  [ $USD/kWh$ ].

A continuación, se establecen definiciones para el cálculo de energía facturable para tarifa general con demanda horaria.

**Tabla 1.6.** Definiciones básicas para el cálculo de energía facturable para tarifa general con demanda horaria [24]

<b><math>CEEM_i</math></b>	Crédito de energía equivalente a favor del consumidor obtenido en el mes $i$ [ $kWh$ ].
<b><math>SEEA_{i-1}</math></b>	Saldo total acumulado de energía equivalente disponible del consumidor en el mes anterior ( $i - 1$ ) [ $kWh$ ], para el primer mes $n = 1$ ; $SEEA_0 = 0$ .
<b><math>EF_i</math></b>	Energía facturable correspondiente al mes $i$ .
<b><math>SPEE</math></b>	Servicio público de energía eléctrica.

A partir del valor de la energía neta equivalente mensual de consumo se presentan dos casos que se muestran a continuación [24]:

- a) Si  $E_{NETE_i} \leq 0$ , la distribuidora por concepto de energía consumida factura al consumidor  $EF_i = 0$ , es decir la energía facturable es de cero y el crédito de energía a favor del consumidor se determina como  $CEEM_i = |E_{NETE_i}|$ .
- b) Si  $E_{NETE_i} > 0$ , la distribuidora por concepto de energía consumida factura al consumidor  $EF_i \neq 0$ , es decir que no existe un saldo a favor del consumidor en el mes  $i$  y el crédito a favor del consumidor se establece como  $CEEM_i = 0$ .

La distribuidora verifica si el consumidor dispone de un saldo total acumulado de energía a favor en el mes anterior  $SEEA_{i-1}$ , si es así, se debitará parte o la totalidad del  $SEEA_{i-1}$

para cubrir el  $|E_{NETE_i}|$  del mes  $i$ . En caso de que el  $SEEA_{i-1}$  disponible del mes anterior no cubra la totalidad del  $|E_{NETE_i}|$  se factura el saldo de energía restante aplicando la tarifa correspondiente al pliego tarifario al que pertenece el consumidor [24].

### 1.3.5.6. Tarifas y cargos por pagar

**Tabla 1.7.** Categorías tarifarias [25]

Nivel de voltaje	Categoría	Descripción	Tipo de usuario
Bajo voltaje- BV NV < 600 V	Residencial	Consumidores servidos en bajo voltaje que se ubican en la categoría residencial independientemente del tamaño de la carga conectada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RD (residencial).</li> <li>- TE (tercera edad).</li> <li>- AS (asistencia social).</li> <li>- BP (beneficio público).</li> <li>- CO (comercial).</li> </ul>
	General sin demanda	Consumidores servidos en bajo voltaje que no disponen de medición de demanda o que la misma sea inferior a 10kW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ES (escenario deportivo).</li> <li>- IA (industrial artesanal).</li> <li>- MU (entidad municipal).</li> <li>- OF (entidades oficiales).</li> <li>- BJ (bombeo de agua).</li> </ul>
	General con demanda	Consumidores de la categoría general servidos en bajo voltaje que disponen de registro o medición de demanda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AB (asistencia social BT con demanda).</li> <li>- BB (beneficio público BT con demanda).</li> <li>- CB (comercial BT con demanda).</li> <li>- B (industria BT con demanda).</li> <li>- MB (entidad municipal BT con demanda).</li> </ul>
	General con registro de demanda horaria	Consumidores de la categoría general servidos en bajo voltaje que disponen de medición de demanda horaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A3 (asistencia social BT con demanda horaria).</li> <li>- B3 (beneficio público BT con demanda horaria).</li> <li>- C3 (comercial BT con demanda horaria).</li> <li>- E3 (escenario deportivo BT con demanda horaria).</li> <li>- HH (industrial artesanal con demanda horaria).</li> </ul>
	Alumbrado público	Se aplica al consumo de energía eléctrica para alumbrado público.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AP (Alumbrado Público)</li> </ul>

EL consumidor debe cancelar costos en su factura mensual en relación con la categoría tarifaria en la que se encuentre suscrito, nivel de voltaje, grupo de consumo y registro de demanda. Las categorías tarifarias generales para bajo voltaje, es decir menores a 600 voltios.

Existen categorías especiales asociadas a las cinco categorías generales descritas en la Tabla 1.7. Categorías tarifarias , a continuación, se describe las subcategorías más usuales con los cargos que el usuario debe pagar por concepto de facturación mensual. Los valores a cancelar por parte de los usuarios se especifican en el pliego tarifario vigente y para toda el área de concesión de la empresa eléctrica de Quito (EEQ) se amplía en el **Anexo A**.

#### **1.3.5.6.1. Tarifa residencial**

Es aplicable a todo consumidor suscrito a esta categoría independiente del tamaño de la carga conectada [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Cargos incrementales por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

#### **1.3.5.6.2. Tarifa general de bajo voltaje con demanda**

Consumidores de categoría general de bajo voltaje cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es inferior a 600 voltios, cuya potencia contratada (resultante del estudio o proyecto eléctrico aprobado por la distribuidora) o demanda facturable sea de hasta 10kW y que dispongan de un registrador de demanda máxima [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por potencia en USD/kW-mes, por cada kilovatio de demanda facturable, independiente del consumo de energía.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

## 2. METODOLOGÍA

Para realizar el diseño de un sistema de micro generación eléctrica y de calentamiento de agua basado en paneles termo fotovoltaicos para la piscina del campamento Fundación Nueva Vida es pertinente describir como se estructura el diseño.

El primer paso es el levantamiento de información, donde se describe brevemente a la Fundación Nueva Vida tomando en cuenta su infraestructura, así como también la ubicación de la fundación y características del objeto de estudio, en este caso la piscina.

En segunda instancia se describe el consumo eléctrico, es decir, se especifica el contador de energía asociado a la piscina ya que la fundación cuenta con varios contadores que registran su consumo para las diferentes áreas, además de establecer la potencia instalada para el contador de energía se describe los valores monetarios fijos a partir de la tarifa vigente a la cual pertenece el abonado para posteriormente establecer los consumos y costos en la facturación mensual histórica.

Una vez establecidos los consumos y costos registrados por el contador de energía se describe los dos equipos principales del diseño con sus respectivas características que permiten dar paso al diseño de los sistemas de climatización.

Con el levantamiento de información necesario se procede al diseño de los sistemas propuestos. Para un diseño adecuado se necesita determinar todos los aspectos que influyen directamente en el diseño, para ello es preciso calcular la demanda térmica de la piscina ya que es la parte fundamental del diseño pues si no se conoce la demanda que se debe abastecer no se puede realizar un diseño, la demanda térmica de la piscina se determina a partir del cálculo de cada una de las pérdidas calóricas que intervienen mediante el uso de fórmulas y ecuaciones matemáticas establecidas en la sección 1.3.3 del Marco teórico correspondiente a climatización de piscinas obtenidas a partir de una extensa y adecuada investigación.

Al conocer la demanda se diseña el sistema de climatización que mejor se adecúe a la piscina de la fundación. Mediante análisis matemáticos y ecuaciones se establece tanto la producción energética (calórica y eléctrica) de los paneles en el caso del sistema PVT, como la producción y consumo (consumo eléctrico por la inclusión de la bomba de calor) en el caso del sistema PVT+HP. En adición se emplea el software Abora Hybrid para establecer una comparativa en cuanto al número de paneles, sin embargo, esto no repercute en el diseño y simplemente se realiza con el fin de comprobar la veracidad del diseño.

Finalmente se realiza una comparativa financiera entre los distintos sistemas diseñados mediante el uso de indicadores como VAN, TIR y PR para establecer la opción más factible para la Fundación Nueva Vida.

## **2.1. ANTECEDENTES DE LA FUNDACIÓN NUEVA VIDA**

El campamento Fundación Nueva Vida tiene como fin contribuir a la comunidad a través de programas sociales, capacitaciones y recreación por medio de sus instalaciones, brindando un ambiente de esparcimiento y convivencia en armonía con la naturaleza, desde su fundación en 1973 ha cumplido con su objetivo de prestar sus diferentes áreas para la comodidad y confort de sus clientes conforme los estándares de la época, sin embargo, con el pasar del tiempo estos han cambiado y la necesidad de modernización se acrecienta cada vez más.

## **2.2. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA**

El campamento Fundación Nueva Vida cuenta con todos los servicios básicos en cada una de sus áreas determinadas para hospedaje, en cuanto a capacidad cuenta con 450 camas distribuidas entre las edificaciones con denominación de cabañas suizas, cabañas españolas y hotel. El servicio de alimentación cuenta con estilo “self-service” y ofrece desayuno, refrigerio, almuerzo y cena en un comedor de gran capacidad.

El campamento Fundación Nueva Vida además ofrece servicio de reuniones y capacitaciones al contar con un auditorio y varias salas de diferentes capacidades según el requerimiento necesario, ofrece además el servicio de recreación y esparcimiento por medio de canchas deportivas, senderos ecológicos, áreas infantiles, un lago con puerto para kayak, piscina exterior, área para fogata y parqueadero.

En cuanto a infraestructura el campamento Fundación nueva Vida posee un área neta aproximada de 73390 m<sup>2</sup>, las edificaciones cuya finalidad es de brindar comodidad a los ocupantes emplean un total de 4370 m<sup>2</sup> y el área restante es ocupada por áreas verdes, en torno a las edificaciones existentes, se conforma por hotel, cabañas suizas, cabañas españolas, cabaña Canadá, casa Agape, aulas, lavandería, capilla, auditorio, cocina-comedor, recepción, casa de la administración y la piscina que propiamente no es una edificación, sin embargo, asociada a la piscina se encuentra los vestidores, duchas y casa de máquinas que se encuentran dentro de una sola edificación que se nombra solamente como piscina [27].

### 2.3. UBICACIÓN

El campamento Fundación Nueva Vida se encuentra localizado en la provincia de Pichincha, dentro de la parroquia La Merced al sur oriente de Quito en el barrio Curiquingue, la calle de acceso a la fundación Nueva Vida es la Jordán Oe2-352.



**Figura 2.1.** Ubicación del campamento Fundación Nueva Vida

Dentro del terreno de la Fundación Nueva Vida el área de interés es la piscina y sus cercanías de tal forma que se presentan las siguientes características: latitud -0,31; longitud -78,42; elevación de 2602 metros, y zona horaria GTM-5, a partir de estas particularidades se desarrollan los datos meteorológicos necesarios para determinar todos los aspectos necesarios que permitan establecer el diseño de SGDA.



**Figura 2.2.** Piscina del campamento Fundación Nueva Vida [27]

**Tabla 2.1.** Características de la piscina

Superficie	310	m <sup>2</sup>
Superficie lateral del pozo	99,46	m <sup>2</sup>
Profundidad del pozo	1,20	m
Volumen del pozo	372	m <sup>3</sup>
Material del pozo	Hormigón	azulejos
Superficie lateral del agua	87,035	m <sup>2</sup>
Profundidad del agua	1,05	m
Volumen del agua	325	m <sup>3</sup>

## 2.4. CONTADOR DE ENERGÍA DE LA PISCINA

El campamento Fundación Nueva Vida cuenta con tres contadores que registran el consumo de energía eléctrica para las distintas áreas que lo conforman, el contador número 184 es el que registra el consumo del cuarto de máquinas de la piscina, es decir de la bomba que se encarga del filtrado, además registra la energía consumida por los vestidores, que cuentan con servicios higiénicos como duchas eléctricas y también iluminación.

El contador de energía asociado a la piscina presenta una potencia instalada actual conforme la Tabla 2.2. Potencia instalada del contador de energía 184

**Tabla 2.2.** Potencia instalada del contador de energía 184 [27]

<b>Grupo</b>	<b>Potencia instalada [W]</b>
Iluminación	260
Servicios Higiénicos	33000
Motores	7460
Total	40720

El medidor 184 asociado a la piscina de la Fundación Nueva Vida presenta un consumo eléctrico conforme la tarifa de bajo voltaje-asistencia social con demanda cuyos valores se presentan en la Tabla 2.3. Tarifa de bajo voltaje-asistencia social con demanda y se usan para determinar el monto de facturación, los valores se especifican en el **Anexo B**.

**Tabla 2.3.** Tarifa de bajo voltaje-asistencia social con demanda

<b>Demanda [USD/kW-mes]</b>	<b>Energía [USD/kWh]</b>	<b>Comercialización [USD]</b>
2,704	0,062	1,414

## 2.5. FACTURACIÓN HISTÓRICA

El consumo energético de la fundación no ha presentado cambios desde la última recopilación de datos realizada en 2019 ya que no se ha producido un incremento o reducción de carga. Es necesario mencionar que en la resolución ACERNNR-009/2022 se determinó que la tarifa nacional del servicio eléctrico se mantenga, por lo que no existe variación en el precio final del servicio para el consumidor, así como también, después de realizar una comparativa de los pliegos tarifarios vigentes para cada año desde el 2017 al 2021 no se ha presentado cambios, lo cual permite tomar como antecedente histórico la última recopilación de consumo eléctrico realizada en la fundación previa a las restricciones por la pandemia COVID-19 y se muestran en la Tabla 2.4. Facturación por consumo eléctrico del medidor 184 correspondientes al año 2018. La evidencia de las facturas mensuales se presenta en el **Anexo C**.

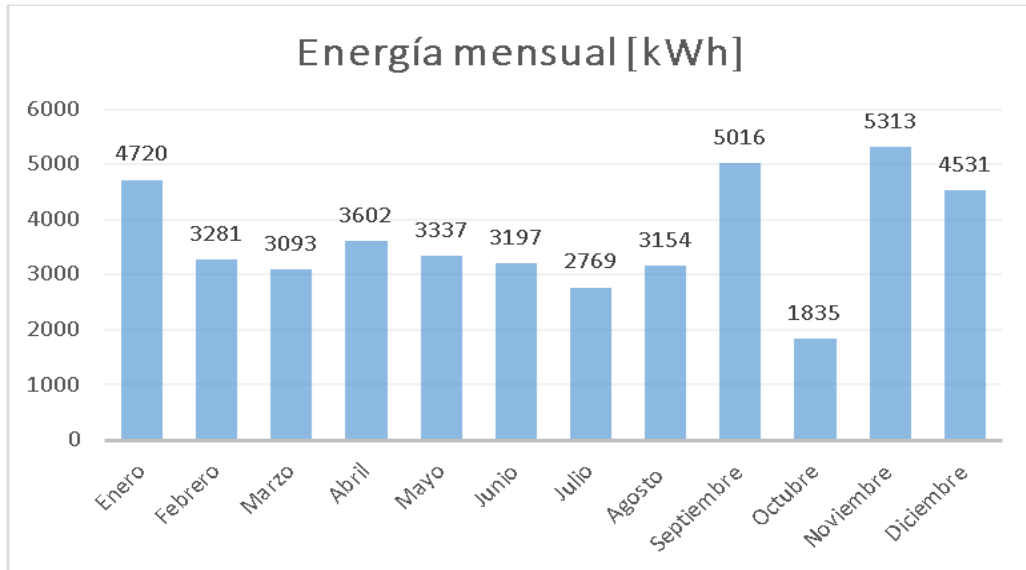
**Tabla 2.4.** Facturación por consumo eléctrico del medidor 184 [27]

Mes	Energía		Demanda		Comercialización	Terceros	Dto.	Total
	[kWh]	[USD]	[kW]	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]	[USD]
Enero	4720	292,64	7,2	19,47	1,414	50,19	-----	363,71
Febrero	3281	203,42	7,2	19,47	1,414	35,85	-----	260,15
Marzo	3093	191,77	7,2	19,47	1,414	35,25	-----	247,90
Abril	3602	223,32	7,2	19,47	1,414	40,37	-----	284,57
Mayo	3337	206,89	7,2	19,47	1,414	37,70	-----	265,47
Junio	3197	198,21	7,2	19,47	1,414	36,29	1,05	254,33
Julio	2769	171,68	7,2	19,47	1,414	31,98	-----	224,54
Agosto	3154	195,55	7,2	19,47	1,414	35,86	-----	252,29
Septiembre	5016	310,99	7,2	19,47	1,414	54,63	-----	386,50
Octubre	1835	113,77	7,2	19,47	1,414	22,56	-----	157,21
Noviembre	5313	329,41	7,2	19,47	1,414	57,62	-----	407,91
Diciembre	4531	280,92	7,2	19,47	1,414	39,11	40,37	300,54
<b>Total</b>	43848	2718,57	86,4	233,64	16,968	477,41	41,42	3405,12

El costo total por concepto de energía eléctrica se realiza en primer lugar multiplicando los kWh consumidos al mes por la tarifa de energía de 0,062 USD, luego los kW de demanda por la tarifa de demanda de 2,704 USD/kW-mes, se suma estos dos costos con el monto por comercialización y el costo por terceros y en caso de existir descuentos, que pueden existir por cobros indebidos, estos descuentos se restan para finalmente obtener el monto total a pagar en la factura mensual.



La energía mensual por concepto de consumo se presenta en la Figura 2.3. Consumo de energía mensual y permite resaltar los meses de mayor y menor consumo que reflejan directamente la afluencia de usuarios que hacen uso de la piscina, ya que, a mayor cantidad de usuarios es mayor el consumo debido al uso de luminarias, duchas eléctricas, etc.



**Figura 2.3.** Consumo de energía mensual

## 2.6. PANEL TERMO FOTOVOLTAICO

En el mercado existen muchos tipos de paneles híbridos con distintas características tanto físicas como técnicas, la selección del panel se realiza de forma muy sencilla, tomando en cuenta 3 aspectos como son su costo, sus características físicas y sus características técnicas, por ejemplo, en cuanto al costo, se asume hipotéticamente que un panel A presenta un costo inferior a un panel B, pero el panel B presenta mejores características técnicas con un mayor porcentaje de eficiencia, ahora en cuanto a las características físicas, el panel A tiene menor dimensión que el panel B, es decir es más pequeño, aquí entra un aspecto externo como es el área disponible de instalación, evidentemente con un área limitada se podría instalar más paneles del tipo A que del tipo B, tomando en cuenta todos los aspectos ejemplificados y considerando que las dimensiones físicas de los distintos tipos de paneles híbridos no varían en gran proporción y el hecho que los bajos costos de ciertos paneles no justifican su poca eficiencia operativa, con el objetivo de aprovechar al máximo el recurso solar se ha seleccionado el panel AH72SK de la marca Abora que llega a poseer altas eficiencias totales cercanas al 90%, las características del producto como especificaciones generales, térmicas y eléctricas se encuentran detalladas a continuación.

**Tabla 2.5.** Especificaciones generales del panel AH72SK

Largo	1970 mm
Ancho	995 mm
Espesor	85+22 mm
Área total	1,96 m <sup>2</sup>
Área de apertura	1,88 m <sup>2</sup>
N° de células	72
Peso	50 kg.
Vidrio frontal	3,2 mm templado
Marco	Aluminio
Protección caja de conexión	IP65
N° de diodos	3 diodos
Dimensiones de célula	156x156
Tipo de conexión FV	Solarlok PV4
Longitud de cables	1 m

En cuanto a las características técnicas del panel, se presentan las especificaciones térmicas y especificaciones eléctricas, cada una de las características del panel es indispensable ya que permiten dimensionar adecuadamente el sistema de climatización de la piscina para el posterior diseño ya que a partir de estos parámetros se calcula la producción energética del panel.

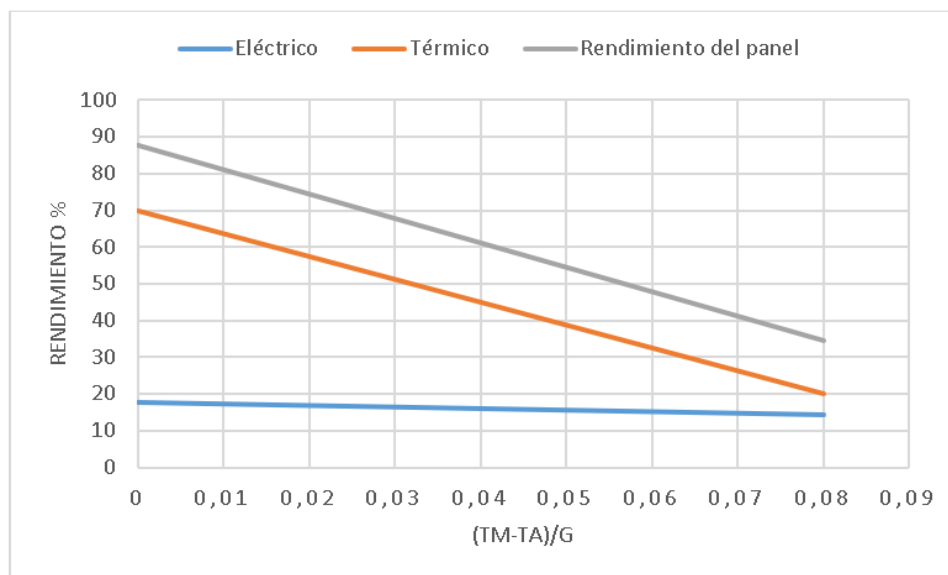
**Tabla 2.6.** Especificaciones térmicas del panel AH72SK

Rendimiento óptico	0,7
Coef. pérdidas térmicas, a1	5,98 W/m <sup>2</sup> K
Coef. pérdidas térmicas, a2	0,00 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>
Volumen líquido interior	1,78 L
Temperatura de estancamiento	126°C
N° de conexiones hidráulicas	4 conexiones
Medida conexión hidráulica	Conexionado rápido
Presión máxima admisible	10 bar
Caudal nominal	60 L/h

**Tabla 2.7.** Especificaciones eléctricas del panel AH72SK

Tipo de célula	Monocrystalina
Potencia nominal	350 W
Voltaje máxima potencia (Vmpp)	39,18 V
Corriente máxima potencia (Impp)	8,98 A
Voltaje circuito abierto (Voc)	48,82 V
Corriente cortocircuito (Isc)	9,73 A
Eficiencia del módulo (%)	17,8
Tolerancia de potencia	0/+3%
Voltaje máximo del sistema	DC 1000V (IEC)
Backsheet	Negro
Coeficiente de temperatura de Pmpp	-0,41%/°C
Coeficiente de temperatura de Voc	-0,33%/°C
Coeficiente de temperatura de Isc	+0,06%/°C
Corriente inversa máxima	15 A
Temperatura NOCT*	45+/-2°C

Las especificaciones de panel AH72Sk se realizan conforme las condiciones de prueba estándar STC: AM 1.5, es decir irradiación de 1000 W/m<sup>2</sup> y temperatura de 25 °C, el rendimiento del panel se establece conforme las especificaciones y pruebas del fabricante y se muestra en la Figura 2.4. Rendimiento del panel AH72SK



**Figura 2.4.** Rendimiento del panel AH72SK

La estimación de pérdidas recomendada por el fabricante es del 4% por concepto de pérdidas técnicas de energía, las pérdidas técnicas abarcan pérdidas por encapsulado, con el ambiente, por efecto del viento, y calor almacenado en los elementos, no se incluyen pérdidas externas por estacionalidad, formación de escarcha y sombreado, ya que nos encontramos en el Ecuador no se cuenta con una estación invernal severa que produzca escarcha o capas de hielo en las placas del panel, además el terreno designado para instalación de los paneles se encuentra libre de edificios, árboles y otros agentes que pueden intervenir en la incidencia directa de la irradiación solar produciendo sombreado. La hoja técnica del panel se presenta en el **Anexo D**.

## **2.7. BOMBA DE CALOR PARA CALENTAMIENTO DE LA PISCINA**

En climatización de piscinas las bombas de calor son uno de los dispositivos de uso común más usuales, principalmente por su fácil manejo, instalación y el poco espacio que ocupa, en relación con otros sistemas de climatización como calentadores a gas que generalmente cuentan con un gran tanque de almacenamiento además del espacio necesario para la ubicación de cilindro o cilindros de gas necesarios para abastecer de calor a la piscina.

Existen diversos tipos de bombas que cuentan con distintas capacidades de aportar calor según el requerimiento del usuario y permiten climatizar adecuadamente piscinas, para la selección de la bomba de calor se toma en cuenta costo, eficiencia y dos recomendaciones, la primera recomendación y poco usual es tomar en cuenta el tipo de piscina, puede ser pequeña, mediana o grande, dentro de estos tres tipos se encuentran piscinas para recreación, chapoteo, enseñanza, entrenamiento, competición y uso privado, ya que la piscina de la Fundación Nueva Vida entra en la categoría de piscinas grandes debido a sus dimensiones y volumen de agua (325 m<sup>3</sup>) la recomendación es el uso de una bomba de calor de gran capacidad, al menos de 140.000 BTU, esta recomendación no es adecuada para diseño y se usa generalmente para piscinas poco concurridas que usualmente son de uso personal o están ubicadas en pequeños pueblos o sitios rurales en los cuales el confort no es un aspecto de primer orden. La segunda recomendación para seleccionar una bomba de calor y la correcta a implementar en proyectos de diseño es mediante la demanda térmica de la piscina, para ello se toma en cuenta el calentamiento total de la piscina por primera vez, para conocer esta demanda simplemente se usa la ecuación (1.25) para el cálculo de la potencia calórica inicial de la piscina, el intervalo de tiempo de arranque usualmente es de 48 o 72 horas pero puede quedar a criterio del diseñador, finalmente en cuanto al costo y la eficiencia basta con

inspeccionar los catálogos de distintos proveedores y seleccionar la que proporcione mayor eficiencia operativa y mejor se ajuste al presupuesto.

En este caso se ha escogido la bomba de marca GULFSTREAM modelo HE150RA que cuenta con altas capacidades de calefacción y un alto rendimiento, a continuación, se presentan las características de mayor relevancia de la bomba de calor GS-HE150RA. La hoja técnica de la bomba se puede ver en el **Anexo D**.

**Tabla 2.8.** Características físicas de la bomba GS-HE150RA

Tipo de calentador	Solo calor
Peso	112,49 kg
Dimensiones	31"x31"x46"
Caudal: min. /máx.	30/70 GPM
Flujo de agua óptimo	45 GPM
Tamaño de tubería	2"
Operación	Manual/Automático

**Tabla 2.9.** Características técnicas de la bomba GS-HE150RA

Entrada de kW	6,0
Salida de BTU Condiciones estándar	142000
COP Condiciones estándar	6,2
BTU en operación	136000
BTU condiciones extremas	120000-129000
Hercios	60 Hz
Tipo de fase	monofásico
Voltaje	208/230
Amperaje de funcionamiento promedio	28

### 3. DISEÑO DE SISTEMAS DE MICROGENERACIÓN PARA CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA

La climatización de una piscina para establecer un confort adecuado para el usuario se puede llevar a cabo de muchas maneras distintas, desde el uso de calderas a gas hasta combinaciones de sistemas que impliquen el uso de colectores solares, bombas de calor, paneles fotovoltaicos para autoconsumo y microgeneración o bien el uso de paneles híbridos PVT para microgeneración la cual se puede entender como generación a pequeña escala de calor y energía eléctrica para su aprovechamiento, el diseño de sistemas de microgeneración basados en paneles PVT para este caso particular se desarrolla principalmente como medio de climatización para la piscina de la Fundación Nueva Vida a partir de dos propuestas que son el uso solamente de paneles PVT y el diseño a partir de paneles PVT asistidos por bomba de calor.

La piscina de la fundación anteriormente contaba con un calefón a gas para calentar el agua de la piscina, sin embargo, éste no se encuentra operativo debido a su antigüedad y principalmente a su poca eficiencia ya que se produce un alto consumo de GLP para un muy bajo aprovechamiento del calor entregado la piscina de alrededor de 7 cilindros estándar de GLP de 15 kg para calentar la piscina una sola vez.



**Figura 3.1.** Calentador a gas de la piscina [27]

Para realizar el diseño de los sistemas de microgeneración propuestos para climatizar la piscina es necesario determinar capacidades energéticas, desde la necesaria para mantener la temperatura de confort en la piscina, hasta los aportes de cada sistema y su factibilidad tanto técnica como financiera.

### 3.1. DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos se pueden obtener de muchas maneras, la forma más sencilla es acudir a herramientas online donde se puede descargar datos en diferentes formatos dependiendo de su uso final, para casos de diseño y estimaciones se recomienda el uso de datos meteorológicos tipo TMY (Typical Meteorological Year por sus siglas en inglés).

El National Solar Radiation Database (NSRDB) de NREL perteneciente al departamento de energía de Estados Unidos permite obtener datos meteorológicos confiables mediante su página oficial en el apartado “Data & Tools” se puede acceder a la herramienta “NSRDB viewer” que permite seleccionar la región, los parámetros deseados y el año de interés por parte del usuario para posteriormente descargar los datos y usarlos en los cálculos que se requieran. Entre los parámetros de interés se encuentran la irradiación horizontal difusa (DHI), radiación normal directa (DNI) y radiación horizontal global (GHI), temperatura, velocidad del viento y humedad relativa como punto de partida.

Con el fin de evitar extensos y repetitivos cálculos en la presentación de resultados se determina el análisis comparativo para la semana más fría y la semana más caliente del año, para ello, se separa los datos realizando un promedio de las temperaturas por semana, teniendo en cuenta que un año cuenta con 52 semanas y un día la semana 53 se ha tomado como el promedio de las temperaturas solo del día 31 de diciembre. Como ya se ha explicado, se realiza los cálculos por hora para todo el año, sin embargo, por motivos de simplicidad se presenta la comparativa entre semana más fría y la más caliente.

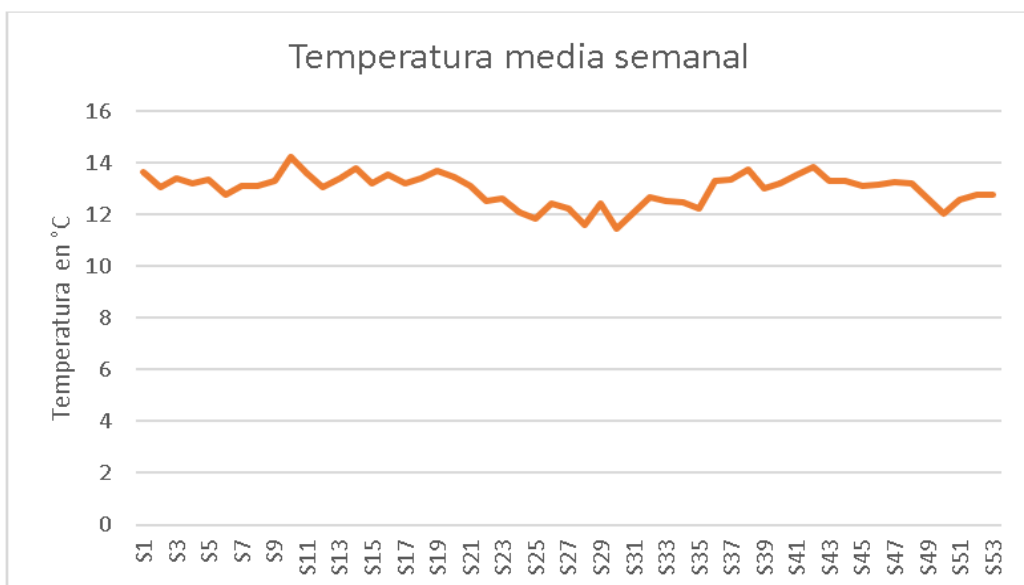
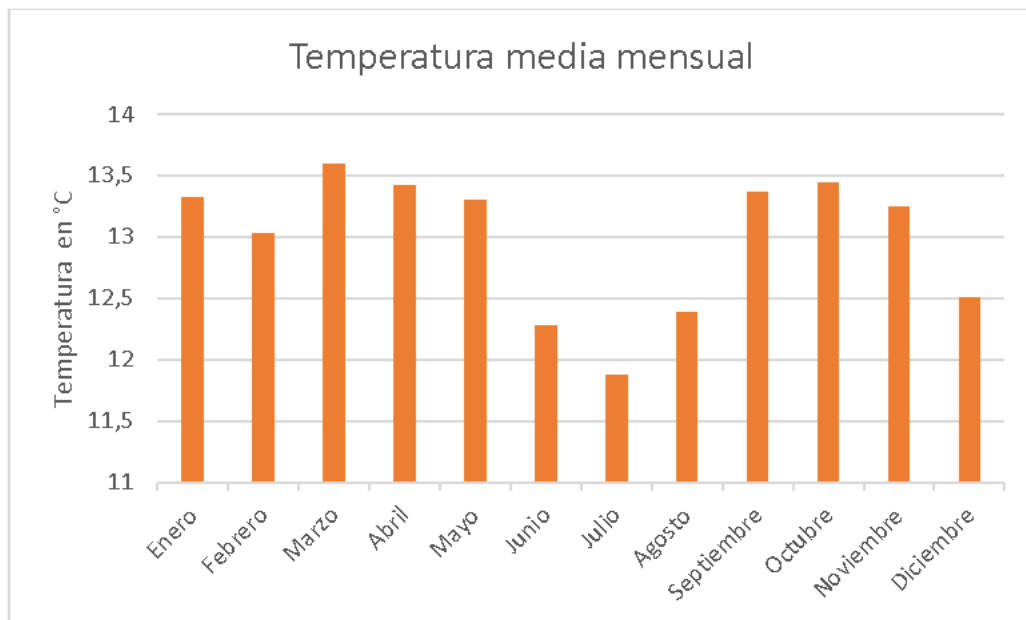


Figura 3.2. Temperatura media semanal

En base al promedio que se realiza para las temperaturas de cada semana se establece que la semana 10 corresponde a la semana más caliente del año con una temperatura media de 14,25 grados mientras que la semana 30 corresponde a la semana más fría con una temperatura media de 11,44 grados. En casos particulares se puede dar una temperatura mínima muy por debajo de la media, sin embargo, estas generalmente corresponden a las horas de la madrugada en las que la piscina no se encuentra operativa o en uso.

En relación con las temperaturas medias semanales se puede determinar los meses que se encuentran a mayor y menor temperatura con el fin de conocer que temporada requiere de una mayor compensación energética.



**Figura 3.3.** Temperatura media mensual

## 3.2. CÁLCULO DE DEMANDA CALÓRICA DE LA PISCINA

Para determinar cuánto calor es necesario cada hora para mantener la temperatura de la piscina se necesita conocer las pérdidas que se producen, como se describió en la sección 171.3.3 para climatización de piscinas en el apartado de “Pérdidas” se calcula las diferentes pérdidas que intervienen en la pérdida de calor de la piscina.

### 3.2.1. EVAPORACIÓN

La estimación de las pérdidas que se producen por evaporación de agua se calcula a partir de la ecuación (1.17), ya que es una ecuación muy sencilla el verdadero reto se encuentra en determinar la masa de agua evaporada, la cual es fundamental para calcular las pérdidas por evaporación, para ello se necesita realizar un cálculo



psicrométrico que posibilite conocer la presión de vapor en saturación a las temperaturas del aire y del agua. A partir de la carta psicrométrica y mediante tablas se puede llegar a conocer la presión de vapor de saturación, este proceso conlleva cierto tiempo entre cálculos previos y estimaciones que puede reducirse mediante el uso de herramientas digitales. La determinación de los parámetros psicrométricos para el cálculo de masa de agua evaporada se lleva a cabo con el uso de una herramienta online desde la página “herramientasingeneria.com” que permite el uso de herramientas de cálculo y aplicaciones informáticas con utilidad para procesos de ingeniería [28].

Es necesario realizar el cálculo psicrométrico para la temperatura a la que la piscina se encuentra y para cada temperatura del día con el fin de conocer la relación aire-vapor de agua que interviene en el proceso de evaporación, los datos de entrada de la herramienta online se muestran en la Figura 3.4. Interfaz de datos de entrada para calculadora psicrométrica, son principalmente temperatura seca y el bulbo húmedo o humedad relativa, además debe introducirse la altitud para corregir los datos en función de la presión atmosférica.

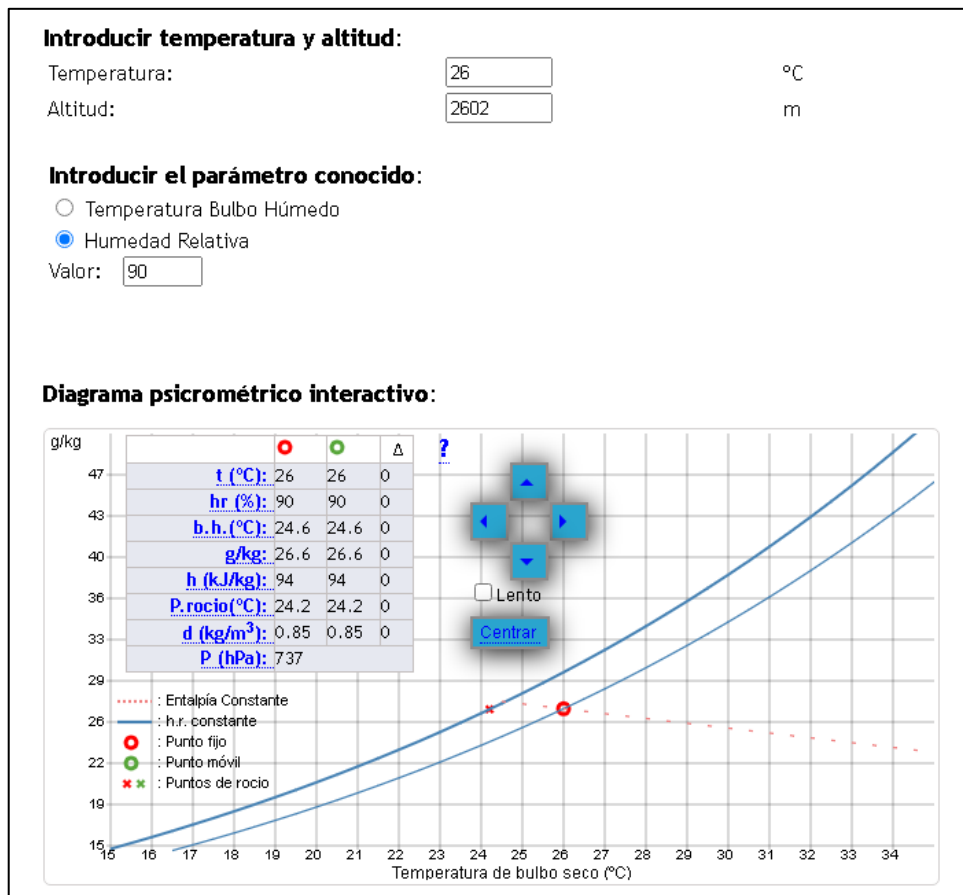


Figura 3.4. Interfaz de datos de entrada para calculadora psicrométrica

Los cálculos resultantes presentan la carta psicrométrica y parámetros de presión, temperatura y humedad que son de interés, mediante las flechas color azul se puede establecer un punto móvil que permite visualizar datos a partir de la carta psicrométrica generada.

Se debe tomar en cuenta que la calculadora psicrométrica no permite modificar las unidades de medida de los parámetros de ingreso, así como también de los resultados obtenidos, entonces para lograr concordancia con las unidades de medida que se requieren en cada una de las ecuaciones involucradas para el cálculo de las pérdidas por evaporación es necesario realizar las conversiones adecuadas de los resultados arrojados por la calculadora.

<b>RESULTADOS (●) :</b>	
<b>Presiones</b>	
Presión barométrica:	<input type="text" value="737.3"/> hPa
Presión de vapor:	<input type="text" value="30.27"/> hPa
Presión de vapor saturación:	<input type="text" value="33.63"/> hPa
<b>Temperaturas</b>	
Temperatura de bulbo seco:	<input type="text" value="26"/> °C
Temperatura de bulbo húmedo:	<input type="text" value="24.59"/> °C
Punto de rocío:	<input type="text" value="24.2"/> °C
<b>Humedad</b>	
Humedad relativa:	<input type="text" value="90"/> %
g de agua/kg aire seco:	<input type="text" value="26.626"/> g/kg
Humedad Específica:	<input type="text" value="0.0259"/>
Humedad Absoluta:	<input type="text" value="21.922"/> g/m <sup>3</sup>
<b>Otros</b>	
Densidad:	<input type="text" value="0.845"/> kg/m <sup>3</sup>
Entalpía específica:	<input type="text" value="94"/> kJ/kg

**Figura 3.5.** Parámetros de salida de la calculadora psicrométrica

Los resultados obtenidos para la temperatura de la piscina (26°C) se calculan para valores de humedad relativa en intervalos de 5 desde la menor hasta la mayor registrada en los datos meteorológicos que van desde el 50% hasta el 95% de porcentaje de humedad relativa y sus valores se muestran en la Tabla 3.1. Presión parcial de vapor en saturación y humedad absoluta del aire saturado.

**Tabla 3.1.** Presión parcial de vapor en saturación y humedad absoluta del aire saturado

Humedad [%]	TEMPERATURA a 26°C		
	P. sat. [Pa]	P. vapor [Pa]	W [kg ag/kg ai]
50	3363	1682	0,014516
55	3363	1850	0,016005
60	3363	2018	0,017501
65	3363	2185	0,019004
70	3363	2354	0,020514
75	3363	2522	0,022031
80	3363	2690	0,023556
85	3363	2859	0,025087
90	3363	3027	0,026626
95	3363	3195	0,028172
100	3363	3363	0,029726

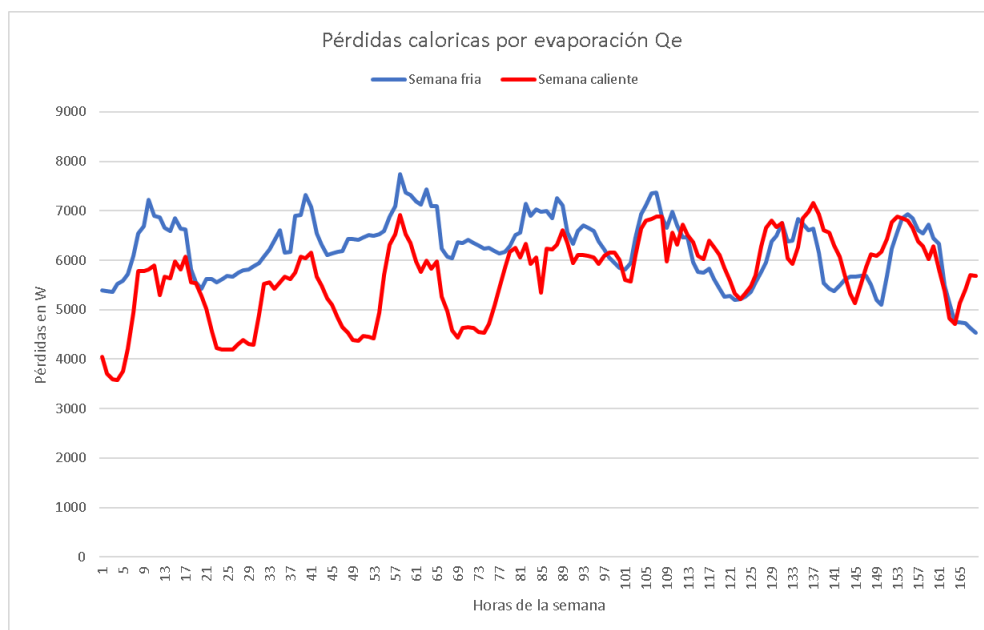
Una vez establecidos los valores de presión parcial en saturación a la temperatura del agua, se realiza el mismo procedimiento, pero a la temperatura del aire, se realiza el cálculo para cada temperatura registrada a lo largo del día mientras la piscina se encuentra en uso. El horario de uso de la piscina en la Fundación Nueva Vida va desde las 8:30 hasta las 16:30 horas, en la Tabla 3.2. Valores de presión de vapor en saturación a las temperaturas del aire más usuales se muestran los valores obtenidos.

**Tabla 3.2.** Valores de presión de vapor en saturación a las temperaturas del aire más usuales

Humedad [%]	Temperatura en °C							
	13		14		15		16	
	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]
50	1498	0,006383	1599	0,006818	1705	0,007276	1818	0,007764
55	1498	0,007029	1599	0,007509	1705	0,008013	1818	0,008551
60	1498	0,007676	1599	0,0082	1705	0,008751	1818	0,00934
65	1498	0,008324	1599	0,008893	1705	0,009492	1818	0,010131
70	1498	0,008974	1599	0,009588	1705	0,010234	1818	0,010924
75	1498	0,009624	1599	0,010284	1705	0,010978	1818	0,011719
80	1498	0,010277	1599	0,010982	1705	0,011723	1818	0,012516
85	1498	0,01093	1599	0,011681	1705	0,012471	1818	0,013315
90	1498	0,011585	1599	0,012382	1705	0,01322	1818	0,014116
95	1498	0,012241	1599	0,013084	1705	0,013971	1818	0,014919
100	1498	0,012899	1599	0,013788	1705	0,014724	1818	0,015724

Las tablas psicrométricas completas obtenidas para cada temperatura registrada de las presiones de vapor en saturación y humedad absoluta de aire saturado se encuentran en el **Anexo E**.

Una vez obtenido los valores psicrométricos necesarios y conociendo las constantes que intervienen tan solo resta calcular la masa de agua evaporada a partir de la ecuación (1.19) y finalmente la pérdida de calor por evaporación  $Q_e$ . Las pérdidas por evaporación para la piscina en la semana más caliente correspondiente a la semana número 10 en el mes de marzo mientras que la más fría es la semana 30 correspondiente al mes de julio y los resultados se reflejan en la Figura 3.6. Pérdidas en la piscina por evaporación



**Figura 3.6.** Pérdidas en la piscina por evaporación

El cálculo de las pérdidas por evaporación y todas las demás pérdidas que intervienen se realiza para cada hora del año, pero se presenta los valores calculados gráficamente para una semana (la más fría y la más caliente) ya que la presentación gráfica para las 8769 horas del año no permite obtener visualmente una tendencia apreciable de los valores obtenidos.

El proceso de cálculo de las pérdidas por radiación, convección, renovación, transmisión y las pérdidas totales de la semana en análisis, así como las pérdidas totales en el año se realiza a partir de las ecuaciones correspondientes descritas en la sección 1.3.3 correspondiente a climatización de piscinas en el apartado de pérdidas, por este motivo no se describen individualmente las pérdidas obtenidas, más bien se muestra la tendencia para cada tipo de pérdida de los valores obtenidos.

### 3.2.2. RADIACIÓN

Las pérdidas por radiación expresadas en watts se presentan a continuación.

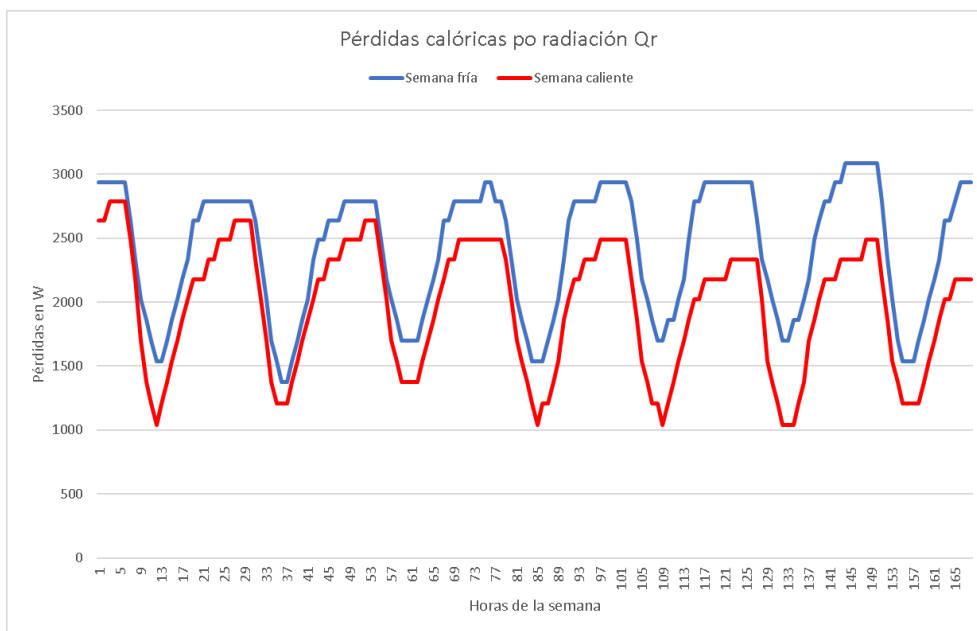


Figura 3.7. Pérdidas en la piscina por radiación

### 3.2.3. CONVECCIÓN

Las pérdidas por convección en watts se observan a continuación.

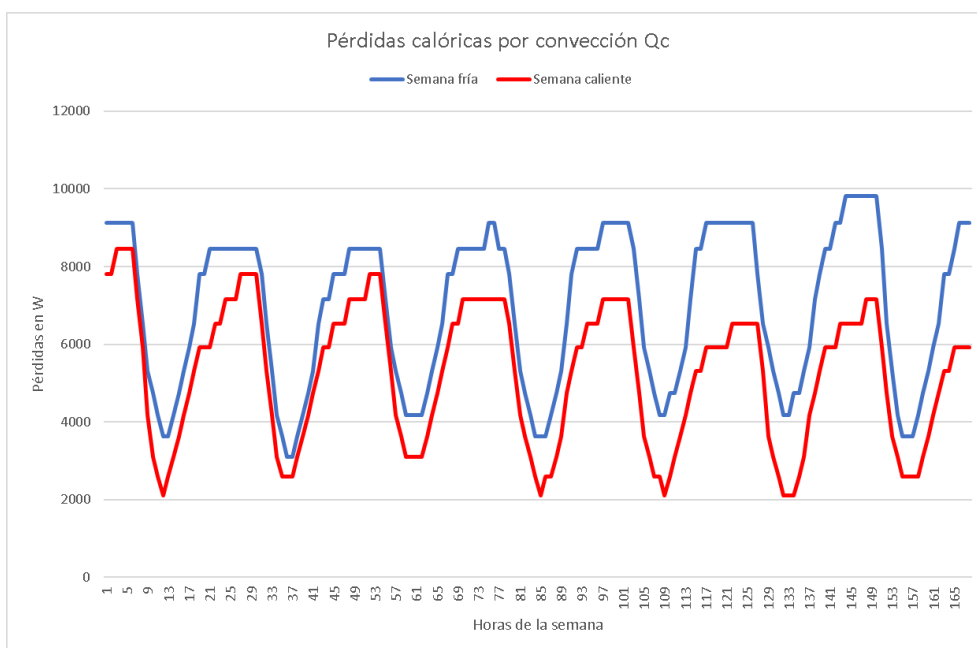


Figura 3.8. Pérdidas en la piscina por convección

### 3.2.4. RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación en watts se observan en la Figura 3.9. Pérdidas en la piscina por renovación. Las pérdidas se presentan como un valor constante ya que el volumen de renovación se toma siempre como el 5% del volumen total del agua en la piscina el cual se renueva cada 8 horas de manera constante.

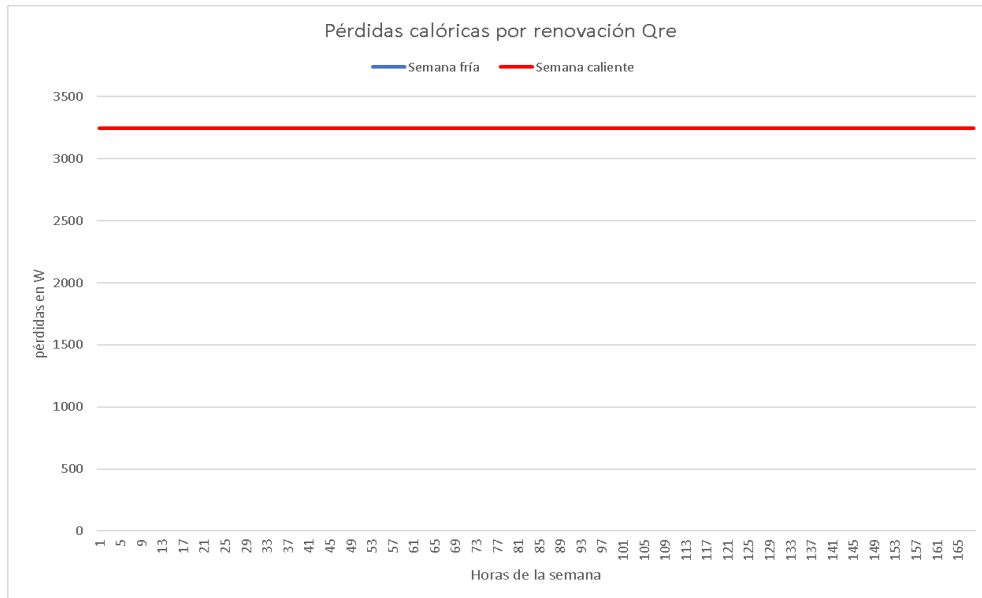


Figura 3.9. Pérdidas en la piscina por renovación

### 3.2.5. TRANSMISIÓN

Las pérdidas por transmisión expresadas en watts se muestran a continuación.

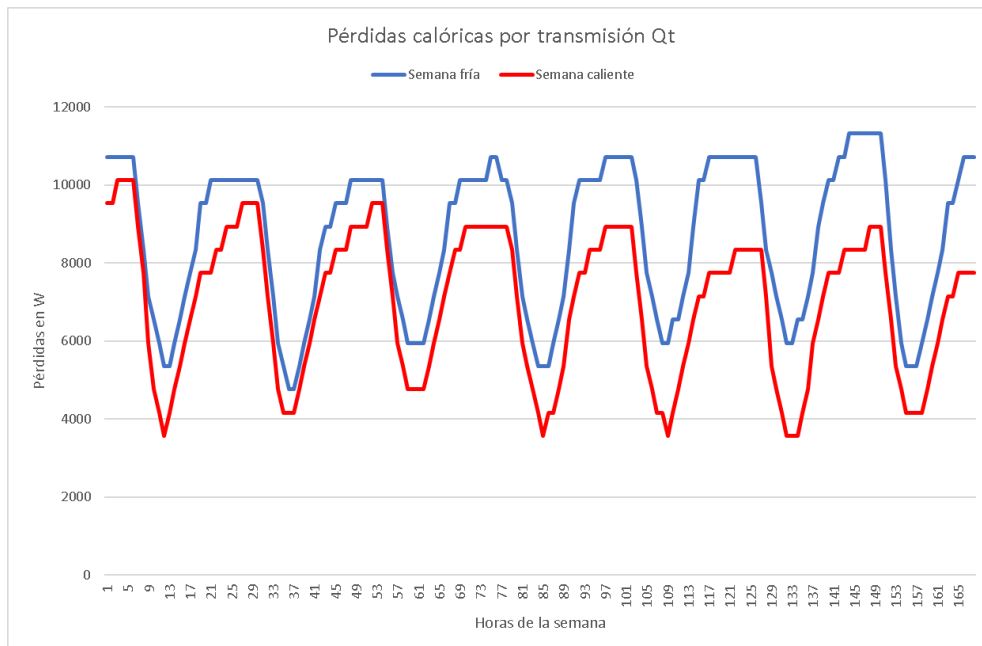
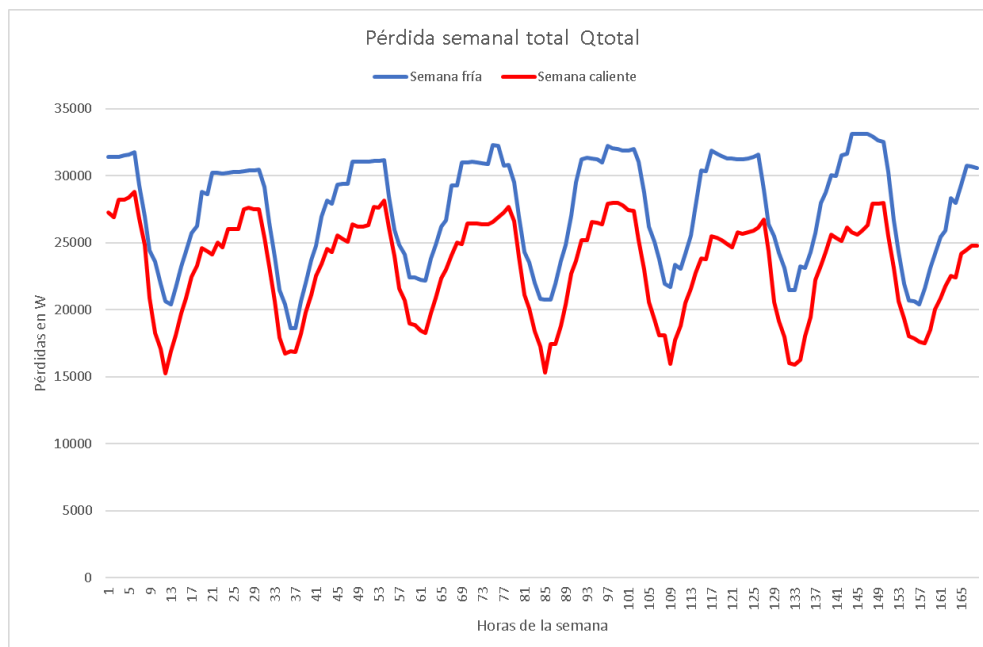


Figura 3.10. Pérdidas en la piscina por transmisión

### 3.2.6. PÉRDIDA SEMANAL TOTAL

La pérdida semanal total es equivalente a la suma de todas las demás pérdidas que se producen en la piscina y se muestran para la semana más fría y caliente del año.



**Figura 3.11.** Pérdida semanal total en la piscina

### 3.2.7. PUESTA EN MARCHA

Compensar las pérdidas de calor en la piscina es muy importante ya que permite mantener la temperatura de confort, sin embargo, la compensación calórica requiere que previamente la piscina se haya calentado, a esta situación le denominamos puesta en marcha y el cálculo de calor inicial requerido es muy sencillo de determinar, para ello se usa la ecuación (1.25). tomando en cuenta que los tiempos típicos de puesta en marcha de una piscina son de 48 o 72 horas.

**Tabla 3.3.** Calor inicial para la puesta en marcha

Datos		Q marcha [kW]	
		48 horas	72 horas
Superficie de la piscina [m <sup>2</sup> ]	310	86,693	57,795
Altura del agua [m]	1,05		
Densidad del agua $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	1000		
Calor esp. del agua $\left[\frac{Wh}{kg \text{ } ^\circ C}\right]$	1,1622		
Temperatura requerida [°C]	26		
Temperatura de la red [°C]	15		

### 3.2.8. RESUMEN TOTAL DE PÉRDIDAS CALÓRICAS

Tabla 3.4. Demanda térmica total de la piscina

	DEMANDA TERMICA PISCINA					
	Evaporación	Radiación	Convección	Renovación	Transmisión	Total
	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
	$Q_e$	$Q_r$	$Q_c$	$Q_{re}$	$Q_t$	$Q_{total}$
<b>Enero</b>	3627,20	1576,16	4309,01	2414,15	5614,27	17540,79
<b>Febrero</b>	3100,00	1455,76	3998,65	2180,52	5188,45	15923,38
<b>Marzo</b>	3646,07	1544,61	4184,09	2414,15	5493,37	17282,30
<b>Abril</b>	3579,19	1514,73	4124,06	2336,28	5391,53	16945,79
<b>Mayo</b>	3630,87	1580,11	4310,25	2414,15	5625,58	17560,97
<b>Junio</b>	3950,96	1641,25	4634,26	2336,28	5879,29	18442,04
<b>Julio</b>	4371,27	1742,40	4984,88	2414,15	6256,87	19769,58
<b>Agosto</b>	4142,56	1682,98	4744,87	2414,15	6027,58	19012,14
<b>Septiembre</b>	3750,48	1618,30	4549,63	2336,28	5792,93	18047,63
<b>Octubre</b>	3528,10	1570,80	4302,08	2414,15	5597,59	17412,72
<b>Noviembre</b>	3352,97	1511,41	4120,79	2336,28	5381,41	16702,85
<b>Diciembre</b>	3464,12	1584,75	4344,53	2414,15	5647,62	17455,18
<b>TOTAL</b>	44143,81	19023,27	52607,11	28424,69	67896,47	212095,36

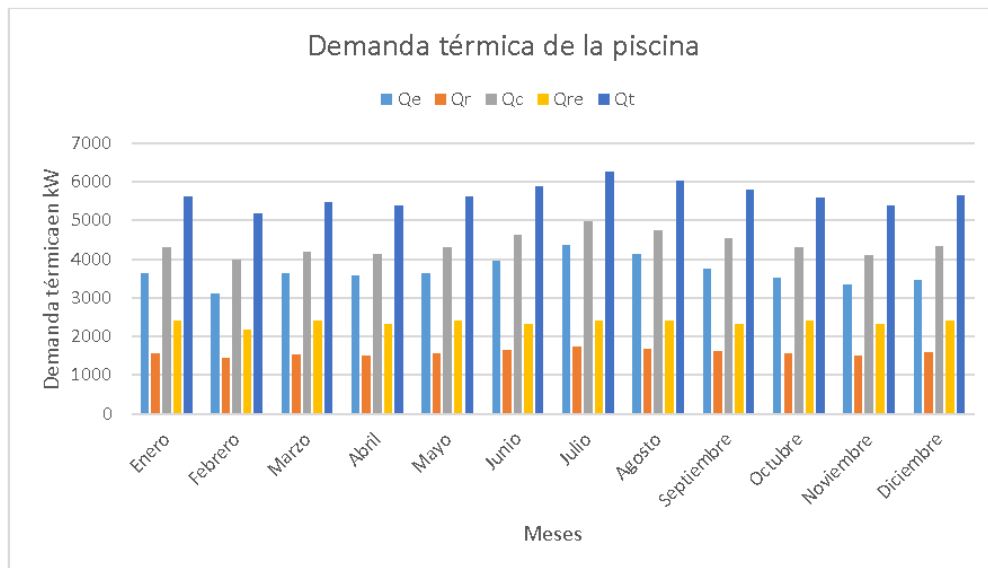


Figura 3.12. Demanda térmica total de la piscina

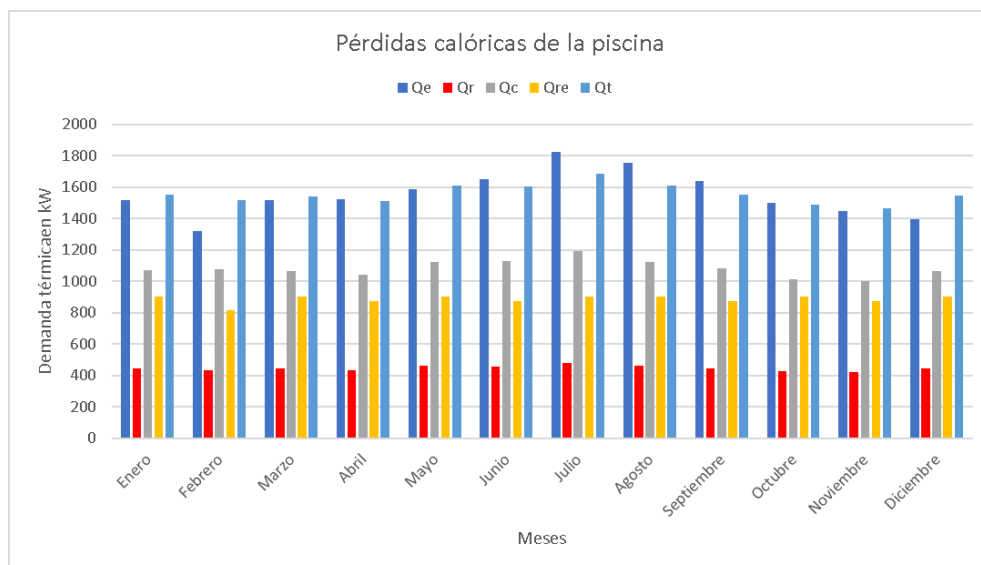
Los resultados que se muestran de la demanda representan la totalidad de pérdidas a lo largo de todas las horas del año, sin embargo, para el diseño se debe enfocar en la demanda que se presenta solo en las horas de uso de la piscina que son 8 horas en el



día, ya que en la noche o madrugada ningún usuario hará uso de la piscina. La demanda para compensar en las horas de uso de la piscina se muestra a continuación.

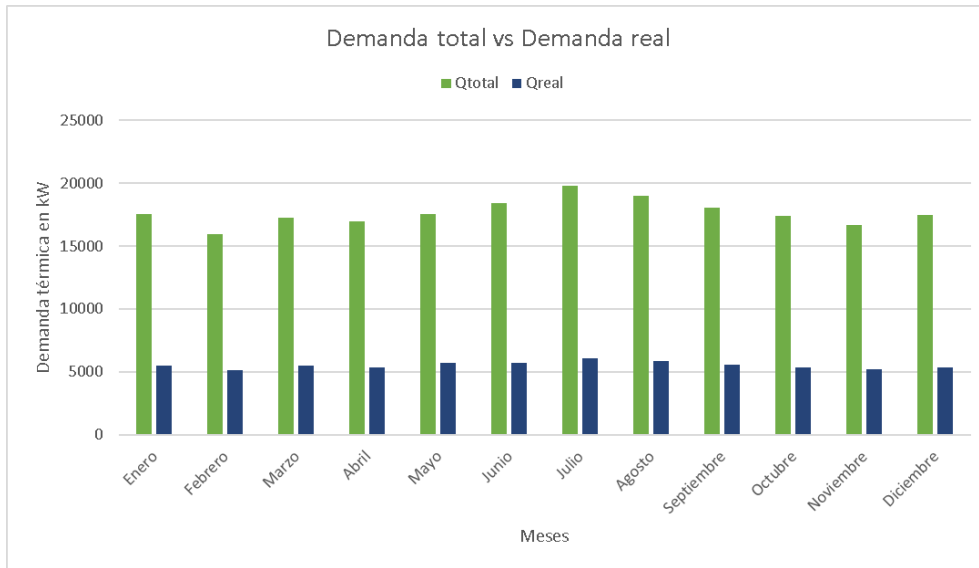
**Tabla 3.5.** Demanda térmica real de la piscina

	DEMANDA TERMICA REAL DE LA PISCINA					
	Evaporación	Radiación	Convección	Renovación	Transmisión	Total
	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
	$Q_e$	$Q_r$	$Q_c$	$Q_{re}$	$Q_t$	$Q_{total}$
<b>Enero</b>	1516,69	444,30	1071,13	905,31	1553,20	5490,62
<b>Febrero</b>	1322,14	433,33	1075,27	817,70	1520,44	5168,88
<b>Marzo</b>	1516,71	441,28	1062,31	905,31	1542,48	5468,09
<b>Abril</b>	1523,16	432,00	1042,36	876,10	1510,32	5383,95
<b>Mayo</b>	1589,07	460,60	1122,48	905,31	1612,16	5689,61
<b>Junio</b>	1651,95	457,51	1127,71	876,10	1603,82	5717,10
<b>Julio</b>	1823,13	480,80	1194,04	905,31	1687,20	6090,47
<b>Agosto</b>	1758,47	460,17	1122,50	905,31	1610,97	5857,41
<b>Septiembre</b>	1639,21	443,64	1082,19	876,10	1553,20	5594,34
<b>Octubre</b>	1498,70	427,31	1015,70	905,31	1491,26	5338,28
<b>Noviembre</b>	1445,68	419,23	1001,15	876,10	1463,87	5206,03
<b>Diciembre</b>	1396,36	442,09	1062,72	905,31	1544,86	5351,33
<b>TOTAL</b>	18681,26	5342,25	12979,57	10659,26	18693,77	<b>66356,11</b>



**Figura 3.13.** Demanda térmica real de la piscina

Al comparar la demanda total para cada hora del día a lo largo del año con la demanda real solo durante el periodo de uso de la piscina se puede observar una diferencia considerable que indudablemente será más fácil de compensar mediante el sistema de climatización.



**Figura 3.14.** Comparativa de la demanda térmica total y real de la piscina

Existen muchas formas de compensar la pérdida de calor en una piscina, unos más complejos que otros, en nuestro caso particular se plantea el uso de dos sistemas para climatización y microgeneración, el primero mediante el uso de paneles híbridos PVT y el segundo mediante paneles PVT asistidos por bomba de calor.

### 3.3. DISEÑO DE SISTEMA PVT

En el diseño de climatización y microgeneración mediante el uso de paneles híbridos se requiere conocer ciertas variables importantes que permiten el cálculo de los parámetros que son de propio interés como son la capacidad calórica y la potencia eléctrica que el panel es capaz de producir, para ello se requiere conocer la temperatura interna del panel  $T_m$  y la temperatura de la célula  $T_c$  ya que estas dos variables intervienen directamente en la generación de la capacidad calórica y eléctrica respectivamente. Como se describió en el punto 2.6 se emplea paneles AH72SK de la marca Abora con sus respectivas características técnicas y físicas conforme las tablas: Tabla 2.5. Especificaciones generales del panel AH72SK Tabla 2.6. Especificaciones térmicas del panel AH72SK y Tabla 2.7. Especificaciones eléctricas del panel AH72SK para calcular la generación de energía del panel.

#### 3.3.1. CÁLCULO DE TEMPERATURA INTERNA $T_m$

Como se describió en la sección 1.3.1.5 la temperatura interna forma parte de la ecuación (1.7) que se encuentra en función de la eficiencia del panel, la Figura 2.4. Rendimiento del panel AH72SK, otorga el punto de partida para el cálculo de la temperatura interna a partir de la curva de eficiencia térmica, mediante los puntos de partida  $(x_i ; y_i)$  previstos en la ficha técnica del panel se establece la relación existente

entre la eficiencia y la ecuación (1.7) para de esta manera definir la relación entre ambas expresiones.

### Punto de máxima eficiencia

El punto de máxima eficiencia  $(x_1; y_1)$  conforme la Figura 2.4. Rendimiento del panel AH72SK, es  $(0; 70)$  lo cual se traduce en que cuando  $\frac{T_m - T_a}{G} = 0$ , la eficiencia del panel es del 70% o bien del 0,7 si tomamos como base la unidad.

### Punto de mínima eficiencia

El punto de mínima eficiencia  $(x_2; y_2)$  conforme la Figura 2.4. Rendimiento del panel AH72SK, es  $(0,08; 20)$  lo cual se traduce en que cuando  $\frac{T_m - T_a}{G} = 0,08$ , la eficiencia del panel es del 20% o bien de 0,2 si tomamos como base la unidad.

Mediante la ecuación de la recta se puede determinar la ecuación que gobierna la expresión  $\frac{T_m - T_a}{G}$  para obtenerla en función de la eficiencia térmica. En primer lugar, se calcula la pendiente.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3.1)$$

$$m = \frac{0,2 - 0,7}{0,08 - 0} \quad (3.2)$$

$$m = -6,25 \quad (3.3)$$

Cuando se ha determinado la pendiente, luego se determina la ecuación de la recta.

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad (3.4)$$

$$y - 0,7 = m(x - 0) \quad (3.5)$$

$$y = -6,25x + 0,7 \quad (3.6)$$

Una vez que se ha obtenido la ecuación de la recta se reemplaza el valor de los ejes con su correspondiente, de tal manera que el eje de las ordenadas "y" representa la eficiencia del panel ( $\eta$ ) mientras que el eje de las abscisas "x" representa el término  $\left(\frac{T_m - T_a}{G}\right)$  conforme la Figura 2.4. Rendimiento del panel AH72SK, lo cual permite dar lugar a la ecuación de la eficiencia en función de  $T_m$ .

$$\eta_{\text{térmico}} = -6,25 \left( \frac{T_m - T_a}{G} \right) + 0,7 \quad (3.7)$$

Ahora bien, se conoce que la ecuación del calor producido por el panel mediante la ecuación (1.5) es:  $q_u = \dot{m} * C_p \cdot (t_{out} - t_{in})$ , donde  $t_{out}$  es la temperatura interna o de

salida que se puede expresar como  $T_m$  y  $t_{in}$  es la temperatura externa o de entrada que se puede expresar como  $T_a$ . Adicionalmente de la ecuación (1.2) se conoce que la eficiencia térmica del panel es:  $\eta_{t\acute{e}rmico} = \frac{q_u}{A \cdot I_{gl}}$ , si se despeja el calor en la ecuación del rendimiento térmico se tiene dos ecuaciones para expresar el calor que se pueden igualar, además se puede expresar  $I_{gl}$  como  $G$  ya que ambas denominaciones representan la irradiación incidente sobre el panel, de esta manera se obtiene una nueva expresión.

$$\dot{m} * C_p \cdot (T_m - T_a) = \eta_{t\acute{e}rmico} \cdot A \cdot G \quad (3.8)$$

Al conocer la ecuación (3.7) para el rendimiento térmico se puede reemplazarla en la ecuación (3.8).

$$\dot{m} * C_p \cdot (T_m - T_a) = \left[ -6,25 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{G} \right) + 0,7 \right] \cdot A \cdot G \quad (3.9)$$

$$\dot{m} * C_p \cdot (T_m - T_a) = \left( \frac{-6,25 \cdot T_m}{G} + \frac{6,25 \cdot T_a}{G} + 0,7 \right) \cdot A \cdot G \quad (3.10)$$

$$\dot{m} C_p (T_m - T_a) = -6,25 T_m A + 6,25 T_a A + 0,7 A G \quad (3.11)$$

$$\dot{m} C_p T_m - \dot{m} C_p T_a = -6,25 T_m A + 6,25 T_a A + 0,7 A G \quad (3.12)$$

$$T_m (\dot{m} C_p + 6,25 A) = 6,25 T_a A + 0,7 A G + \dot{m} C_p T_a \quad (3.13)$$

Por último, se obtiene una ecuación para la temperatura interna despejando  $T_m$  de tal forma que:

$$T_m = \frac{6,25 T_a A + 0,7 A G + \dot{m} C_p T_a}{\dot{m} C_p + 6,25 A} \quad (3.14)$$

Donde:

$T_a$  = Temperatura externa [ $^{\circ}C$ ]

$A$  = Área del panel [ $m^2$ ]

$G$  = Irradiancia incidente sobre el panel [ $\frac{W}{m^2}$ ]

$\dot{m}$  = Flujo másico [ $\frac{kg}{h}$ ]

$$C_p = \text{Calor específico del agua} \left[ \frac{Wh}{kg \text{ } ^\circ C} \right]$$

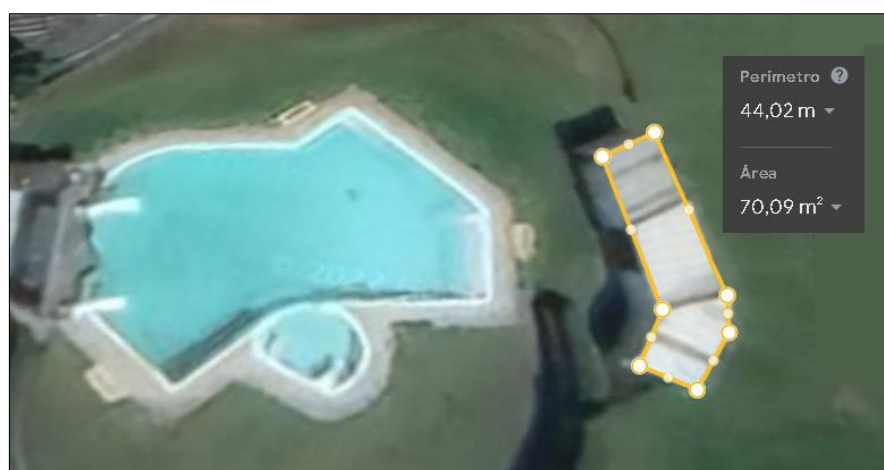
### 3.3.2. PRODUCCIÓN CALÓRICA DEL PANEL

El calor generado por el panel se calcula mediante la ecuación (1.5) tomando como flujo masico el proporcionado por la ficha técnica del panel de 60 kg por hora. El fabricante establece un porcentaje de pérdidas técnicas de 4% en referencia a pérdidas por encapsulado, con el ambiente, por efecto del viento, y calor almacenado en los elementos, lo cual facilita el proceso y evita realizar el cálculo individual de pérdidas. En caso de existir pérdidas por agentes externos se debe sumar al porcentaje de pérdidas técnicas, sin embargo, ya que el terreno no posee sombreado las pérdidas por agentes externos son despreciables.

#### 3.3.2.1. Área disponible de instalación

La instalación de los colectores solares de calor para piscinas se suele instalar lo más cerca posible de la piscina para mitigar la disipación de calor, por otra parte, los sistemas fotovoltaicos en general no se instalan a nivel del suelo cuando el lugar es concurrido para evitar daños por actividad humana.

Es recomendable en caso de climatización de piscinas que los sistemas de climatización se instalen en el cuarto de máquinas, esta recomendación es acertada para el uso de nuestros paneles híbridos PVT, de esta manera el lugar óptimo para instalar los paneles es la superficie del techo de los vestidores ya que se encuentra cerca de la piscina y al mismo tiempo en un lugar elevado libre de salpicaduras y sombreado.



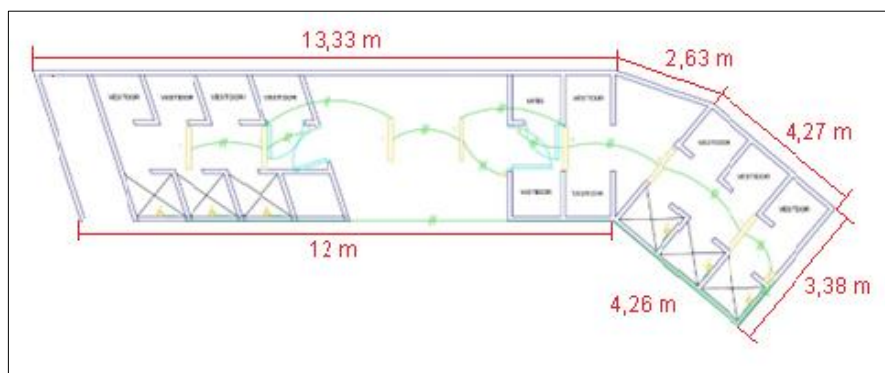
**Figura 3.15.** Área disponible para instalación de paneles

El espacio de instalación designado es la parte superior de los vestidores, el espacio es óptimo y no cuenta con gran inclinación en su estructura, es necesario resaltar que en

las regiones ecuatoriales el azimut e inclinación de los paneles se toma como la latitud en la que se encuentra como medio para el mejor aprovechamiento de la radiación solar.

Se debe aproximar el número de paneles necesarios que el espacio asignado permite instalar, ya que las estructuras y soportes de los paneles no cuentan con espaciado relevante, es decir que el espacio entre paneles es nulo, lo cual beneficia al aprovechamiento del área de instalación, se aproxima las dimensiones del espacio designado de instalación mediante la herramienta digital "Maps" de Google para obtener el perímetro y área que ocupan los paneles después de su instalación, entonces se obtiene que el perímetro aproximado es de 44.02 metros y el área de instalación se aproxima a 70,09 metros cuadrados, esta área permite la instalación de un número considerable de paneles.

A partir de una cinta métrica se estableció las dimensiones de los vestidores reales que permiten la instalación de los paneles, en la Figura 3.16. Dimensiones del lugar de instalación para paneles, se muestran las dimensiones de los vestidores de la piscina.

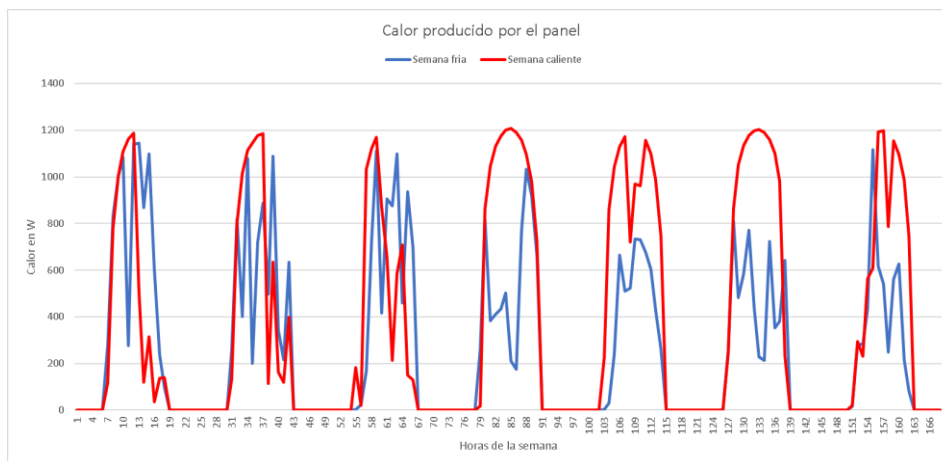


**Figura 3.16.** Dimensiones del lugar de instalación para paneles

El amplio espacio disponible asegura la incorporación de gran cantidad de paneles, alrededor de 35 paneles se pueden colocar en el área disponible incluyendo sus respectivos soportes, lo importante es conocer la cantidad necesaria de paneles que permita satisfacer la demanda calórica de la piscina.

### 3.3.2.2. Cálculo de producción calórica

La cantidad de calor que un panel es capaz de generar se determina en base a la ecuación (1.5), ya que se estableció el cálculo de la temperatura de salida  $T_m$ , se conoce la temperatura de entrada que se puede determinar mediante la ecuación (1.6) y el caudal se especifica en la ficha técnica del panel de 60 kg/h, es posible establecer el cálculo la producción calórica del panel.



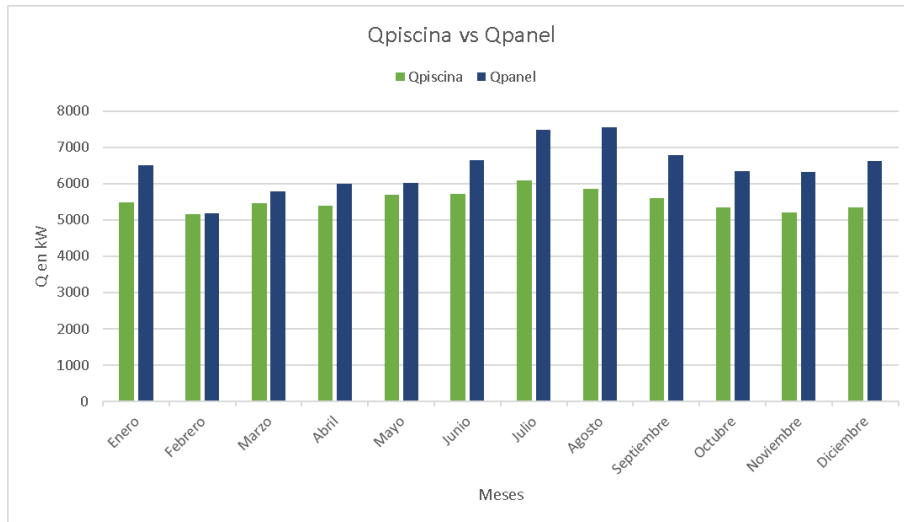
**Figura 3.17.** Producción calórica del panel

La producción de calor irregular del panel se debe al aspecto climático a lo largo de todo el año, se conoce que en determinada hora se puede disponer de sol y en la hora siguiente tener clima totalmente nublado o inclusive lluvia, este ocurre frecuentemente en las provincias de la sierra andina del Ecuador.

Al disponer de la demanda calórica que se desea compensar y de la producción del panel, se realiza la comparativa para conocer la cantidad de paneles que se requieren.

**Tabla 3.6.** Compensación calórica por número de paneles

	Calor Q [kW]				
	Demanda calórica	Número de paneles			
		1	15	19	28
<b>Enero</b>	5490,62	232,60	3489,00	4419,41	6512,81
<b>Febrero</b>	5168,88	185,16	2777,40	3518,04	5184,48
<b>Marzo</b>	5468,09	206,90	3103,45	3931,04	5793,11
<b>Abril</b>	5383,95	213,77	3206,57	4061,65	5985,59
<b>Mayo</b>	5689,61	214,74	3221,16	4080,14	6012,83
<b>Junio</b>	5717,10	237,05	3555,74	4503,93	6637,38
<b>Julio</b>	6090,47	267,23	4008,48	5077,41	7482,49
<b>Agosto</b>	5857,41	269,94	4049,06	5128,81	7558,25
<b>Septiembre</b>	5594,34	241,94	3629,10	4596,86	6774,33
<b>Octubre</b>	5338,28	226,36	3395,39	4300,83	6338,06
<b>Noviembre</b>	5206,03	225,38	3380,73	4282,26	6310,70
<b>Diciembre</b>	5351,33	236,05	3540,68	4484,86	6609,26
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>2757,12</b>	<b>41356,76</b>	<b>52385,23</b>	<b>77199,29</b>

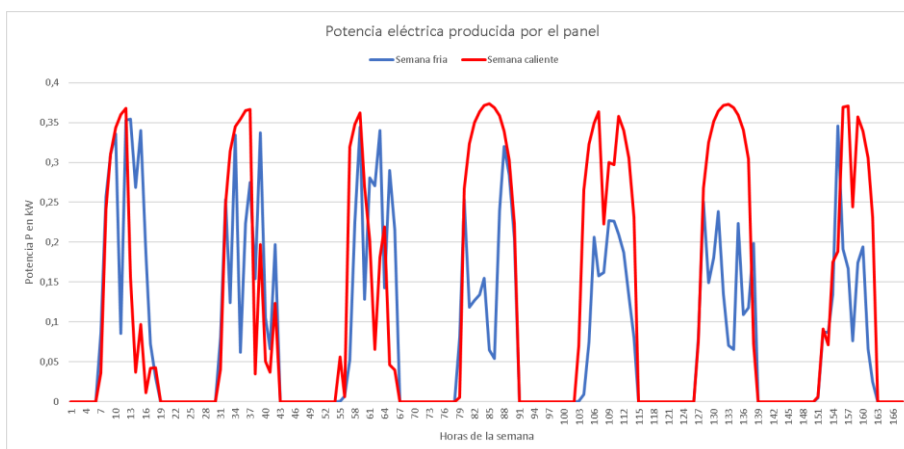


**Figura 3.18.** Compensación de la demanda calórica para 28 paneles

Para abastecer la demanda calórica en su totalidad se requieren 28 paneles como se aprecia en la Figura 3.18, es destacable que se presenta en el mes de febrero la menor producción por parte del panel mientras que en los demás meses la producción satisface por completo el requerimiento calórico e inclusive supera la demanda. En cuanto a la microgeneración eléctrica que se produce con los 28 paneles se debe determinar si el aporte que producen los paneles permite compensar en parte o en su totalidad el consumo registrado en la facturación mensual.

### 3.3.3. MICROGENERACIÓN ELÉCTRICA

La producción eléctrica del panel se determina a partir de la ecuación (1.8) donde la temperatura de la célula se calcula mediante la ecuación (1.9) conociendo que el tipo de panel es vidrio/vidrio y los términos " $\Delta T$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $b$ " toman los valores correspondientes según la Tabla 1.1, se obtiene el siguiente resultado:



**Figura 3.19.** Potencia eléctrica generada por el panel



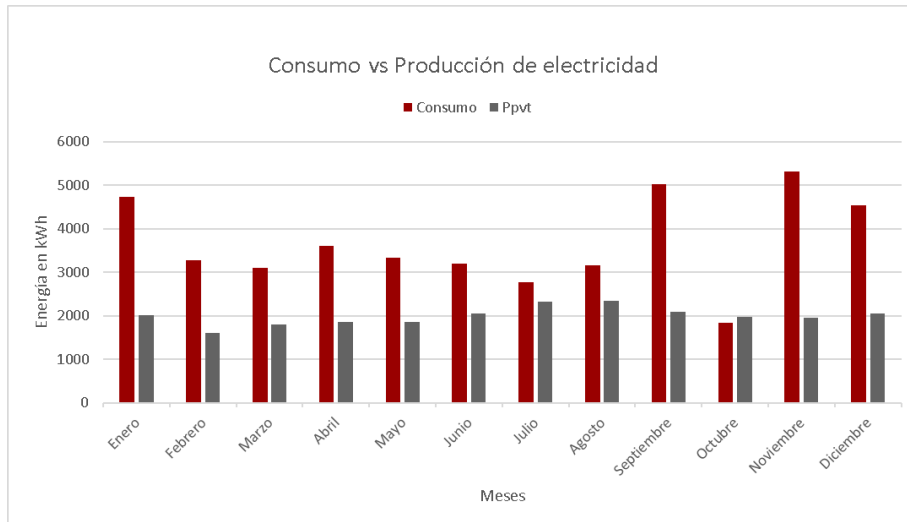
La producción eléctrica lleva la misma tendencia que la producción calórica pues, aunque sean variables por completo diferentes ambas dependen principalmente de la incidencia solar sobre el panel y las temperaturas interna  $T_m$  y de la temperatura de la célula  $T_c$  las cuales se estiman en base a la temperatura ambiente. Conocer la producción eléctrica permite dimensionar la microgeneración para autoconsumo y posibles excedentes para aporte a la red en base al número de paneles en que se encuentre la capacidad de instalar.

Establecer la microgeneración eléctrica disponible como parte del diseño nos permite desarrollar un importante aporte enfocado al consumo eléctrico del contador de energía asociado a la piscina pues es evidente que el aporte eléctrico permite mitigar el consumo energético otorgando ciertos beneficios que se ven reflejados en la reducción del monto de facturación mensual y en caso de existir un posible excedente que aporte a la red, el beneficio se ve reflejado por medio de incentivos económicos que están a cargo de la empresa distribuidora de energía.

**Tabla 3.7.** Energía producida por número de paneles

	<b>Energía eléctrica [kWh]</b>				
	<b>Consumo eléctrico</b>	<b>Producción según número de paneles</b>			
		<b>1</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>28</b>
<b>Enero</b>	<b>4720</b>	72,01	1080,19	1368,24	2016,35
<b>Febrero</b>	<b>3281</b>	57,33	859,88	1089,18	1605,10
<b>Marzo</b>	<b>3093</b>	64,05	960,82	1217,04	1793,53
<b>Abril</b>	<b>3602</b>	66,18	992,75	1257,48	1853,13
<b>Mayo</b>	<b>3337</b>	66,48	997,26	1263,20	1861,56
<b>Junio</b>	<b>3197</b>	73,39	1100,85	1394,41	2054,92
<b>Julio</b>	<b>2769</b>	82,73	1241,02	1571,95	2316,56
<b>Agosto</b>	<b>3154</b>	83,57	1253,58	1587,87	2340,02
<b>Septiembre</b>	<b>5016</b>	74,90	1123,56	1423,18	2097,32
<b>Octubre</b>	<b>1835</b>	70,08	1051,20	1331,53	1962,25
<b>Noviembre</b>	<b>5313</b>	69,78	1046,67	1325,78	1953,78
<b>Diciembre</b>	<b>4531</b>	73,08	1096,19	1388,50	2046,21
<b>TOTAL</b>	<b>43848</b>	<b>853,60</b>	<b>12803,96</b>	<b>16218,35</b>	<b>23900,73</b>

Al realizar la comparativa entre el consumo eléctrico y la generación del panel, mes a mes, se establece que el mes de noviembre es el que requiere de mayor cantidad de paneles, con un aproximado de 76 paneles para cubrir su consumo. Si se realiza la comparativa con el valor anual se requiere un aproximado de 52 paneles.



**Figura 3.20.** Consumo de energía y producción para 28 paneles

Los 28 paneles que compensan la demanda calórica mensual de la piscina aportan una generación de energía eléctrica que no permite satisfacer por completo el consumo mensual de electricidad. Si se observa la producción eléctrica desde otra perspectiva para satisfacer el consumo de energía eléctrica al año hace falta 52 paneles, sin embargo, se excede por completo la demanda calórica lo cual representa un desperdicio de energía.

### 3.4. DISEÑO DE SISTEMA PVT + HP

Como ya se conoce la demanda térmica que se desea satisfacer, de igual manera la producción calórica del panel, así como la microgeneración eléctrica, el diseño del sistema de climatización y microgeneración basado en paneles termo-fotovoltaicos asistidos por bomba de calor (PVT+HP) es sencillo de implementar, el objetivo se centra en adecuar el sistema de tal manera que la bomba de calor compense la demanda calórica faltante que un cierto número de paneles no logre abastecer, para ello es indispensable establecer el número de paneles que se implementarán, si la cantidad de paneles no logra cumplir con la demanda de calor requerida, la bomba de calor se encargara de satisfacer la exigencia de calor. La microgeneración eléctrica de los paneles a su vez permite aportar al consumo eléctrico de la bomba de calor.

El propósito de incorporar un sistema de microgeneración eléctrica es reducir la energía consumida de la red, en el diseño del sistema PVT+HP uno de los objetivos es como mínimo evitar el aumento de consumo eléctrico que implicaría incorporar una bomba de calor o en el mejor de los casos inclusive aportar energía a la red.

El aporte energético de los paneles y aporte de la bomba de calor, así como también su consumo son dependientes entre sí, por ejemplo, se asume que hipotéticamente se tiene una demanda calórica que cumplir y se cuenta con un cierto número de paneles que aportan calor y electricidad, el aporte calórico que la bomba debe realizar será igual a la demanda menos el aporte de los paneles, con un cierto consumo de energía eléctrica, si la producción de electricidad de los paneles es menor al consumo eléctrico de la bomba, se necesitan más paneles para prender la bomba de calor, pero al incorporar más paneles se aporta más calor a la demanda y la bomba tendrá que aportar menor cantidad de calor, por consiguiente prenderse menos tiempo, lo que reduce su consumo eléctrico por lo cual la electricidad generada por los paneles ahora es mayor al consumo de la bomba, por esta situación es pertinente llegar a un balance entre calor aportado y energía eléctrica consumida.

La bomba de calor elegida se describe en la sección 2.7 y los aspectos de interés se presentan en la Tabla 2.9. Características técnicas de la bomba GS-HE150RA, entre los principales aspectos se tiene un consumo eléctrico de 6kW y un aporte calórico de 142000 BTU con un COP de 6,2 en condiciones nominales estándar de operación, para las condiciones de trabajo presentes en la fundación se establece la operación de la bomba de calor en 120000 BTU según la ficha técnica.

Conociendo el consumo de la bomba y el aporte del panel se realizó varias pruebas con distintos números de paneles hasta llegar a la cantidad de paneles que permite el funcionamiento la bomba de calor para dos casos:

- El primero para cubrir por completo el consumo eléctrico de la bomba, para lo cual se requiere de 19 paneles (sistema PVT19+HP).
- El segundo para cubrir aproximadamente la mitad del consumo eléctrico de la bomba, para lo cual se requiere 15 paneles (sistema PVT15+HP), el restante de energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de la bomba se obtiene de la red eléctrica.

Se asume que la bomba trabaja a su capacidad más baja en concordancia con su respectiva ficha técnica y con los aspectos operativos que se presentan en la Tabla 3.8. Datos operativos de la bomba de calor, de tal manera que estos datos son por completo relevantes y se deben tomar en cuenta para los cálculos necesarios que se requieran para la inclusión de la bomba de calor al sistema PVT.

**Tabla 3.8.** Datos operativos de la bomba de calor

Datos operativos	
Consumo eléctrico	6 [kW]
Capacidad térmica	120000 BTU $\approx$ 33,431[kW]

### 3.4.1. SISTEMA PVT19+HP

Es pertinente establecer los aspectos que hasta ahora se conoce, en la sección 3.3 se calculó la demanda térmica de la piscina y la microgeneración del conjunto de paneles en calor y electricidad, además se conoce los parámetros operativos de la bomba reflejados en la Tabla 3.8. Datos operativos de la bomba de calor, Ahora para el cálculo de los parámetros de la bomba de calor se procede con siguiente lineamiento:

- a) Determinar el aporte calórico de la bomba. Para el cálculo de calor que la bomba debe aportar al sistema se procede con la resta entre la demanda térmica  $Q_{pis}$  y el calor generado por el conjunto de paneles  $Q_{PVT}$ , con esto se establece el aporte de calor  $Q_{HP}$  que la bomba debe aportar para mantener la temperatura de confort en la piscina.
- b) Es evidente que la bomba de calor no se encuentra operativa a lo largo de todo el día, su periodo de funcionamiento se limita a las horas del día en que la piscina se encuentra operativa, además dentro de este periodo la bomba de calor no siempre opera las 8 horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas el conjunto de paneles aporta menor o mayor calor a la piscina por lo cual es pertinente calcular las horas de funcionamiento de la bomba, para ello se divide el aporte calórico de la bomba  $Q_{HP}$  para su capacidad térmica aproximadamente de 33,43 kW.
- c) Calcular el consumo eléctrico de la bomba de calor  $E_{HP}$  durante su periodo de funcionamiento, este cálculo es importante ya que incide en el valor de facturación mensual, entonces se procede a multiplicar las horas de trabajo de la bomba de calor por el valor de consumo eléctrico establecido en la ficha técnica de 6kW.

Establecidos los lineamientos a seguir se procede a realizar el cálculo de cada uno de los aspectos involucrados en el sistema PVT19+HP que son de interés para el diseño, la demanda requerida, la producción del conjunto de paneles tanto en calor como energía eléctrica y la producción y consumo eléctrico de la bomba de calor son los aspectos que

se debe resaltar ya que de no disponer de alguno de ellos no es posible realizar el diseño planteado para el uso de 19 paneles híbridos asistidos mediante una bomba de calor.

En la tabla Tabla 3.9. Producción del sistema PVT19+HP, se muestra los cálculos de cada uno de los parámetros mencionados necesarios para el diseño del sistema PVT19+HP.

**Tabla 3.9.** Producción del sistema PVT19+HP

	Demanda	Paneles		Bomba	
		$Q_{PVT}$	$E_{PVT}$	$Q_{HP}$	Consumo $E_{HP}$
	$[kW]$	$[kW]$	$[kWh]$	$[kW]$	$[kWh]$
<b>Enero</b>	5490,62	4419,41	1368,24	1071,22	1069,79
<b>Febrero</b>	5168,88	3518,04	1089,18	1650,83	1638,12
<b>Marzo</b>	5468,09	3931,04	1217,04	1537,05	1537,83
<b>Abril</b>	5383,95	4061,65	1257,48	1322,30	1337,24
<b>Mayo</b>	5689,61	4080,14	1263,20	1609,47	1604,69
<b>Junio</b>	5717,10	4503,93	1394,41	1213,16	1203,52
<b>Julio</b>	6090,47	5077,41	1571,95	1013,07	1002,93
<b>Agosto</b>	5857,41	5128,81	1587,87	728,60	735,48
<b>Septiembre</b>	5594,34	4596,86	1423,18	997,48	1002,93
<b>Octubre</b>	5338,28	4300,83	1331,53	1037,46	1036,36
<b>Noviembre</b>	5206,03	4282,26	1325,78	923,77	936,07
<b>Diciembre</b>	5351,33	4484,86	1388,50	866,47	869,21
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>52385,23</b>	<b>16218,35</b>	<b>13970,88</b>	<b>13974,19</b>

### 3.4.2. SISTEMA PVT15+HP

El sistema PVT15+HP está orientado a suministrar aproximadamente el 50% de energía eléctrica para el funcionamiento de la bomba de calor, el proceso de cálculo es el mismo que en el Caso 1 para el sistema PVT19+HP, la diferencia es que se cuenta con 15 paneles en funcionamiento, se procede a realizar el cálculo de cada uno de los aspectos involucrados en el sistema PVT15+HP que son de interés para el diseño, la demanda requerida, la producción del conjunto de paneles tanto en calor como energía eléctrica y la producción y consumo eléctrico de la bomba de calor son los aspectos que se debe establecer al igual que el sistema con 19 paneles, ya que de igual manera si no se dispone de alguno de estos parámetros, no es posible realizar el diseño planteado para el uso de 15 paneles híbridos asistidos mediante una bomba de calor, la producción del sistema se detalla en la Tabla 3.10. Producción del sistema PVT15+HP y permite establecer una comparativa entre ambos sistemas tanto en el aspecto de producción

energética de calor y electricidad del conjunto de paneles como del aporte y consumo de la bomba de calor, en el capítulo de resultados y discusión se expresa esta comparativa con mayor detalle, incluyendo el uso del calentador a gas con el que cuenta actualmente la Fundación Nueva Vida y aspectos económicos que pueden ser de relevancia.

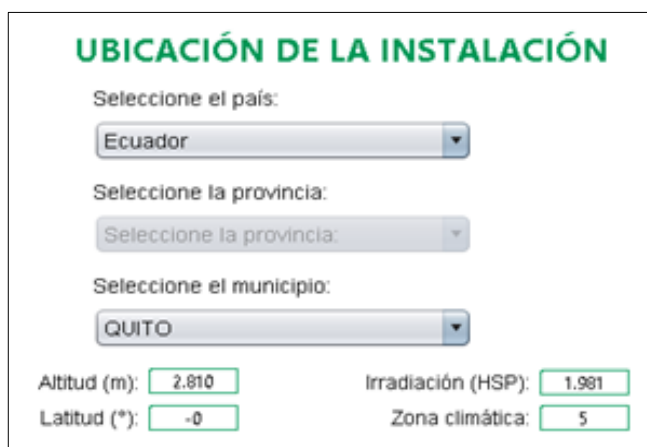
**Tabla 3.10.** Producción del sistema PVT15+HP

	Demanda térmica	Paneles		Bomba	
		$Q_{PVT}$	$E_{PVT}$	$Q_{HP}$	Consumo $E_{HP}$
	[kW]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
<b>Enero</b>	5490,62	3489,00	1080,19	2001,62	2005,87
<b>Febrero</b>	5168,88	2777,40	859,88	2391,47	2407,04
<b>Marzo</b>	5468,09	3103,45	960,82	2364,63	2373,61
<b>Abril</b>	5383,95	3206,57	992,75	2177,38	2173,02
<b>Mayo</b>	5689,61	3221,16	997,26	2468,45	2473,90
<b>Junio</b>	5717,10	3555,74	1100,85	2161,36	2173,02
<b>Julio</b>	6090,47	4008,48	1241,02	2081,99	2072,73
<b>Agosto</b>	5857,41	4049,06	1253,58	1808,35	1805,28
<b>Septiembre</b>	5594,34	3629,10	1123,56	1965,24	1972,43
<b>Octubre</b>	5338,28	3395,39	1051,20	1942,89	1939,00
<b>Noviembre</b>	5206,03	3380,73	1046,67	1825,30	1838,71
<b>Diciembre</b>	5351,33	3540,68	1096,19	1810,65	1805,28
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>41356,76</b>	<b>12803,96</b>	<b>24999,35</b>	<b>25039,88</b>

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ESTIMACIÓN POR SOFTWARE

Mediante el software Abora Hybrid se realiza una estimación con los datos de demanda térmica y eléctrica que se ha calculado, el objetivo de usar un software enfocado al uso de paneles PVT es hacer una comparativa de los resultados propios obtenidos mediante cálculos detallados, con los resultados que arroja el software. Se debe recalcar que el software hace uso de sus propias bases de datos meteorológicas como irradiancia, temperatura ambiente, altitud, etc., además del hecho que no permite seleccionar un sector específico de análisis y se limita a usar datos meteorológicos generales de toda una región o ciudad. En primer lugar, seleccionamos la ciudad de Quito como punto de análisis ya que se encuentra en la misma provincia en que se ubica la Fundación Nueva Vida.



**UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Seleccione el país:  
Ecuador

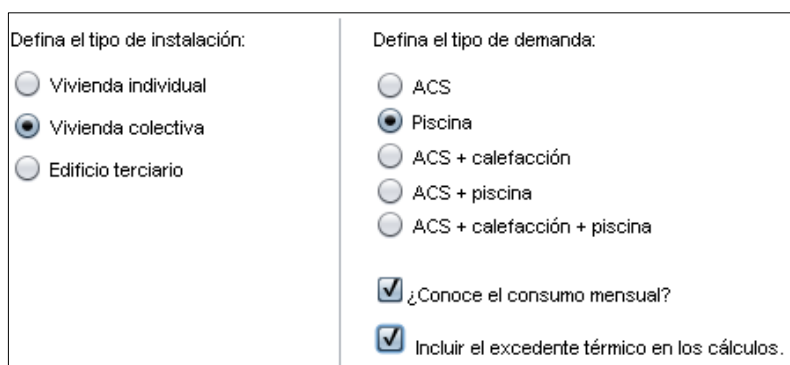
Seleccione la provincia:  
Seleccione la provincia:

Seleccione el municipio:  
QUITO

Altitud (m): 2.810      Irradiación (HSP): 1.981  
Latitud (\*): -0      Zona climática: 5

**Figura 4.1.** Ubicación del terreno en Abora Hybrid

Posteriormente es necesario especificar el tipo de instalación según el uso final de los paneles por parte del usuario y se establece parámetros de demanda térmica y eléctrica.



Defina el tipo de instalación:

Vivienda individual  
 Vivienda colectiva  
 Edificio terciario

Defina el tipo de demanda:

ACS  
 Piscina  
 ACS + calefacción  
 ACS + piscina  
 ACS + calefacción + piscina

¿Conoce el consumo mensual?  
 Incluir el excedente térmico en los cálculos.

**Figura 4.2.** Tipo de instalación en Abora Hybrid

**DEMANDA TÉRMICA**

Ocupación (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
ACS (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calefacción (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piscina (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>5.491</b>	<b>5.169</b>	<b>5.468</b>	<b>5.384</b>	<b>5.690</b>	<b>5.717</b>	<b>6.090</b>	<b>5.857</b>	<b>5.594</b>	<b>5.338</b>	<b>5.206</b>	<b>5.351</b>	<b>66.355</b>	

**DEMANDA ELÉCTRICA**

¿Cómo desea introducir el valor de demanda?  Anual  Mes a mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>Demanda (kWh)</b>	<b>1.069</b>	<b>1.638</b>	<b>1.538</b>	<b>1.337</b>	<b>1.605</b>	<b>1.204</b>	<b>1.003</b>	<b>735</b>	<b>1.003</b>	<b>1.036</b>	<b>936</b>	<b>869</b>	<b>13.973</b>

**Figura 4.3.** Parámetros de demanda en Abora Hybrid

Definido los términos de demanda térmica y consumo eléctrico que el conjunto de paneles debe satisfacer se debe especificar las pérdidas presentes que afectan al panel, ya que no se cuenta con sombreado, el porcentaje de pérdidas en este apartado se define como cero.

Pérdidas de energía por distribución (%):

Defina el Albedo:

Defina el porcentaje de pérdidas por sombras (%):

¿Desea incluir paneles fotovoltaicos adicionales?

Incluir paneles fotovoltaicos

**Figura 4.4.** Pérdidas del panel en Abora Hybrid

La estimación por parte del software establece un número recomendado de 26 paneles para la climatización de la piscina, el resultado obtenido mediante análisis y cálculos propios arroja un total de 28 paneles que permiten mantener la temperatura de la piscina, esta diferencia tiene su fundamento en que el software Abora Hybrid es un analizador básico de sistemas PVT el cual no permite verificar datos importantes para el diseño como aspectos meteorológicos, índices, constantes y coeficientes para determinar la producción de los paneles, etc. El resultado del software muestra en el punto 1 de la Figura 4.5. Número recomendado de paneles en Abora Hybrid la estimación del número de paneles requeridos para el sistema en base a la demanda, en el punto 2 el usuario puede incrementar o reducir el número de paneles según sus requerimientos con la finalidad de emular pruebas con distintos números de paneles y seleccionar el sistema que mejor se ajuste a las necesidades del usuario.



Nombre:	aH72SK	Tipo:	Híbrido
Rendimiento óptico:	0,70	Área total (m <sup>2</sup> ):	1,96
a1 (W/m <sup>2</sup> -K):	5,98	Área de apertura (m <sup>2</sup> ):	1,88
a2 (W/m <sup>2</sup> -K <sup>2</sup> ):	0,00	Potencia eléctrica (Wp):	350
Número de paneles:	26		
Número estimado de paneles:	26		
Defina la orientación y la inclinación de los paneles:			
Inclinación óptima	<input checked="" type="radio"/> Anual	<input type="radio"/> Invierno	<input type="radio"/> Verano

**Figura 4.5.** Número recomendado de paneles en Abora Hybrid

Es pertinente aclarar que software Abora Hybrid no es un programa que permita un completo análisis de sistemas con paneles PVT ya que tiene muchas limitantes, los datos de entrada son los más básicos como demanda y tipo de instalación, a diferencia de otros software especializados no cuenta la diligencia necesaria que permita manipular datos de entrada importantes, de tal manera que no permite establecer datos meteorológicos propios específicos de un pequeño sector como una edificación, centro recreacional o la propia vivienda de quien requiera conocer una estimación mediante el uso de este software, en cambio utiliza sus propias bases de datos para grandes regiones como ciudades enteras y en muchas ocasiones el lugar de análisis no se encuentra dentro de la ciudad pero si en sus periferias como es el caso de la Fundación Nueva Vida, su enfoque se limita a establecer una idea inicial muy general de la producción de los paneles para que posteriormente el diseñador proceda a realizar un estudio detallado.

## 4.2. ANÁLISIS FINANCIERO

En el Ecuador en la resolución Nro. ARCERNNR-013/2021 estipula que un proyecto de microgeneración para autoconsumo no debe superar los 25 años de vida útil, al tomar en cuenta la vida útil de los equipos que conforman el sistema de interés, se ha establecido que el periodo de análisis sea de 20 años, adicionalmente según SENPLADES en Ecuador en similitud con el resto de la región se emplea una tasa de descuento del 12% para ejecución de proyectos públicos. Estas estimaciones no son de uso estrictamente obligatorio, en proyectos de microgeneración para autoconsumo que impliquen uso fotovoltaico es usual emplear una tasa de descuento de 8% [29].

Es pertinente establecer un modelo de inversión o capacidad de inversión, ya que la Fundación Nueva Vida es una institución sin fines de lucro, es decir, no venden productos ni consta con accionistas o inversores externos, por el contrario, lo que ofrece son servicios a su comunidad y a los interesados en hacer uso de sus instalaciones, por este

motivo la financiación del proyecto se da en su totalidad con medios de la propia fundación, no se tiene planteado adquirir prestamos o financiamientos externos, por este motivo es recomendable crear una cuenta bancaria destinada únicamente a administrar el flujo de dinero correspondiente al proyecto de climatización de la piscina, el valor monetario correspondiente al monto total de dinero oportuno a cada proyecto, en el caso del sistema PVT el monto mensual será igual únicamente al ahorro por cesar el consumo de GLP, en el sistema PVT+HP (con 19 y 15 paneles) el monto mensual total de dinero correspondiente será igual al ahorro por cesar el consumo de GLP menos el valor monetario extra en facturación por consumo eléctrico al incluir bomba de recirculación y la bomba de calor, en cuanto al valor anual se debe agregar los costos por operación y mantenimiento del sistema, sin embargo, estos valores monetarios se precisan en el análisis de cada uno de los sistemas posteriormente.

**Tabla 4.1.** Movimiento monetario mensual aproximado por proyecto

Sistema PVT	
Costo mensual en GLP	\$350,00
Consumo promedio por bomba de recirculación	\$6,57
Sistema PVT19+HP	
Costo mensual en GLP	\$350,00
Consumo promedio por bomba de recirculación	\$6,57
Consumo promedio por bomba de calor	\$88,42
Sistema PVT15+HP	
Costo mensual en GLP	\$350,00
Consumo promedio por bomba de recirculación	\$6,57
Consumo promedio por bomba de calor	\$145,60

Los valores monetarios mensuales reales por consumo para la bomba de recirculación y la bomba de calor para cada mes en particular se presentan en detalle en el análisis financiero de cada proyecto, para el sistema PVT únicamente se incluye la bomba de recirculación, el sistema PVT19+HP se incluye la bomba de recirculación y la bomba de calor y en el sistema PVT15+HP se incluye también la bomba de recirculación y la bomba de calor, sin embargo, al ser menos paneles el consumo de la bomba de calor es diferente al sistema con 19 paneles.

#### **4.2.1. CALENTADOR A GAS**

La fundación cuenta con un calentador a gas de gran antigüedad, este hecho ha deteriorado de tal manera la placa de identificación de calentador que no es posible

determinar su marca ni especificaciones técnicas, sin embargo en estudios anteriores y por evidencia de la misma administración de la fundación se afirmó que son necesarios al menos 5 cilindros comunes de GLP de 15 kg para calentar toda la piscina una sola vez, si bien el uso de la piscina generalmente no se limita a una sola vez por día, se asume que la piscina se calienta al menos 5 veces por semana, el costo por cilindro de GLP es de \$3,50 en la distribución por camión y de \$1,80 por compra en las dispensadoras, la fundación se abastece de GLP a través del camión de entrega, por lo cual el costo por cilindro es de \$3,50, con estos aspectos se calcula el gasto por uso de GLP anual.

**Tabla 4.2.** Gasto anual por calentamiento con GLP

N° de veces por semana que se calienta la piscina	5
N° de cilindros al día necesarios	5
Costo por cilindro	\$3,50
N° de cilindros al año	1300
Costo anual	<b>\$4.550,00</b>

Evidentemente el uso de GLP como medio de climatización no representa beneficio alguno, por el contrario, es perjudicial en términos financieros pues su uso se ve reflejado como un gasto anual y continuo que permanecerá durante todo el periodo de vida de la piscina.

El costo anual por uso de GLP se tomará como ahorro para el desarrollo de los flujos de fondo de los sistemas PVT, PVT19+HP y PVT15+HP puesto que al implementarse alguno de estos sistemas se dejará de usar GLP para calentar la piscina.

#### **4.2.2. SISTEMA PVT**

Es indispensable conocer los equipos y materiales involucrados para garantizar un correcto funcionamiento del sistema con sus respectivos costos ya que en base a ello se determina la inversión inicial del proyecto. Los precios presentados se establecieron en asesoría con la empresa Leinfinite S.A. International Energy and Engineering Partners que forma parte de la sede en Ecuador de la empresa Abora S.A.

**Tabla 4.3.** Costo de paneles para sistema PVT

PANEL HÍBRIDO	
AH72SK-ES	
Número de paneles	28
Precio unitario	\$799,87
TOTAL	<b>\$22.396,36</b>

**Tabla 4.4.** Costo por inclusión de inversor para sistema PVT

INVERSOR	
IR015.1-FRONIUS PRIMO3.8-1 208-240LITE	
Número de inversores	2
Precio unitario	\$2.068,64
TOTAL	<b>\$4.137,28</b>

**Tabla 4.5.** Costo por inclusión de bomba de recirculación para sistema PVT

BOMBA DE RECIRCULACIÓN	
Total-UTWP13706	
0,5HP/110V/370W/35Lpm	0,37 kW
Precio	<b>\$82,00</b>

**Tabla 4.6.** Costo por accesorios varios, instalación y configuración para sistema PVT

	Cantidad	P. unitario	P. Total
Protección DC	4	\$49,30	\$197,20
Kit conexión eléctrica panel	28	\$51,70	\$1.447,60
Protección AC	1	\$39,60	\$39,60
Estructura para 4 paneles	7	\$447,08	\$3.129,56
Kit conexión hidráulica 4 paneles	7	\$282,80	\$1.979,60
Sistema solar hidráulico Flow box	1	\$377,76	\$377,76
Regulador solar hidráulico plus	1	\$159,59	\$159,59
Medidor inteligente expo cero 100A	1	\$163,64	\$163,64
Deposito Tasty con 1 intercambiador (opcional)	0	\$2.306,76	\$0,00
Instalación y configuración	1	\$1.990,00	\$1.990,00
TOTAL			<b>\$9.484,55</b>

El monto de la inversión inicial se establece mediante la suma del total de costos de todos los equipos y materiales, de esta manera la inversión inicial es de **\$36.100,19**.

Se estableció una tasa de descuento de 8%, adicionalmente se debe conocer el ahorro económico en facturación por microgeneración de energía eléctrica que aporta el sistema al consumo mensual de electricidad.

**Tabla 4.7.** Ahorro en facturación por microgeneración eléctrica del sistema PVT

Energía producida [kWh]	23900,73
Costo de energía	\$0,06
Ahorro en facturación	<b>\$1.481,85</b>

El monto por operación y mantenimiento del sistema de paneles es **\$100** y como mínimo se recomienda una revisión anual. Se debe incluir los costos incrementales en la facturación eléctrica a causa de incluir la bomba de recirculación ya que la misma funciona constantemente durante el periodo de uso de la piscina.

**Tabla 4.8.** Costos en facturación eléctrica por inclusión de bomba de recirculación

MES	BOMBA DE RECIRCULACIÓN				
	Energía [kWh]	Demanda [kW]	Energía [USD]	Demanda [USD]	Total [USD]
Enero	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Febrero	82,88	0,37	5,13856	1,00048	\$6,14
Marzo	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Abril	88,8	0,37	5,5056	1,00048	\$6,51
Mayo	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Junio	88,8	0,37	5,5056	1,00048	\$6,51
Julio	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Agosto	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Septiembre	88,8	0,37	5,5056	1,00048	\$6,51
Octubre	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
Noviembre	88,8	0,37	5,5056	1,00048	\$6,51
Diciembre	91,76	0,37	5,68912	1,00048	\$6,69
<b>TOTAL</b>					<b>\$78,99</b>

**Tabla 4.9.** Resumen de valores monetarios para el flujo de fondos en sistema PVT

	Descripción	Monto [USD]
<b>Inversión inicial</b>	Es el monto inicial de dinero necesario para poner en marcha el sistema PVT.	<b>\$36.100,19</b>
<b>Costo O&amp;M</b>	Es un gasto anual necesario para mitigar la degradación del sistema PVT.	<b>\$100,00</b>
<b>Consumo de GLP</b>	Representa un ahorro ya que se evita el gasto anual en GLP para calentar la piscina.	<b>\$4.550,00</b>
<b>Producción eléctrica de los PVT</b>	Representa un ahorro en facturación eléctrica anual debido a la energía eléctrica aportada por el sistema PVT.	<b>\$1.481,85</b>
<b>Inclusión de bomba de recirculación</b>	Es un gasto, ya que la inclusión de la bomba de recirculación consume energía eléctrica que se ve reflejada en la facturación mensual.	<b>\$78,99</b>

El monto correspondiente a la inversión inicial refleja la suma de todos los costos necesarios para llevar a cabo la puesta en marcha del sistema PVT con un valor de \$36.100,19. Los gastos existentes en el sistema PVT se ven reflejados por el costo de operación y mantenimiento más el monto en facturación eléctrica por el consumo eléctrico en la inclusión de la bomba de recirculación con un valor de \$178,99. Los ahorros que se producen son a causa del cese en el uso de GLP para calentar la piscina sumado al ahorro en facturación eléctrica debido a la producción energética de los paneles PVT y tienen un valor de \$6.031,85.

**Tabla 4.10.** Flujo de fondo para sistema PVT

Años	Inversión [USD]	Gasto [USD]	Ahorro [USD]	Saldo fijo [USD]	Saldo actualizado [USD]	Flujo de fondo [USD]
0	-\$36.100,19	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	-\$36.100,19
1	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$5.419,31	-\$30.680,88
2	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$5.017,88	-\$25.663,00
3	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$4.646,18	-\$21.016,82
4	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$4.302,02	-\$16.714,79
5	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$3.983,35	-\$12.731,44
6	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$3.688,29	-\$9.043,15
7	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$3.415,08	-\$5.628,06
8	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$3.162,12	-\$2.465,95
9	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$2.927,88	\$461,94
10	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$2.711,00	\$3.172,94
11	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$2.510,19	\$5.683,13
12	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$2.324,25	\$8.007,38
13	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$2.152,08	\$10.159,46
14	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.992,67	\$12.152,13
15	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.845,06	\$13.997,20
16	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.708,39	\$15.705,59
17	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.581,84	\$17.287,43
18	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.464,67	\$18.752,10
19	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.356,18	\$20.108,28
20	\$0,00	-\$178,99	\$6.031,85	\$5.852,85	\$1.255,72	\$21.364,00

**Tabla 4.11.** Indicadores financieros para el sistema PVT

INVERSIÓN	\$36.100,19
VAN	\$21.364,00
TIR	15 %
PR	9 años

#### 4.2.3. SISTEMA PVT+HP

Los principales equipos dentro de este sistema son los paneles y la bomba de calor, sin embargo, se debe tomar en cuenta otros dispositivos y equipos que permitan la correcta operación del sistema, evidentemente por parte de los paneles, el número de estos pueden cambiar a criterio del usuario, nos referimos a que el sistema se puede implementar con una cantidad mínima de paneles o bien con una cantidad moderada que sea inferior al número de paneles requeridos por el sistema en que se utiliza solamente PVT, en concordancia con el diseño, el análisis financiero toma como base el uso de 19 y 15 paneles.

El uso de la bomba de calor no cambia en ninguna estancia, es decir que se usa únicamente una sola bomba de calor, la bomba que forma parte de este análisis es de la marca GULFSTREAM de modelo HE150RA y su costo se presenta a continuación.

**Tabla 4.12.** Costo de la bomba de calor

BOMBA DE CALOR	
GULFSTREAM GSHE-150RA	
Heating [BTU]	120000
Power input [kW]	6
Precio	\$4.754,47
vida útil	20 años

#### 4.2.3.1. Sistema PVT19+HP

**Tabla 4.13.** Costo de paneles para sistema PVT19+HP

PANEL HÍBRIDO	
AH72SK-ES	
Número de paneles	19
Precio unitario	\$799,87
TOTAL	\$15.197,53

**Tabla 4.14.** Costo de inversor para sistema PVT19+HP

INVERSOR	
IR015.1-FRONIUS PRIMO3.8-1 208-240LITE	
Número de inversores	2
Precio unitario	\$2.068,64
TOTAL	<b>\$4.137,28</b>

**Tabla 4.15.** Costo de bomba de recirculación para sistema PVT19+HP

BOMBA DE RECIRCULACIÓN	
Total-UTWP13706	
0,5HP/110V/370W/35Lpm	0,37 kW
Precio	<b>\$82,00</b>

**Tabla 4.16.** Costo por accesorios varios, instalación y configuración para sistema PVT19+HP

	Cantidad	P. unitario	P. Total
Protección DC	3	\$49,30	\$147,90
Kit conexión eléctrica panel	19	\$51,70	\$982,30
Protección AC	1	\$39,60	\$39,60
Estructura para 4 paneles	5	\$447,08	\$2.235,40
Kit conexión hidráulica 4 paneles	5	\$282,80	\$1.414,00
Sistema solar hidráulico Flow box	1	\$377,76	\$377,76
Regulador solar hidráulico plus	1	\$159,59	\$159,59
Medidor inteligente expo cero 100A	1	\$163,64	\$163,64
Deposito Tasty con 1 intercambiador (opcional)	0	\$2.306,76	\$0,00
Instalación y configuración	1	\$1.990,00	\$1.990,00
TOTAL			<b>\$7.510,19</b>

El monto de la inversión inicial se establece mediante la suma del total de costos de todos los equipos y materiales, de esta manera la inversión inicial es de **\$31.681,47**.

**Tabla 4.17.** Ahorro en facturación por microgeneración eléctrica del sistema PVT19+HP

Energía producida [kWh]	16218,35
Costo de energía	\$0,06
Ahorro en facturación	<b>\$1.005,54</b>

El monto por operación y mantenimiento del sistema PVT19+HP es **\$120** y como mínimo se recomienda una revisión anual. En el sistema PVT19+HP, se debe de incluir la bomba de recirculación y la bomba de calor ya que ambas generan un incremento en la



facturación eléctrica. La bomba de recirculación mantiene su valor en facturación de \$78,99 y el incremento por inclusión de la bomba de calor se presenta a continuación:

**Tabla 4.18.** Costos en facturación eléctrica por inclusión de bomba de calor

MES	BOMBA DE CALOR				
	Energía [kWh]	Demanda [kW]	Energía [USD]	Demanda [USD]	Total [USD]
Enero	1069,794721	6	66,32727273	16,224	\$82,55
Febrero	1638,123167	6	101,5636364	16,224	\$117,79
Marzo	1537,829912	6	95,34545455	16,224	\$111,57
Abril	1337,243402	6	82,90909091	16,224	\$99,13
Mayo	1604,692082	6	99,49090909	16,224	\$115,71
Junio	1203,519062	6	74,61818182	16,224	\$90,84
Julio	1002,932551	6	62,18181818	16,224	\$78,41
Agosto	735,483871	6	45,6	16,224	\$61,82
Septiembre	1002,932551	6	62,18181818	16,224	\$78,41
Octubre	1036,363636	6	64,25454545	16,224	\$80,48
Noviembre	936,0703812	6	58,03636364	16,224	\$74,26
Diciembre	869,2082111	6	53,89090909	16,224	\$70,11
<b>TOTAL</b>					<b>\$1.061,09</b>

**Tabla 4.19.** Resumen de valores monetarios para el flujo de fondos en sistema PVT19+HP

	Descripción	Monto [USD]
<b>Inversión inicial</b>	Es el monto inicial de dinero necesario para poner en marcha el sistema PVT19+HP.	<b>\$31.681,47</b>
<b>Costo O&amp;M</b>	Es un gasto anual necesario para mitigar la degradación del sistema PVT19+HP.	<b>\$120,00</b>
<b>Consumo de GLP</b>	Representa un ahorro ya que se evita el gasto anual en GLP para calentar la piscina.	<b>\$4.550,00</b>
<b>Producción eléctrica de los PVT</b>	Representa un ahorro en facturación eléctrica anual debido a la energía eléctrica aportada por el sistema PVT.	<b>\$1.005,54</b>
<b>Inclusión de bomba de recirculación</b>	Es un gasto, ya que la inclusión de la bomba de recirculación consume energía eléctrica que se ve reflejada en la facturación mensual.	<b>\$78,99</b>
<b>Inclusión de la Bomba de Calor</b>	Es un gasto igual al de la bomba de recirculación ya que consume energía eléctrica que se ve reflejada en la facturación mensual.	<b>\$1.061,09</b>

Inicialmente el sistema PVT19+HP mantiene una ventaja financiera sobre el sistema PVT ya que al comparar solo la inversión inicial se requiere una menor inversión para lograr satisfacer los requerimientos de confort de la piscina, entonces para lograr una comparativa confiable es necesario analizar el flujo de fondo del proyecto PVT19+HP y comparar sus indicadores.

**Tabla 4.20.** Flujo de fondo para sistema PVT19+HP

<b>Años</b>	<b>Inversión [USD]</b>	<b>Gasto [USD]</b>	<b>Ahorro [USD]</b>	<b>Saldo fijo [USD]</b>	<b>Saldo actualizado [USD]</b>	<b>Flujo de fondo [USD]</b>
0	-\$31.681,47	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	-\$31.681,47
1	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$3.977,28	-\$27.704,19
2	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$3.682,66	-\$24.021,53
3	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$3.409,87	-\$20.611,66
4	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$3.157,29	-\$17.454,36
5	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$2.923,42	-\$14.530,95
6	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$2.706,87	-\$11.824,08
7	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$2.506,36	-\$9.317,72
8	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$2.320,70	-\$6.997,02
9	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$2.148,80	-\$4.848,22
10	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.989,63	-\$2.858,59
11	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.842,25	-\$1.016,34
12	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.705,79	\$689,45
13	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.579,43	\$2.268,88
14	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.462,44	\$3.731,31
15	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.354,11	\$5.085,42
16	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.253,80	\$6.339,22
17	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.160,93	\$7.500,15
18	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$1.074,93	\$8.575,09
19	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$995,31	\$9.570,40
20	\$0,00	-\$1.260,08	\$5.555,54	\$4.295,46	\$921,58	\$10.491,98

**Tabla 4.21.** Indicadores financieros para sistema PVT19+HP

INVERSIÓN	\$31.681,47
VAN	\$10.491,98
TIR	12 %
PR	12 años

Los indicadores financieros para el sistema PVT19+HP en comparación con el sistema PVT reflejan un tiempo de recuperación de la inversión de 12 años, el cual es superior al tiempo de 9 años de recuperación del sistema PVT, sin embargo, la inversión inicial del sistema PVT es mayor que la inversión del sistema PVT19+HP además el VAN y TIR del sistema PVT son superiores en el sistema PVT.

#### 4.2.3.2. Sistema PVT15+HP

**Tabla 4.22.** Costo de paneles para sistema PVT15+HP

PANEL HÍBRIDO	
AH72SK-ES	
Número de paneles	15
Precio unitario	\$799,87
TOTAL	<b>\$11.998,05</b>

**Tabla 4.23.** Costo de inversor para sistema PVT15+HP

INVERSOR	
IR015.1-FRONIUS PRIMO3.8-1 208-240LITE	
Número de inversores	1
Precio unitario	\$2.068,64
TOTAL	<b>\$2.068,64</b>

**Tabla 4.24.** Costo de bomba de recirculación para sistema PVT15+HP

BOMBA DE RECIRCULACIÓN	
Total-UTWP13706	
0,5HP/110V/370W/35Lpm	0,37 kW
Precio	<b>\$82,00</b>

**Tabla 4.25.** Costo por accesorios varios, instalación y configuración para sistema PVT15+HP

	Cantidad	P. unitario	P. Total
Protección DC	2	\$49,30	\$98,60
Kit conexión eléctrica panel	15	\$51,70	\$775,50
Protección AC	1	\$39,60	\$39,60
Estructura para 4 paneles	4	\$447,08	\$1.788,32
Kit conexión hidráulica 4 paneles	4	\$282,80	\$1.131,20
Sistema solar hidráulico Flow box	1	\$377,76	\$377,76
Regulador solar hidráulico plus	1	\$159,59	\$159,59
Medidor inteligente expo cero 100A	1	\$163,64	\$163,64
Deposito Tasty con 1 intercambiador (opcional)	0	\$2.306,76	\$0,00
Instalación y configuración	1	\$1.990,00	\$1.990,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$6.524,21</b>

El monto de la inversión inicial se establece mediante la suma del total de costos de todos los equipos y materiales, de esta manera la inversión inicial es de **\$25.427,37**.

**Tabla 4.26.** Ahorro en facturación por microgeneración eléctrica del sistema PVT15+HP

Energía producida [kWh]	12803,96
Costo de energía	\$0,06
Ahorro en facturación	<b>\$793,85</b>

El monto por operación y mantenimiento del sistema PVT15+HP es **\$120** y como mínimo se recomienda una revisión anual. Al igual que el sistema PVT19+HP en el sistema PVT15+HP se debe de incluir la bomba de recirculación y la bomba de calor ya que ambas generan un incremento en la facturación eléctrica, esto se debe a que ambos dispositivos consumen energía eléctrica lo cual incrementa el costo a cancelar en la factura mensual por parte del usuario por concepto de consumo de energía. La bomba de recirculación mantiene su valor en facturación de \$78,99 y el incremento por inclusión de la bomba de calor se presenta a en la Tabla 4.27. Costos en facturación eléctrica por inclusión de bomba de calor.

Es necesario calcular nuevamente el incremento en costos en la facturación por la inclusión de la bomba de calor ya que al usar menos paneles que en el sistema PVT19+HP la bomba de calor debe aportar mayor calor a la piscina y por consiguiente permanecer encendida mayor tiempo, lo cual implica un mayor consumo eléctrico en el sistema PVT15+HP por parte de la bomba de calor.

**Tabla 4.27.** Costos en facturación eléctrica por inclusión de bomba de calor

MES	BOMBA DE CALOR				
	Energía [kWh]	Demanda [kW]	Energía [USD]	Demanda [USD]	Total [USD]
Enero	2005,8651	6	124,36364	16,224	\$140,59
Febrero	2407,0381	6	149,23636	16,224	\$165,46
Marzo	2373,607	6	147,16364	16,224	\$163,39
Abril	2173,0205	6	134,72727	16,224	\$150,95
Mayo	2473,9003	6	153,38182	16,224	\$169,61
Junio	2173,0205	6	134,72727	16,224	\$150,95
Julio	2072,7273	6	128,50909	16,224	\$144,73
Agosto	1805,2786	6	111,92727	16,224	\$128,15
Septiembre	1972,434	6	122,29091	16,224	\$138,51
Octubre	1939,0029	6	120,21818	16,224	\$136,44
Noviembre	1838,7097	6	114	16,224	\$130,22
Diciembre	1805,2786	6	111,92727	16,224	\$128,15
<b>TOTAL</b>					<b>\$1.747,16</b>

**Tabla 4.28.** Resumen de valores monetarios para el flujo de fondos en sistema PVT15+HP

	Descripción	Monto [USD]
<b>Inversión inicial</b>	Es el monto inicial de dinero necesario para poner en marcha el sistema PVT15+HP.	<b>\$25.427,37</b>
<b>Costo O&amp;M</b>	Es un gasto anual necesario para mitigar la degradación del sistema PVT15+HP.	<b>\$120,00</b>
<b>Consumo de GLP</b>	Representa un ahorro ya que se evita el gasto anual en GLP para calentar la piscina.	<b>\$4.550,00</b>
<b>Producción eléctrica de los PVT</b>	Representa un ahorro en facturación eléctrica anual debido a la energía eléctrica aportada por el sistema PVT.	<b>\$793,85</b>
<b>Inclusión de bomba de recirculación</b>	Es un gasto, ya que la inclusión de la bomba de recirculación consume energía eléctrica que se ve reflejada en la facturación mensual.	<b>\$78,99</b>
<b>Inclusión de la Bomba de Calor</b>	Es un gasto igual al de la bomba de recirculación ya que consume energía eléctrica que se ve reflejada en la facturación mensual.	<b>\$1.747,16</b>

Finalmente se procede a realizar el flujo de fondos del sistema PVT15+HP con el objetivo de lograr realizar una comparativa económica adecuada a partir de los indicadores financieros de cada proyecto.

**Tabla 4.29.** Flujo de fondo para sistema PVT15+HP

Años	Inversión [USD]	Gasto [USD]	Ahorro [USD]	Saldo fijo [USD]	Saldo actualizado [USD]	Flujo de fondo [USD]
0	-\$25.427,37	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	-\$25.427,37
1	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$3.146,01	-\$22.281,36
2	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$2.912,98	-\$19.368,38
3	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$2.697,20	-\$16.671,18
4	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$2.497,41	-\$14.173,78
5	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$2.312,41	-\$11.861,36
6	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$2.141,12	-\$9.720,24
7	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.982,52	-\$7.737,72
8	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.835,67	-\$5.902,05
9	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.699,69	-\$4.202,35
10	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.573,79	-\$2.628,56
11	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.457,21	-\$1.171,35
12	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.349,27	\$177,92
13	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.249,33	\$1.427,24
14	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.156,78	\$2.584,03
15	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$1.071,09	\$3.655,12
16	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$991,75	\$4.646,88
17	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$918,29	\$5.565,17
18	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$850,27	\$6.415,44
19	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$787,29	\$7.202,72
20	\$0,00	-\$1.946,15	\$5.343,85	\$3.397,69	\$728,97	\$7.931,69

**Tabla 4.30.** Indicadores financieros para sistema PVT15+HP

INVERSIÓN	\$25.427,37
VAN	\$7.931,69
TIR	12 %
PR	12 años

## 4.3. RESUMEN DE RESULTADOS

### 4.3.1. SISTEMA PVT

Tabla 4.31. Resumen de resultados del sistema PVT

	Demanda		Paneles	
	<i>Térmica</i>	<i>Eléctrica</i>	$Q_{PVT}$	$E_{PVT}$
	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
<b>Enero</b>	5490,62	4720,00	6512,81	2016,35
<b>Febrero</b>	<b>5168,88</b>	3281,00	<b>5184,48</b>	1605,10
<b>Marzo</b>	5468,09	3093,00	5793,11	1793,53
<b>Abril</b>	5383,95	3602,00	5985,59	1853,13
<b>Mayo</b>	5689,61	3337,00	6012,83	1861,56
<b>Junio</b>	5717,10	3197,00	6637,38	2054,92
<b>Julio</b>	6090,47	2769,00	7482,49	2316,56
<b>Agosto</b>	<b>5857,41</b>	3154,00	<b>7558,25</b>	2340,02
<b>Septiembre</b>	5594,34	5016,00	6774,33	2097,32
<b>Octubre</b>	5338,28	1835,00	6338,06	1962,25
<b>Noviembre</b>	5206,03	5313,00	6310,70	1953,78
<b>Diciembre</b>	5351,33	4531,00	6609,26	2046,21
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>43848,00</b>	<b>77199,29</b>	<b>23900,73</b>

Los resultados del diseño del sistema PVT con la implementación de 28 paneles se muestran en la Tabla 4.31. Resumen de resultados del sistema PVT, los resultados reflejan que la demanda térmica mensual se abastece adecuadamente en cada mes, sin embargo, si solo nos enfocamos en los valores totales, es decir el valor anual, para cubrir la demanda térmica por completo cuyo valor es de 66356,113 kW son necesarios 25 paneles que son capaces de producir al año 68927,94 kW, esta reducción en el número de paneles en comparación con el análisis mes a mes se debe a que existe mayor producción térmica en ciertos meses en comparación con otros, este hecho permite una compensación térmica a lo largo de todo el año, el mes de febrero es el que requiere de mayor compensación térmica, por consiguiente mayor número de paneles (en este caso los 28 paneles) en comparación con el mes de agosto donde con el mismo número de paneles se ha superado ampliamente el requerimiento calórico. Al tratarse de confort, por ejemplo, no se puede pensar que un día se calienta la piscina a 23 grados y al siguiente día se calienta a 29 grados para compensar el calor que no se aportó el día anterior, en medida de lo posible debe abastecerse en todo momento del calor necesario a la piscina para mantener los 26 grados que representan la temperatura de confort.

### 4.3.2. SISTEMA PVT+HP

Para el sistema de paneles asistidos por bomba de calor con 19 paneles híbridos se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 4.32.** Resumen de resultados del sistema PVT19+HP

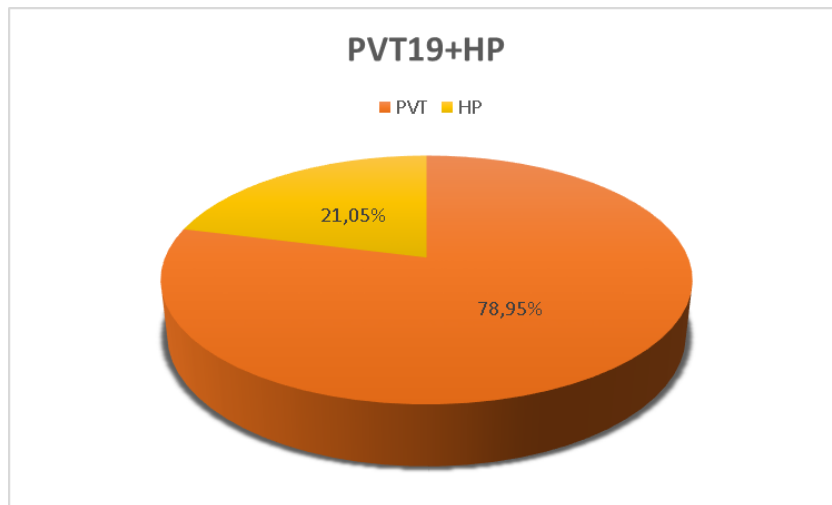
	Demanda		Paneles		Bomba	
	<i>Térmica</i>	<i>Eléctrica</i>	$Q_{PVT}$	$E_{PVT}$	$Q_{HP}$	Consumo $E_{HP}$
	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
<b>Enero</b>	5490,62	4720,00	4419,41	1368,24	1071,22	1069,79
<b>Febrero</b>	5168,88	3281,00	3518,04	1089,18	1650,83	1638,12
<b>Marzo</b>	5468,09	3093,00	3931,04	1217,04	1537,05	1537,83
<b>Abril</b>	5383,95	3602,00	4061,65	1257,48	1322,30	1337,24
<b>Mayo</b>	5689,61	3337,00	4080,14	1263,20	1609,47	1604,69
<b>Junio</b>	5717,10	3197,00	4503,93	1394,41	1213,16	1203,52
<b>Julio</b>	6090,47	2769,00	5077,41	1571,95	1013,07	1002,93
<b>Agosto</b>	5857,41	3154,00	5128,81	1587,87	728,60	735,48
<b>Septiembre</b>	5594,34	5016,00	4596,86	1423,18	997,48	1002,93
<b>Octubre</b>	5338,28	1835,00	4300,83	1331,53	1037,46	1036,36
<b>Noviembre</b>	5206,03	5313,00	4282,26	1325,78	923,77	936,07
<b>Diciembre</b>	5351,33	4531,00	4484,86	1388,50	866,47	869,21
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>43848,00</b>	<b>52385,23</b>	<b>16218,35</b>	<b>13970,88</b>	<b>13974,19</b>

La importancia de la cobertura de la demanda térmica prevalece por sobre la demanda eléctrica, es decir, el objetivo de interés es que se suministre por parte del sistema el calor necesario para mantener el confort térmico, aunque la producción eléctrica del sistema no logre la cobertura total del consumo eléctrico, esto se comprueba al observar los resultados totales del sistema PVT19+HP. Adicionalmente se puede apreciar que la producción eléctrica del conjunto de paneles es suficiente para abastecer el consumo de la bomba de calor e incluso cuenta con un excedente que es capaz de abastecer el consumo de la bomba de recirculación necesaria para el funcionamiento del sistema, sin embargo, no logra abastecer la demanda eléctrica en su totalidad ya que el contador de energía de la piscina cuenta también con duchas eléctricas e iluminación.

Los resultados para el sistema PVT19+HP establecen que el aporte calórico por parte del conjunto de paneles es de 78,95% y el 21,05% restante se aporta por parte de la bomba de calor, evidentemente los porcentajes de aporte únicamente se aplican para este sistema en particular con 19 paneles híbridos y una bomba de calor de las características que antes se describieron, si se implementa el sistema con el mismo número de paneles

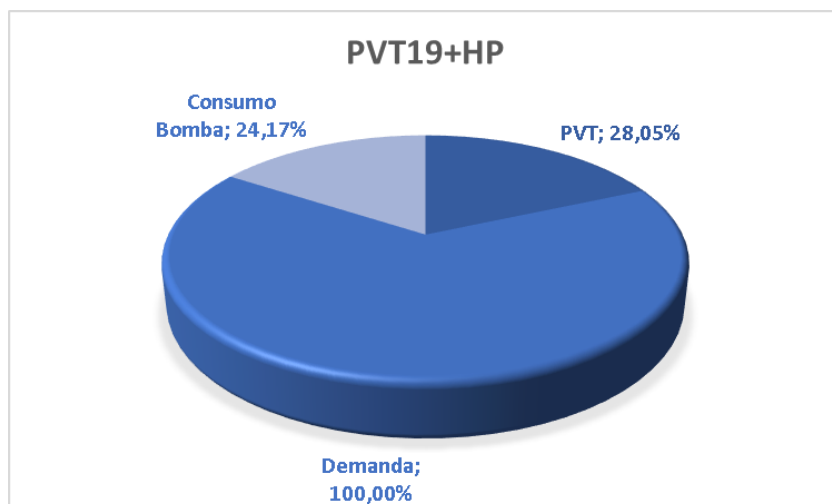


pero una bomba de calor distinta con características que varían de la GULFSTREAM GSHE-150RA este el resultado difiere.



**Figura 4.6.** Porcentaje de cobertura térmica PVT19+HP

En el sentido eléctrico el conjunto de paneles aporta el 28,05% al consumo de electricidad total, se observa que el consumo de la bomba de calor representa el 24,17% del consumo eléctrico total y es inferior a la microgeneración de los paneles, entonces se puede afirmar y corroborar que con 19 paneles se cubre el consumo de la bomba de calor en su totalidad.



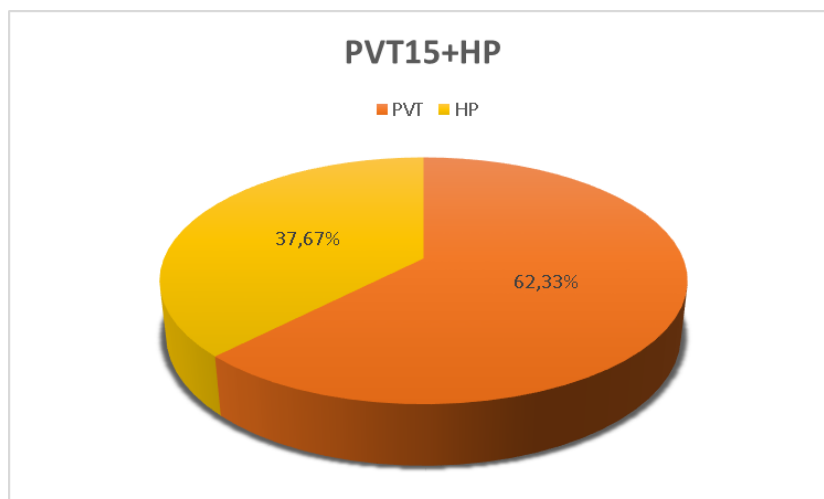
**Figura 4.7.** Porcentaje de cobertura eléctrica de los paneles en sistema PVT19+HP

Para el sistema de paneles asistidos por bomba de calor implementado con 15 paneles híbridos en cuanto al aspecto energético, es decir, producción calórica para compensar la demanda térmica de la piscina y producción eléctrica, además de consumo eléctrico a causa de incluir la bomba de calor se presentan a continuación:

**Tabla 4.33.** Resumen de resultados del sistema PVT15+HP

	Demanda		Paneles		Bomba	
	<i>Térmica</i>	<i>Eléctrica</i>	$Q_{PVT}$	$E_{PVT}$	$Q_{HP}$	Consumo $E_{HP}$
	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]	[kW]	[kWh]
<b>Enero</b>	5490,62	4720,00	3489,00	1080,19	2001,62	2005,87
<b>Febrero</b>	5168,88	3281,00	2777,40	859,88	2391,47	2407,04
<b>Marzo</b>	5468,09	3093,00	3103,45	960,82	2364,63	2373,61
<b>Abril</b>	5383,95	3602,00	3206,57	992,75	2177,38	2173,02
<b>Mayo</b>	5689,61	3337,00	3221,16	997,26	2468,45	2473,90
<b>Junio</b>	5717,10	3197,00	3555,74	1100,85	2161,36	2173,02
<b>Julio</b>	6090,47	2769,00	4008,48	1241,02	2081,99	2072,73
<b>Agosto</b>	5857,41	3154,00	4049,06	1253,58	1808,35	1805,28
<b>Septiembre</b>	5594,34	5016,00	3629,10	1123,56	1965,24	1972,43
<b>Octubre</b>	5338,28	1835,00	3395,39	1051,20	1942,89	1939,00
<b>Noviembre</b>	5206,03	5313,00	3380,73	1046,67	1825,30	1838,71
<b>Diciembre</b>	5351,33	4531,00	3540,68	1096,19	1810,65	1805,28
<b>TOTAL</b>	<b>66356,11</b>	<b>43848,00</b>	<b>41356,76</b>	<b>12803,96</b>	<b>24999,35</b>	<b>25039,88</b>

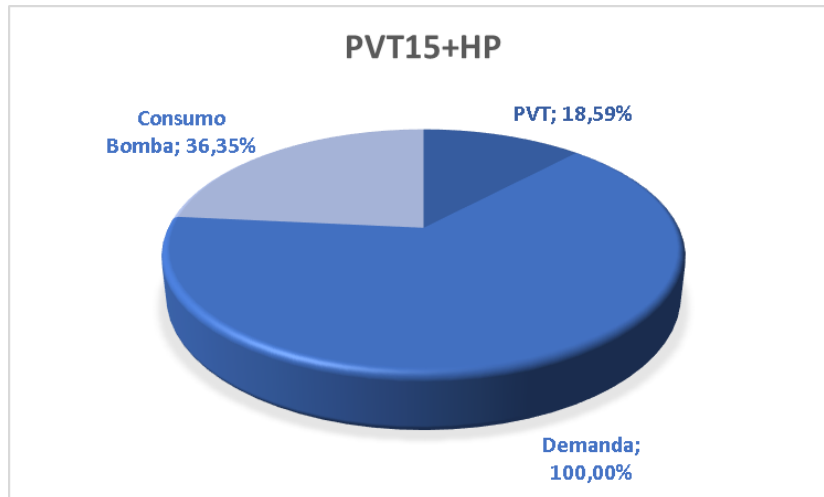
Los resultados para el sistema PVT15+HP establecen que el aporte calórico por parte del conjunto de paneles es de 62,33% y el 37,67% restante se aporta por parte de la bomba de calor.



**Figura 4.8.** Porcentaje de cobertura térmica PVT15+HP

En el sentido eléctrico el conjunto de paneles aporta el 18,05% al consumo de electricidad total, se observa que el consumo de la bomba de calor representa el 36,35%

del consumo eléctrico total y es superior al aporte de los paneles, como se observa se cubre parcialmente el consumo eléctrico de la bomba de calor, en consecuencia la microgeneración eléctrica del conjunto de paneles permite abastecer aproximadamente la mitad del consumo eléctrico de la bomba de calor cumpliendo de esta manera el objetivo establecido para el sistema PVT15+HP.



**Figura 4.9.** Porcentaje de cobertura eléctrica de los paneles en sistema PVT15+HP

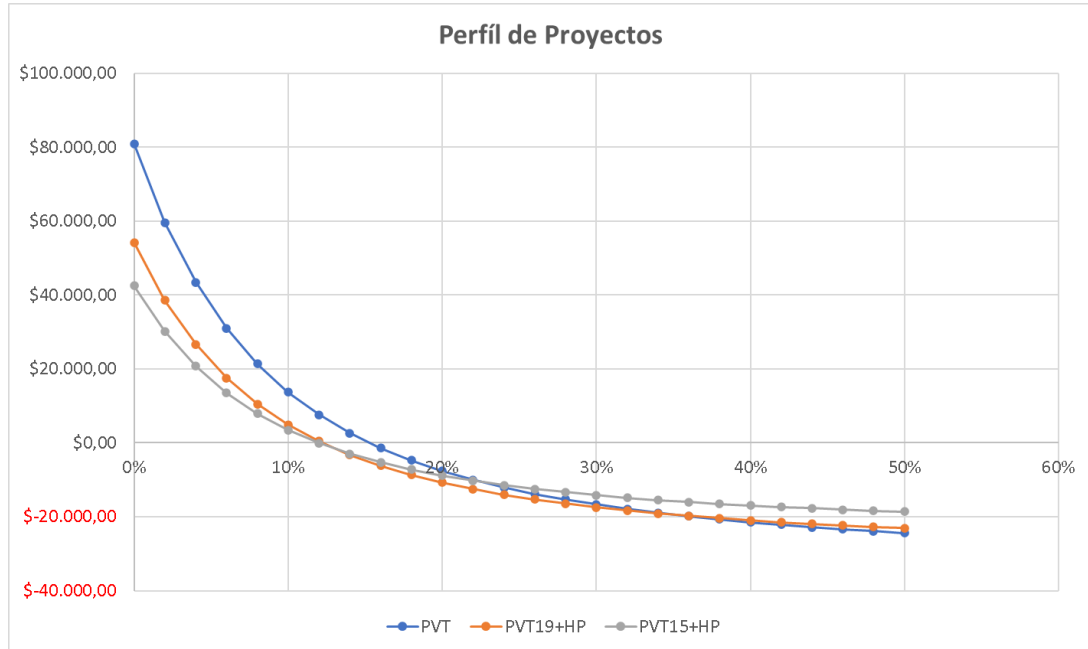
### 4.3.3. RESUMEN DE ANÁLISIS FINANCIERO POR PROYECTO

**Tabla 4.34.** Indicadores financieros por proyecto

	PVT	PVT19+HP	PVT15+HP
Inversión	\$36.100,19	\$31.681,47	\$25.427,37
VAN	\$21.364,00	\$10.491,98	\$7.931,69
TIR	15 %	12 %	12 %
PR	9 años	12 años	12 años

En términos financieros se observa que entre el sistema PVT tiene un tiempo de recuperación de la inversión de 9 años y los sistemas PVT19+HP y PVT15+HP tienen un tiempo de recuperación de la inversión son de 12 años, sin embargo, la inversión inicial de los sistemas PVT19+HP y PVT15+HP son menores, por lo cual se esperaría que en general el sistema de microgeneración asistido por bomba de calor presente ventaja, sin embargo, la inversión por si sola y el tiempo de recuperación no son indicativos reales de la rentabilidad de un proyecto. Para comparar objetivamente los tres proyectos es necesario realizar un perfil de proyectos que nos permita ver reflejado el comportamiento

de los tres proyectos, para ello comparamos varias tasas porcentuales y los valores monetarios asociados a ellas con el fin de obtener una gráfica comparativa para los tres proyectos.



**Figura 4.10.** Perfil de los tres proyectos

Al realizar el perfil de proyectos nos encontramos en capacidad de comparar los diferentes sistemas, podemos observar que a una tasa aproximada inferior al 13%, el sistema PVT es el más rentable, luego el sistema PVT19+HP y finalmente el sistema PVT15+HP en ese orden. A una tasa aproximada en el intervalo entre el 13% y el 23% se observa que el sistema PVT es el más rentable, luego el sistema PVT15+HP y por último el sistema PVT19+HP. Con una tasa aproximada entre el intervalo de 23% y 34% el sistema más rentable es el PVT15+HP, seguido del sistema PVT y por último el sistema PVT19+HP. Finalmente, con una tasa aproximada superior al 34% la rentabilidad de los tres sistemas viene dada por el sistema PVT15+HP, PVT19+HP y PVT en ese orden.

Entonces ya que se ha trabajado con una tasa del 8% se puede afirmar que el sistema más rentable es el sistema PVT, seguido del sistema PVT19+HP y por último el sistema PVT15+HP.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- En el Ecuador existen condiciones favorables para la implementación de proyectos energéticos cuyo recurso principal sea el recurso solar, ya que se cuenta con 4200 kWh/año por m<sup>2</sup> aproximadamente por la ventaja geográfica de encontrarse en la zona ecuatorial y debido a la gran incidencia de radiación solar con una incidencia solar durante gran parte del día y por todo el año, además de contar con radiación cuasi perpendicular, lo cual permite platear el aprovechamiento de energía solar para aplicaciones principalmente residenciales y comerciales.
- El uso de paneles PVT en Ecuador hasta ahora es muy limitado, a pesar del hecho que existe gran cantidad de proyectos con energía solar, la mayor parte de ellos se realiza con paneles fotovoltaicos comunes enfocándose únicamente al ahorro de energía eléctrica, esto se debe principalmente al poco conocimiento de la población respecto a los paneles híbridos y sus aplicaciones, así como también al hecho que el costo de un módulo PVT es mayor que un panel fotovoltaico común, sin embargo, al comparar las ventajas que ofrecen los paneles PVT justifican su costo ya que cumplen la función de dos equipos distintos como son los paneles fotovoltaicos y los colectores solares, equipos que al adquirir por separado es evidente que implican un costo más elevado.
- El diseño de cada sistema se basa en la demanda térmica de la piscina, por este motivo se debe tener en cuenta la relevancia de la temperatura del agua de la red en el cálculo de pérdidas en la piscina, ya que permite desarrollar una mejor aproximación en cuanto a las pérdidas por renovación del agua, no se debe contemplar como un valor estable de aproximadamente 13°C como otros autores proponen, su valor se debe calcular a partir de la ecuación (1.6) ya que dependiendo de las condiciones externas su valor puede incrementarse o reducirse afectando directamente a las estimaciones que involucren este parámetro.
- La facturación histórica de la fundación se establece con el año 2018, el motivo es que en el año 2019 la fundación realizó un estudio de diagnóstico y propuestas de

mejora para sus instalaciones, motivo por el que el afluente de visitantes no fue el usual, de la misma manera en el año 2020 las restricciones por la pandemia COVID-19 ocasionaron un cese en las actividades de la fundación, mismo hecho que se repitió en 2021 y debido a que el año en curso (2022) no ha concluido no es posible conocer los valores anuales por facturación .

- En los pliegos tarifarios se encontró que los costos por energía y demanda correspondientes a la tarifa de bajo voltaje-asistencia social con demanda a la que pertenece el contador de energía de la piscina no se han modificado desde el 2018, motivo por el que fue posible el uso de facturación histórica del mismo año sin afectar las tarifas vigentes.
- En el cálculo de pérdidas por evaporación de la piscina la variable más importante es la cantidad de masa evaporada de agua en la que se requiere realizar un cálculo psicrométrico para determinar los valores de presión parcial de vapor en saturación y humedad absoluta de aire saturado que intervienen en la ecuación (1.19) para el cálculo de masa evaporada de agua, el uso de herramientas online facilita en gran medida estas estimaciones que usualmente se realizarían por medio de tablas y un diagrama psicrométrico.
- La puesta en marcha de la piscina, es decir, el calentamiento inicial de toda la piscina para el sistema PVT requiere de 86,693kW para un tiempo de 48 horas y 57,795kW para 72 horas y se lo debe realizar por medio del calentador a gas del que dispone la fundación, el motivo de ello es que para cumplir con los tiempos típicos de puesta en marcha de 48 o 72 horas se requiere de una cantidad de paneles completamente inadmisibles, es necesario recalcar que no es estrictamente necesario cumplir con los tiempos de puesta en marcha presentados ya que la naturaleza de la fundación permite contar en ciertos periodos de tiempo en los cuales no se cuenta con visitantes por lo que se puede calentar la piscina en tiempos aún mayores a los típicos.
- La temperatura interna del panel es un parámetro que permite calcular la producción calórica, para determinar la temperatura interna  $T_m$  se requiere establecer los puntos de mínima y máxima eficiencia los cuales se proporcionan implícitamente en la ficha técnica, ya que no se especifican directamente, pero en la curva de rendimiento del panel se puede encontrar estas características, a partir de cálculos básicos y arreglos de ecuaciones es posible encontrar una

expresión para determinar la temperatura interna en función de las características del ambiente y del fluido refrigerante, en este caso agua.

- Para elegir la bomba de calor que se incluye para asistencia de producción calórica de los paneles se basa en la cantidad de calor necesaria para calentar toda la piscina, o bien la puesta en marcha, así como también de las características operativas ya que este tipo de equipos se suelen emplear para funcionamiento por estacionalidad, usualmente se encuentra en las características técnicas de la bomba dos condiciones de trabajo, generalmente se opera con una condición que trabaje a menor temperatura que el ambiente y el agua en comparación con la otra condición. Se elige las condiciones operativas que mejor se ajusten a las condiciones climatológicas de la región donde se ubica el proyecto.
- El uso del software Abora Hybrid no reemplaza de ninguna manera los cálculos realizados para determinar la producción térmica y eléctrica mediante las ecuaciones presentadas en la sección 1.3.1.3 y 1.3.1.6, su uso es únicamente de carácter comparativo con lo realizado en este trabajo ya que a diferencia de otros software especializados cuenta con poco dinamismo para manipular datos de entrada, de tal manera que no permite establecer datos meteorológicos propios específicos de un pequeño sector, en cambio utiliza sus propias bases de datos para grandes regiones como ciudades enteras, por el contrario el gran beneficio que ofrece es la cualidad de poder establecer tanto demanda térmica como eléctrica que se requiere compensar con el uso de paneles híbridos lo cual facilita el análisis de resultados.
- En la Fundación Nueva Vida, sin importar el sistema que se implemente para climatización de la piscina y microgeneración eléctrica se obtiene beneficios a futuro, esto se debe a que el uso del calentador a gas representa un gasto continuo que no se recupera, por el contrario, con cualquiera de los sistemas propuestos PVT, PVT19+HP o PVT15+HP en el largo plazo tarde o temprano se recupera la inversión ya que se está ahorrando el gasto por consumo de GLP.
- Cualquier sistema PVT+HP sin importar el número de paneles que se implemente, siempre que el número de paneles sea inferior al utilizado en el sistema PVT en 6 unidades (que es el número de paneles cuyo costo cubre la adquisición de la bomba de calor) presenta mayor factibilidad, es decir, es realizable ya que requiere menor inversión. Por otra parte, si comparamos rentabilidad este hecho

cambia por completo, se entiende por factibilidad al hecho de que un proyecto pueda llevarse a cabo, en este caso con menor inversión, una vez que un proyecto es factible se debe plantear si es rentable, la rentabilidad se entiende al hecho que un proyecto es sostenible a largo plazo y es rentable económicamente. Los perfiles de cada proyecto nos ayudan a determinar qué proyecto es mejor implementar, en la **Figura 4.10**. Perfil de los tres proyectos, se observa el comportamiento de los proyectos. Ya que se trabaja con una tasa porcentual menor al 13% el mejor proyecto a realizar es el sistema PVT ya que presenta mejor VAN. Un hecho a destacar es que a menor cantidad de paneles la factibilidad mejora ya que es posible implementar el proyecto de climatización de la piscina con una menor inversión destacándose el sistema PVT15+HP, sin embargo, el proyecto más rentable es sistema PVT ya que a futuro, aunque requiera de mayor inversión se obtiene mayores ganancias, entonces el mejor proyecto a llevar a cabo es el sistema PVT.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Trabajar con una gran cantidad de datos, como es el caso de este proyecto para las 8760 horas que abarcan el año, representa cierto grado de complejidad en la muestra de resultados ya que no se visualiza por completo el correcto comportamiento de las variables involucradas, por esta razón se recomienda que la presentación de resultados para las pérdidas de la piscina se realice gráficamente en comparativa de la semana más fría y la semana más caliente, lo cual permite visualizar en forma general el comportamiento de los parámetros.
- Al usar herramientas virtuales, en el caso de este trabajo la calculadora psicrométrica, se recomienda verificar las unidades de medida presentes en los resultados que arroja la herramienta online, es elemental que las unidades de medida de la presión parcial de vapor en saturación y humedad absoluta del aire saturado sean coincidentes con las unidades de medida expresadas en la ecuación (1.19) para la correcta estimación de la masa de agua evaporada.
- Se recomienda la revisión continua del marco normativo para sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento (SGDA) ya que se actualizan anualmente, el vigente pliego tarifario y las actuales regulaciones ARCERNNR-



001/2021 y ARCERNNR-013/2021 permiten establecer criterios como costos por facturación, vigencia de proyectos para autoabastecimiento, potencia nominal máxima, incentivos, causales para la desconexión del sistema de autoabastecimiento y muchos otros aspectos que permiten obtener un criterio acertado de las normativas que aplican al realizar proyectos fotovoltaicos.

- En cuanto a los datos meteorológicos, existen muchas estimaciones y clases de datos en la base de datos NREL, entre los usuales se encuentran los formatos PSM, FD, TMY generalmente empleados para diseño, se puede hacer uso de cualquiera de ellos, sin embargo, se recomienda el uso de datos TMY ya que abarcan datos recopilados de varios años para establecer valores típicos de las condiciones meteorológicas de una determinada región.
- Se recomienda realizar el análisis de costos y presupuestos con asesoramiento directo de instituciones y empresas dedicadas a proyectos energéticos, siempre y cuando la situación lo permita. En muchas ocasiones los valores ofertados a través de páginas online no corresponden al costo real de los equipos.
- En el estudio del sistema PVT, es recomendable usar inversores con dos MPPT ya que según el número de módulos que se pueda conectar en cada MPPT se requiere adquirir menos inversores. Es pertinente aclarar que, si cada MPPT permite 8 módulos, eso no quiere decir que no se pueda conectar más, generalmente se pueden conectar dos módulos más al especificado con la diferencia que el inversor ya no hace que los módulos trabajen en el punto de máxima potencia.
- Se recomienda establecer adecuadamente el costo de adquisición de GLP para climatización, ya que su valor cambia conforme se adquiera desde la distribución por camión o si se adquiere directamente de las distribuidoras, esto se debe a que el costo anual por uso de GLP representa la mayor cantidad de ahorro que se obtiene para los sistemas PVT, PVT19+HP y PVT15+HP afectando directamente al periodo de recuperación de la inversión.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ENDEF solar solutions, "Panel Solar Híbrido-energía solar para principiantes", ENDEF, 12 septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://endef.com/paneles-solares-hibridos/>. [Último acceso: 08 febrero 2021].
- [2] F. C. Cabrero, Características térmicas y eléctricas de un panel fotovoltaico-térmico, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2011, pp. 22-74.
- [3] D. Gonzáles Peña, Optimización del diseño de panel solar híbrido para edificación, Burgos: Universidad de Burgos, 2019, pp. 75-103.
- [4] M. F. Narváez y C. . F. Urigüen Peralta, Diseño e Implementación de un sistema híbrido de agua caliente sanitaria (ACS), para reducción de energía eléctrica y uso de gas licuado de petróleo (GLP), Cuenca, Azuay: Universidad Politécnica Salesiana, 2016, pp. 32-33.
- [5] TRITEC-Intervento, "Eficiencia del panel solar", Departamento técnico, 11 julio 2020. [En línea]. Available: <https://tritec-intervento.cl/eficiencia-del-panel-solar-parte-i/>. [Último acceso: 09 junio 2021].
- [6] M. Battioni, G. Risso, M. Cutrera y J. Schmidt, "Evaluación de distintos métodos para estimar la temperatura de operación de módulos fotovoltaicos y estimación de las pérdidas de energía por efecto de la temperatura", *ASADES*, vol. 20, nº 2314-1433, pp. 3-4, 2016.
- [7] efENERGIA, "Bomba de calor", efENERGIA, 02 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.efenergia.com/instalaciones-eficiencia-energetica/termicas/bombas-de-calor/>. [Último acceso: 12 febrero 2021].
- [8] P. Espiñeira, "Funcionamiento de la bomba de calor para calefacción y agua caliente", CaloryFrio.com, 19 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor.html>. [Último acceso: 25 noviembre 2021].
- [9] M. Herrero Fuerte, "Coeficientes de rendimiento y eficiencia energética en refrigeración y bomba de calor", CaloryFrio-portal sectorial de instalaciones, 26 abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/definiciones-cop-y-eer.html>. [Último acceso: 17 junio 2021].
- [10] I. Arnabat, "Eficiencia energética de la bomba de calor aire-agua", CaloryFrio-portal sectorial de instalaciones, 15 mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/eficiencia-energetica-de-la-bomba-de-calor-aire-agua.html>. [Último acceso: 20 junio 2021].
- [11] J. Á. B. Martínez, Installation of heating system for private pool, Cantabria,

Cantabria: UniCan, 2020.

- [12] H. J. Gonzáles Muralles, Manual técnico de diseño y construcción de piscinas, Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.
- [13] O. Villar Iglesias, Instalación de climatización para piscina cubierta, La Coruña: Universidade da Coruña, 2016.
- [14] D. C. Lomas Martínez y R. A. Montalvo Gordillo, Análisis y simulación de los sistemas de calentamiento de agua para piscinas, por medio de bombas de calor, Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2017.
- [15] E. O. Orna Hernández, Estudio técnico económico para la sustitución de combustible no renovable por energía solar, en el parque acuático Los Elenes, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012.
- [16] I. Tuñón García, "Fenomenos de transporte", [En línea]. Available: [https://www.uv.es/tunon/pdf\\_doc/tema\\_fen\\_trans.pdf](https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/tema_fen_trans.pdf). [Último acceso: 9 agosto 2021].
- [17] M. A. Noguez Morales, "Discretización de la ecuación de convección – difusión con cálculo exterior discreto", CIMAT, Ed., Guanajuato: Centro de Investigación en Matemáticas, A.C., 2019.
- [18] F. J. Sánchez San Román, Agentes contaminantes, Salamanca: Universidad de Salamanca, 2012.
- [19] GLOBE, "Protocolo de temperatura del suelo", globe.gov, 2005. [En línea]. Available: <https://www.globe.gov/documents/16257217/17240639/Protocolo+de+Temperatura+del+Suelo/f7bf6f08-2779-4250-ae41-74e61c1fca38>. [Último acceso: 26 Agosto 2021].
- [20] J. J. Ibáñez Martín, "Temperatura del suelo y microclimatología", Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 21 Enero 2008. [En línea]. Available: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/01/21/82825>. [Último acceso: 15 Septiembre 2021].
- [21] MERNNR, "Plan Maestro de Electricidad 2018-2027", 2018. [En línea]. Available: <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/>. [Último acceso: 14 Enero 2022].
- [22] MERNNR, "Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables", [En línea]. Available: <https://proyectos.energiayminas.gob.ec/bloqueErnc.php>. [Último acceso: 14 Enero 2022].
- [23] SRI (Servicio de Rentas Internas), "Ley de Régimen tributario Interno", Departamento de Normativa, Quito, 2019.
- [24] ARCERNNR, "REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-001/2021", 4 Mayo 2021. [En línea]. Available: [https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/res\\_nro\\_\\_arcernnr-013-2021.pdf](https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/res_nro__arcernnr-013-2021.pdf). [Último

acceso: 4 Febrero 2022].

- [25] CENTROSUR, "Categorías tarifarias", centrosur.gob.ec, [En línea]. Available: <https://www.centrosur.gob.ec/categorias-tarifarias/>. [Último acceso: 12 Febrero 2022].
- [26] ARCERNNR, "Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica", Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, Quito, 2021.
- [27] J. A. Morocho Quisaguano, Diagnóstico de las instalaciones eléctricas del campamento de la Fundación Nueva Vida para la elaboración de una propuesta de modernización y eficiencia energética, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2019.
- [28] h. d. Ingeniería, "Diagrama y calculadora de parámetros psicrométricos online", [En línea]. Available: <https://www.herramientasingeneria.com/onlinecalc/spa/psicrometricos/psicrometricos.html>. [Último acceso: 18 Marzo 2022].
- [29] J. G. Castillo y D. Zhangallimbay, "La tasa social de descuento en la evaluación de proyectos de inversión: una aplicación para el Ecuador", Agosto 2021. [En línea]. Available: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47285/1/RVE134\\_Castillo.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47285/1/RVE134_Castillo.pdf). [Último acceso: 24 Junio 2022].
- [30] L. Carvajal, Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado, 28 ed., Santiago de Cali: U.S.C., 2006, p. 139.

## **7. ANEXOS**

ANEXO A. Tarifas para BV.

ANEXO B. Categorías tarifarias para BV.

ANEXO C. Facturas de la fundación Nueva Vida.

ANEXO D. Fichas técnicas de los equipos.

ANEXO E. Tablas psicrométricas.

## **ANEXO A. Tarifas para BV**

### **Tarifa residencial**

Es aplicable a todo consumidor suscrito a esta categoría independiente del tamaño de la carga conectada [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- c) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- d) Cargos incrementales por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

### **Tarifa residencial para el programa PEC**

Consumidores de categoría residencial registrados en el programa de cocción eficiente PEC aplicable en función del incremento del consumo de energía eléctrica mensual [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) El consumo incremental paga un cargo de 0,00 USD/kWh como incentivo tarifario por registrarse en el programa PEC.
- c) Consumo de la residencia, excluido el consumo incremental, debe pagar cargos incrementales por energía en USD/kWh en función de la energía consumida.

### **Tarifa residencial temporal**

Consumidores residenciales que no tienen residencia permanente en el área de servicio de la distribuidora y utilizan la energía de forma puntual como fines de semana, periodos de vacaciones, etc. [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo único por energía en USD/kWh, independiente de la energía consumida.

### **Tarifa general de bajo voltaje sin demanda**

Consumidores de categoría general de bajo voltaje cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es inferior a 600 voltios, cuyo potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10kW [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Cargos incrementales por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

### **Tarifa general sin demanda para bombeo de agua de comunidades campesinas sin fines de lucro**

Aplica para los sistemas de bombeo de agua independiente de la demanda y nivel de voltaje del suministro aplicable a comunidades campesinas de escasos recursos, bombeo de agua para uso agrícola y bombeo de agua potable sin fines de lucro [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo único por energía en USD/kWh, independiente de la energía consumida.

### **Tarifa general de bajo voltaje con demanda**

Consumidores de categoría general de bajo voltaje cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es inferior a 600 voltios, cuya potencia contratada (resultante del estudio o proyecto eléctrico aprobado por la distribuidora) o demanda facturable sea de hasta 10kW y que dispongan de un registrador de demanda máxima [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- 10 Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- 11 Un cargo por potencia en USD/kW-mes, por cada kilovatio de demanda facturable, independiente del consumo de energía.
- 12 Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida.

### **Tarifa general de bajo voltaje con registrador de demanda horaria**

Consumidores de categoría general de bajo voltaje cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es inferior a 600 voltios, cuya potencia contratada (resultante del estudio o proyecto eléctrico aprobado por la distribuidora) o demanda facturable sea superior a 10kW y que dispongan de un registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos horarios de punta, media y base [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda facturable como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de demanda (FGD).
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de 08:00 a 22:00 horas, correspondiente al cargo por energía de la tarifa general de bajo voltaje con demanda.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de 22:00 a 08:00 horas.

### **Tarifa general de bajo voltaje con registrador de demanda horaria para el bombeo de agua para el servicio público de agua potable**

Consumidores de categoría general de bajo voltaje cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega es inferior a 600 voltios, cuyo uso de energía es para el bombeo de agua para el servicio público de agua potable y que dispongan de un registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos horarios de punta, media y base [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de demanda (FGD).
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda media, de lunes a viernes, de 08:00 a 18:00 horas.



- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda de punta, de lunes a viernes, de 18:00 a 22:00 horas.
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda base, de lunes a viernes, de 22:00 a 08:00 horas, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el periodo de 22:00 a 18:00 horas.
- f) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de 18:00 a 22:00 horas de sábados, domingos y feriados.

### **Tarifa general de bajo voltaje con registrador de demanda horaria para vehículos eléctricos**

Consumidores sujetos a categoría general de bajo voltaje y que dispongan de vehículo eléctrico cuyo voltaje de suministro en el punto de entrega sea inferior a 600 voltios, para lo cual se debe instalar un registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos horarios de punta, media y base. La facturación mensual del servicio público de energía eléctrica por la demanda de potencia y el consumo de energía eléctrica exclusivamente del vehículo eléctrico se debe medir por un registrador de demanda horaria independiente [26].

El consumidor debe cancelar cargos económicos por:

- a) Cargo por comercialización en USD/consumidor-mes independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de demanda (FGDVE).
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda punta, de 18:00 a 22:00 horas de lunes a domingo.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda media, de 08:00 a 18:00 horas, de lunes a viernes; equivalente al 80% del cargo en el periodo de punta.
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de demanda base, de 22:00 a 08:00 horas, de lunes a domingo y de 08:00 a 18:00 horas en sábado y domingo, equivalente al 50% del cargo en el periodo de punta.

# ANEXO B. Categoría tarifarias para BV

PERIODO:

ENERO - DICIEMBRE



AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL  
DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES  
NO RENOVABLES

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

CARGOS TARIFARIOS


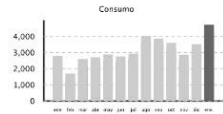
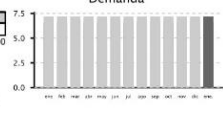
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
<b>CATEGORÍA</b>	<b>RESIDENCIAL</b>		
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO Y MEDIO VOLTAJE</b>		
1-50		0,078	1,414
51-100		0,081	
101-150		0,083	
151-200		0,097	
201-250		0,099	
251-300		0,101	
301-350		0,103	
351-500		0,105	
501-700		0,1285	
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
	<b>RESIDENCIAL TEMPORAL</b>		
		0,1285	
<b>CATEGORÍA</b>	<b>GENERAL</b>		
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA</b>		
	<b>COMERCIAL</b>		1,414
1-300		0,081	
Superior		0,104	
	<b>E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO</b>		
1-300		0,071	
Superior		0,094	
	<b>BOMBEO AGUA</b>		
1-300		0,061	
Superior		0,084	
	<b>BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE</b>		
1-300		0,058	
Superior		0,066	
	<b>INDUSTRIAL ARTESANAL</b>		
1-300		0,062	
Superior		0,094	
	<b>ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO</b>		
1 - 100		0,045	
101-200		0,048	
201-300		0,051	
Superior		0,089	
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO VOLTAJE CON DEMANDA</b>		
	<b>COMERCIALES</b>		1,414
	4,182	0,088	
	<b>INDUSTRIALES</b>		
	4,182	0,078	
	<b>ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES</b>		
	4,182	0,078	
	<b>BOMBEO AGUA</b>		
	4,182	0,068	

PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

**EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.**  
**CARGOS TARIFARIOS**

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA</b>		
	<b>COMERCIALES</b>		1,414
08:00 hasta 22:00 horas	4,182	0,088	
22:00 hasta 08:00 horas		0,070	
	<b>INDUSTRIALES</b>		
08:00 hasta 22:00 horas	4,182	0,063	
22:00 hasta 08:00 horas		0,067	
	<b>E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES</b>		
08:00 hasta 22:00 horas	4,182	0,078	
22:00 hasta 08:00 horas		0,064	
	<b>BOMBEO AGUA</b>		
08:00 hasta 22:00 horas	4,182	0,068	
22:00 hasta 08:00 horas		0,054	
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA</b>		
	<b>BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE</b>		1,414
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,620	0,056	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,095	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas*		0,045	
S,D 18:00 hasta 22:00 horas		0,056	
	<b>VEHICULOS ELÉCTRICOS</b>		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,080	
L-D: 18:00 hasta 22:00		0,100	
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,050	
SyD: 08:00 hasta 18:00 horas			
<b>NIVEL VOLTAJE</b>	<b>BAJO Y MEDIO VOLTAJE</b>		
	<b>BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO</b>		0,700
1-300 Superior		0,040	
		0,040	
	<b>ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA</b>		1,414
	2,704	0,062	
	<b>ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA</b>		
08:00 hasta 22:00 horas	2,704	0,062	
22:00 hasta 08:00 horas		0,052	

# ANEXO C. Facturas de la fundación nueva vida

 <p>Empresa Eléctrica Quito S.A.E.Q. Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto RUC: 1790053881001 Contribuyente especial, resolución No. 5368 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD</p>		<p>Nro. Factura: 001-999-004336637 Nro. doc. interno: 002610092314 Fecha de emisión: 02-01-2018 Fecha de vencimiento: 17-01-2018 Clave de acceso: 0201201801179005388100120019990043366370078855010</p>																																	
<p>K200007427657</p>																																			
<p><b>Información</b></p>																																			
<p>Cuenta Contrato: 200007427657 Nombre cliente: FUNDACION NUEVA VIDA RUC: 1791748581001 CUEN: 1400881869 Geocódigo: 1401U1470000066</p>		<p>Tarifa (ARCONEL): BTGSCD03 - BT Asistencia Social con Demanda Dirección del servicio: JORDAN SN LA MERCED PB - PICHINCHAQUITOLA MERCED Dirección de envío: JORDAN SN PB - PICHINCHAQUITOLA MERCED Código Postal:</p>																																	
<p>1. Facturación servicio eléctrico y alumbrado público</p>																																			
<p>Nro. de medidor: 184 Fecha desde: 02-12-2017 Factor potencia: 0.0000</p>		<p>Factor de multiplicación: 1.00 Fecha hasta: 02-01-2018 Penalización FP: 0.0000</p>																																	
<p>Constante: 1.00 Días facturados: 02-01-2018</p>		<p>Tipo consumo: leído Factor corrección: 1.0000</p>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>F.Ha.</th> <th>Lect. Act.</th> <th>Lect. Ant.</th> <th>Dif. Cons.</th> <th>Cons. SubTot.</th> <th>C.I.T.</th> <th>Cons. Tot.</th> <th>Unidad</th> <th>\$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo energía activa total</td> <td>02-01-2018</td> <td>31134.00</td> <td>26414.00</td> <td>0.00</td> <td>4720.00</td> <td>0.00</td> <td>4720.00</td> <td>KWH</td> <td>292.64</td> </tr> <tr> <td>Demanda facturable</td> <td>02-01-2018</td> <td>7.20</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>7.20</td> <td>0.00</td> <td>7.20</td> <td>KW</td> <td>19.47</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	F.Ha.	Lect. Act.	Lect. Ant.	Dif. Cons.	Cons. SubTot.	C.I.T.	Cons. Tot.	Unidad	\$	Consumo energía activa total	02-01-2018	31134.00	26414.00	0.00	4720.00	0.00	4720.00	KWH	292.64	Demanda facturable	02-01-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47		
Descripción	F.Ha.	Lect. Act.	Lect. Ant.	Dif. Cons.	Cons. SubTot.	C.I.T.	Cons. Tot.	Unidad	\$																										
Consumo energía activa total	02-01-2018	31134.00	26414.00	0.00	4720.00	0.00	4720.00	KWH	292.64																										
Demanda facturable	02-01-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47																										
<p>2. Valores pendientes</p> <p>VALORES PENDIENTES (2) 0.03</p>																																			
<p>3. Recaudación terceros - Planes de Financiamiento</p> <p>Estos valores no forman parte de los ingresos de la Empresa Eléctrica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rubro</th> <th>Sustento Legal</th> <th>Pago / Total</th> <th>Valor (USD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)</td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>		Rubro	Sustento Legal	Pago / Total	Valor (USD)	RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)			0.00																										
Rubro	Sustento Legal	Pago / Total	Valor (USD)																																
RECAUDACIÓN TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)			0.00																																
<p>Formas de Pago</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EFFECTIVO</th> <th>DINERO ELECTRONICO</th> <th>TARJETA DE CRE / DEB.</th> <th>SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>313.99</td> </tr> </tbody> </table>		EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	0.00	0.00	0.00	313.99	<p>SUBSIDIOS DEL GOBIERNO:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Cocisión Eléctrica</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Calentamiento Agua</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Subsidio Tarifa Eléctrica</td> <td>342.67</td> </tr> <tr> <td>Tarifa Dignidad</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL:</b></td> <td><b>342.67</b></td> </tr> </tbody> </table>		Cocisión Eléctrica	0.00	Calentamiento Agua	0.00	Subsidio Tarifa Eléctrica	342.67	Tarifa Dignidad	0.00	<b>TOTAL:</b>	<b>342.67</b>														
EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO																																
0.00	0.00	0.00	313.99																																
Cocisión Eléctrica	0.00																																		
Calentamiento Agua	0.00																																		
Subsidio Tarifa Eléctrica	342.67																																		
Tarifa Dignidad	0.00																																		
<b>TOTAL:</b>	<b>342.67</b>																																		
<p>Formas de Pago</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EFFECTIVO</th> <th>DINERO ELECTRONICO</th> <th>TARJETA DE CRE / DEB.</th> <th>OTROS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>49.81</td> </tr> </tbody> </table>		EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS	0.00	0.00	0.00	49.81	<p><b>Rubros</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Valor Consumo</td> <td>292.64</td> </tr> <tr> <td>Comercialización</td> <td>1.41</td> </tr> <tr> <td>Demanda</td> <td>19.47</td> </tr> <tr> <td>Intereses por Mora</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Subtotal Servicio Eléctrico (SE)</td> <td>313.90</td> </tr> <tr> <td>Servicio Alumbrado Público</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Subtotal Alumbrado Público</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Base I.V.A. 0%</td> <td>313.52</td> </tr> <tr> <td>I.V.A. 0%</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Base Exento de IVA</td> <td>0.38</td> </tr> <tr> <td>Exento de IVA</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL SE Y AP (1)</b></td> <td><b>313.90</b></td> </tr> </tbody> </table>		Valor Consumo	292.64	Comercialización	1.41	Demanda	19.47	Intereses por Mora	0.38	Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	313.90	Servicio Alumbrado Público	0.00	Subtotal Alumbrado Público	0.00	Base I.V.A. 0%	313.52	I.V.A. 0%	0.00	Base Exento de IVA	0.38	Exento de IVA	0.00	<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>313.90</b>
EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS																																
0.00	0.00	0.00	49.81																																
Valor Consumo	292.64																																		
Comercialización	1.41																																		
Demanda	19.47																																		
Intereses por Mora	0.38																																		
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	313.90																																		
Servicio Alumbrado Público	0.00																																		
Subtotal Alumbrado Público	0.00																																		
Base I.V.A. 0%	313.52																																		
I.V.A. 0%	0.00																																		
Base Exento de IVA	0.38																																		
Exento de IVA	0.00																																		
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>313.90</b>																																		
<p>Formas de Pago</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EFFECTIVO</th> <th>DINERO ELECTRONICO</th> <th>TARJETA DE CRE / DEB.</th> <th>OTROS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>49.81</td> </tr> </tbody> </table>		EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS	0.00	0.00	0.00	49.81	<p><b>RESUMEN DE VALORES A PAGAR</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Total Sector Eléctrico (A)</td> <td>313.90</td> </tr> <tr> <td>Total por cuenta Terceros (4+5)</td> <td>49.81</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL A PAGAR (USD)</b></td> <td><b>363.71</b></td> </tr> </tbody> </table>		Total Sector Eléctrico (A)	313.90	Total por cuenta Terceros (4+5)	49.81	<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>363.71</b>																		
EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS																																
0.00	0.00	0.00	49.81																																
Total Sector Eléctrico (A)	313.90																																		
Total por cuenta Terceros (4+5)	49.81																																		
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>363.71</b>																																		
<p>Formas de Pago</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>EFFECTIVO</th> <th>DINERO ELECTRONICO</th> <th>TARJETA DE CRE / DEB.</th> <th>OTROS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>49.81</td> </tr> </tbody> </table>		EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS	0.00	0.00	0.00	49.81	<p><b>TOTAL</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)</td> <td>313.90</td> </tr> <tr> <td>Valores Pendientes (2)</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>Recaudación terceros SE (3)</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1+2+3)</b></td> <td><b>313.90</b></td> </tr> </tbody> </table>		Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	313.90	Valores Pendientes (2)	0.03	Recaudación terceros SE (3)	0.04	<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1+2+3)</b>	<b>313.90</b>																
EFFECTIVO	DINERO ELECTRONICO	TARJETA DE CRE / DEB.	OTROS																																
0.00	0.00	0.00	49.81																																
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	313.90																																		
Valores Pendientes (2)	0.03																																		
Recaudación terceros SE (3)	0.04																																		
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1+2+3)</b>	<b>313.90</b>																																		
<p>Mensajes</p>																																			

Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
 Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
 1790053881001  
 Contribuyente especial, resolución No. 5368  
**OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD**

Nro. Factura 001-999-005492345  
 Nro. doc. interno 002690106252  
 Fecha de emisión 02-02-2018  
 Fecha de vencimiento 17-02-2018  
 Número de autorización 0202201801179005388100120019990054923450076855012



K200007427657

**VALOR A PAGAR \$260.15**

Información del consumidor

**CUENTA CONTRATO** 200007427657  
 Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
 RUC 1791748581001  
 Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
 Geocódigo 1401U47000066

Tipo de tarifa Arconel  
 Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
 Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED

BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
 Tipo consumo leído  
 Fecha desde 03-01-2018  
 Días facturados  
 Fecha hasta 01-02-2018  
 Consumo Subtotal 30

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-02-2018	34415.00	31134.00	0.00	3281.00	0.00	3281.00	KWH	203.42
Demanda facturable	01-02-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

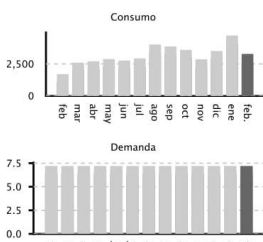
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	224.30	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado

Valor Consumo	203.42
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	224.30
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	224.30
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>224.30</b>



TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	224.30
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>224.30</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO  
 Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
 R.U.C beneficiario. 1768155310001  
 Fecha de Emisión 02-02-2018  
 Cuenta Contrato 200007427657  
 RUC 1791748581001  
 Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	35.85
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>35.85</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	224.30
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	35.85
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>260.15</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-006662894  
Nro. doc. Interno 003110092648  
Fecha de emisión 05-03-2018  
Fecha de 20-03-2018  
Número de 0503201801179005388100120019990066628940076855014

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$247.90

CUENTA CONTRATO 200007427657 Tipo de tarifa Arconel BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico 1400881869  
Geocódigo 1401U470000066

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído 28  
Fecha desde 02-02-2018 Fecha hasta 01-03-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-03-2018	37508.00	34415.00	0.00	3093.00	0.00	3093.00	KWH	191.77
Demanda facturable	01-03-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

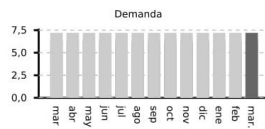
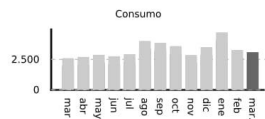
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	212.65	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado

Valor Consumo	191.77
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico	212.65
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	212.65
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>212.65</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	212.65
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>212.65</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C 1768155310001  
Fecha de Emisión 05-03-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	3.525,00
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>3525,00</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	212.65
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	35.25
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>247.90</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-007768212  
Nro. doc. Interno 002680139322  
Fecha de emisión 02-04-2018  
Fecha de 17-04-2018  
Número de 0204201801179005388100120019990077682120076855019

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$284.57

CUENTA CONTRATO 200007427657 Tipo de tarifa Arconel BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico 1400881869  
Geocódigo 1401U470000066

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído 32  
Fecha desde 02-03-2018 Fecha hasta 02-04-2018  
Días facturados 32

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-04-2018	41110.00	37508.00	0.00	3602.00	0.00	3602.00	KWH	223.32
Demanda facturable	02-04-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

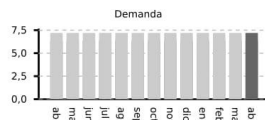
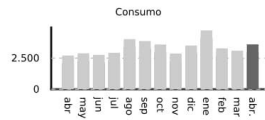
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	244.20	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado

Valor Consumo	223.32
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico	244.20
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	244.20
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>244.20</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	244.20
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>244.20</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C 1768155310001  
Fecha de Emisión 02-04-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	4.037,00
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>4037,00</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	244.20
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	40.37
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>284.57</b>





Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-008931379  
Nro. doc. Interno 002440168024  
Fecha de emisión 02-05-2018  
Fecha de vencimiento 17-05-2018  
Número de autorización 0205201801179005388100120019990089313790076855013

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$265.47

CUENTA CONTRATO 200007427657 Tipo de tarifa Arconel BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
RUC 1791748581001 Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo 1401U47000066

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído Días facturados 30  
Fecha desde 03-04-2018 Fecha hasta 02-05-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-05-2018	44447.00	41110.00	0.00	3337.00	0.00	3337.00	KWH	206.89
Demanda facturable	02-05-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

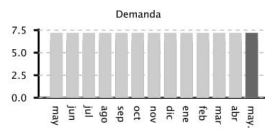
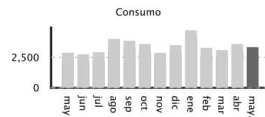
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	227.77	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	206.89
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	227.77
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	227.77
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>227.77</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	227.77
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>227.77</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 02-05-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	37.70
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>37.70</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	227.77
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	37.70
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>265.47</b>





Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-010076099  
Nro. doc. Interno 002530195823  
Fecha de emisión 01-06-2018  
Fecha de vencimiento 16-06-2018  
Número de autorización 0106201801179005388100120019990100760990076855017

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$254.33

**CUENTA CONTRATO** 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA Tipo de tarifa Arconel BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda  
RUC 1791748581001 Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869 Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Geocódigo 1401U47000066

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído 30  
Fecha desde 03-05-2018 Fecha hasta 01-06-2018  
Días facturados 30

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-06-2018	47644.00	44447.00	0.00	3197.00	0.00	3197.00	KWH	198.21
Demanda facturable	01-06-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

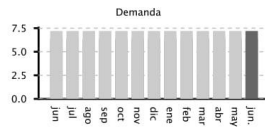
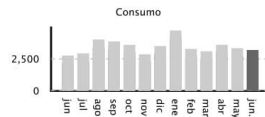
Deuda Planillas Anteriores (0)	1.05-
Subtotal Planillas Anteriores	1.05-
<b>VALORES PENDIENTES (2)</b>	<b>1.05-</b>

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
------------------------------	------

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	219.09	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	198.21
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	219.09
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	219.09
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>219.09</b>

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	219.09
Valores Pendientes (2)	1.05-
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>218.04</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO	
Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO	
R.U.C beneficiario.	1768155310001
Fecha de Emisión	01-06-2018
Cuenta Contrato	200007427657
RUC	1791748581001
Nombre	FUNDACION NUEVA VIDA
CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	36.29
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>36.29</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	218.04
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	36.29
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>254.33</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. factura 001-999-011248862  
Nro. doc. interno 2660207508  
Fecha de emisión 02-07-2018  
Fecha de vencimiento 17-07-2018  
Número de autorización 020720180117900538810012001999011248862007685018

**VALOR A PAGAR: 224.54**

**Información del Consumidor**

**CUENTA CONTRATO 200007427657**

Razón social FUNDACION NUEVA VIDA (FUNDACION NUEVA VIDA)  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico 1400881869  
Geocódigo 1401U470000093

Tipo de tarifa Arconel BTCGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED

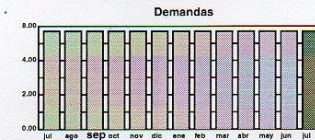
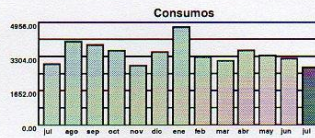
**1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Número de medidor 184  
Tipo de consumo leido  
Fecha desde 02-06-2018  
Días facturados 31  
Fecha hasta 02-07-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-07-2018	50413.00	47644.00	0.00	2785.00	0.00	2785.00	kWh	171.68
Demanda facturable	02-07-2018	7.20		0.00	7.20	0.00	7.20	kW	19.47

**2. Valores Pendientes**

VALORES PENDIENTES (2) 0.00



**Servicio Eléctrico y Alumbrado Público**

Valor Consumo	171.68
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	192.56
Servicio Alumbrado Público General	0.00
Subtotal Alumbrado Público (APG)	0.00
Base I.V.A. 0%	192.56
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y APG (1)</b>	<b>192.56</b>

**3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor**

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00



**Subsidios del Gobierno**

Subsidio Tarifa Eléctrica	201.03
<b>TOTAL</b>	<b>201.03</b>

**Formas de Pago**

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	192.56	15	dias

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	192.56
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELECTRICIDAD (1+2+3)</b>	<b>192.56</b>

**Mensajes**

**Recaudación Terceros**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

**NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO**

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.J.C Beneficiario 1768155310001  
Fecha de Emisión 02-07-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA  
Dirección Servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	31.98
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>31.98</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-012346195  
Nro. doc. Interno 002710227758  
Fecha de emisión 01-08-2018  
Fecha de vencimiento 16-08-2018  
Número de autorización 0108201801179005388100120019990123461950076855011

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$252.29

CUENTA CONTRATO 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo 1401U47000066  
Tipo de tarifa Arconel  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído  
Fecha desde 03-07-2018  
Días facturados  
Fecha hasta 01-08-2018  
30

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-08-2018	53567.00	50413.00	0.00	3154.00	0.00	3154.00	KWH	195.55
Demanda facturable	01-08-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

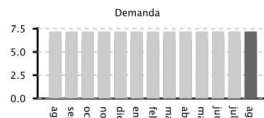
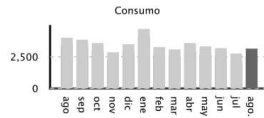
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	216.43	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	195.55
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	216.43
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	216.43
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>216.43</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	216.43
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>216.43</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 01-08-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	35.86
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>35.86</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	216.43
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	35.86
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>252.29</b>





Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-013557971  
Nro. doc. Interno 002660250084  
Fecha de emisión 03-09-2018  
Fecha de vencimiento 18-09-2018  
Número de autorización 0309201801179005388100120019990135579710076855017

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$386.50

CUENTA CONTRATO 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo 1401U47000066  
Tipo de tarifa Arconel  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído  
Fecha desde 02-08-2018  
Días facturados  
Fecha hasta 03-09-2018  
Consumo 33

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	03-09-2018	58583.00	53567.00	0.00	5016.00	0.00	5016.00	KWH	310.99
Demanda facturable	03-09-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

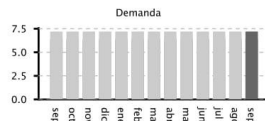
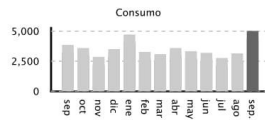
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	331.87	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	310.99
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	331.87
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	331.87
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>331.87</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	331.87
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>331.87</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 03-09-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	54.63
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>54.63</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR

Total Sector Eléctrico (A)	331.87
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	54.63
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>386.50</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-014811951  
Nro. doc. Interno 002100990483  
Fecha de emisión 03-10-2018  
Fecha de vencimiento 18-10-2018  
Número de autorización 0310201801179005388100120019990148119510076855012

Información del consumidor

VALOR A PAGAR \$157.21

CUENTA CONTRATO 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo 1401U47000093  
Tipo de tarifa Arconel  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo leído  
Fecha desde 04-09-2018  
Días facturados  
Fecha hasta 01-10-2018  
28

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-10-2018	60418.00	58583.00	0.00	1835.00	0.00	1835.00	KWH	113.77
Demanda facturable	01-10-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

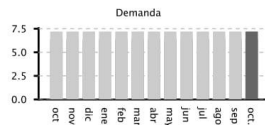
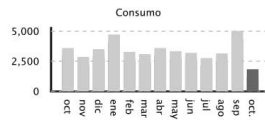
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	134.65	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	113.77
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	134.65
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	134.65
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>134.65</b>

TOTAL (A)

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	134.65
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>134.65</b>



Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 03-10-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	22.56
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>22.56</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	134.65
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	22.56
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>157.21</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-015946005  
Nro. doc. Interno 002630300984  
Fecha de emisión 04-11-2018  
Fecha de vencimiento 19-11-2018  
Número de autorización 0411201801179005388100120019990159460050076855014

VALOR A PAGAR \$407.91

Información del consumidor

CUENTA CONTRATO 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo 1401U47000093  
Tipo de tarifa Arconel  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 184  
Tipo consumo estimado  
Fecha desde 02-10-2018  
Días facturados 31  
Fecha hasta 01-11-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	01-11-2018	65731.00	60418.00	0.00	5313.00	0.00	5313.00	KWH	329.41
Demanda facturable	01-11-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

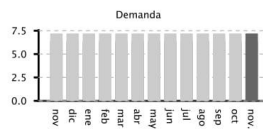
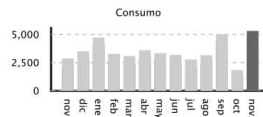
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	350.29	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	329.41
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	350.29
Servicio Alumbrado Público	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	350.29
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>350.29</b>



TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	350.29
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>350.29</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 04-11-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	57.62
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>57.62</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	350.29
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	57.62
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>407.91</b>



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
RUC: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5368  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200007427657

Nro. Factura 001-999-017069048  
Nro. doc. Interno 002410330652  
Fecha de emisión 03-12-2018  
Fecha de vencimiento 18-12-2018  
Número de autorización 0312201801179005388100120019990170690480076855013

VALOR A PAGAR \$300.54

Información del consumidor

CUENTA CONTRATO 200007427657  
Razón Social FUNDACION NUEVA VIDA  
RUC 1791748581001  
Código Único Eléctrico Nacional 1400881869  
Geocódigo  
Tipo de tarifa Arconel  
Dirección del servicio JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
Dirección de envío JORDAN SN LA MERCED PB - LA MERCED  
BTGCD03 - BT Asistencia Social con Demanda

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 1002003744  
Tipo consumo leído  
Fecha desde 02-11-2018  
Fecha corrección desde 02-10-2018  
Días facturados 32  
Fecha hasta 03-12-2018  
Fecha corrección hasta 01-11-2018

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	03-12-2018	3880.00	65080.00	651.00	4531.00	0.00	4531.00	KWH	280.92
Demanda facturable	03-12-2018	7.20	0.00	0.00	7.20	0.00	7.20	KW	19.47

2. Valores pendientes

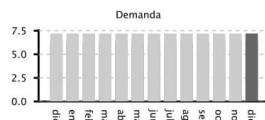
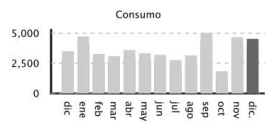
VALORES PENDIENTES (2) 0.00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	261.43	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	280.92
Comercialización	1.41
Valor Demanda	19.47
Ajuste períodos estimados SE	40.37
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	261.43
Servicio Alumbrado Público	0.00
Ajuste períodos estimados APG	0.00
Subtotal Alumbrado Público	0.00
Base I.V.A. 0%	261.43
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>261.43</b>



TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	261.43
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>261.43</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUITO

Beneficiario EMP METROPOLITANA DE ASEO  
R.U.C beneficiario. 1768155310001  
Fecha de Emisión 03-12-2018  
Cuenta Contrato 200007427657  
RUC 1791748581001  
Nombre FUNDACION NUEVA VIDA

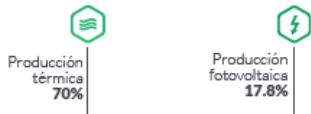
CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	39.11
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>39.11</b>

RESUMEN DE VALORES A PAGAR	
Total Sector Eléctrico (A)	261.43
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	39.11
<b>TOTAL A PAGAR (USD)</b>	<b>300.54</b>

## ANEXO D. Fichas técnicas de los equipos

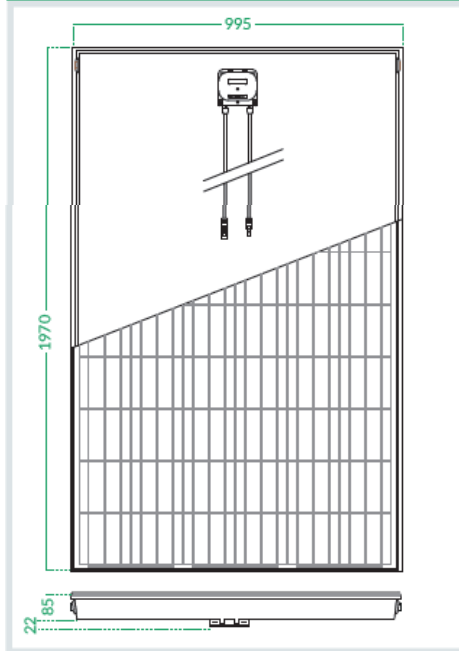


Panel solar híbrido con producción simultánea térmica y fotovoltaica



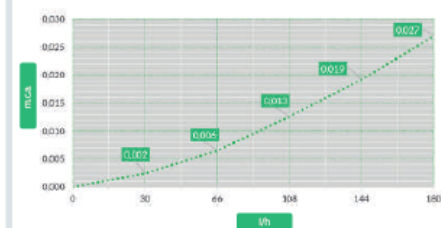
\* Todos los porcentajes de producción están condicionados al rango de T° de trabajo de la instalación.

### Dimensiones



### Pérdida de carga

Caída de presión: T° max: 20,13 °C / T° min: 19,39 °C



Conforme a las Normas de Producto:  
IEC 61215 Ed2; IEC 61730-1;-2:2004;  
EN 12975-1:2006 + A1:2001; EN ISO 9806:2017

### Especificaciones Generales

Largo x Ancho x Espesor	1.970 x 995 x (85+22) mm
Area Total	1,96m <sup>2</sup>
Area de Apertura	1,88 m <sup>2</sup>
N° células	72
Peso	50 kg.
Vidrio Frontal	3,2 mm.templado
Marco	Aluminio
Protección Caja de Conex.	IP65
N° Diodos	3 diodos
Dimensiones de célula	156 x 156
Tipo de conexión FV / Longitud cables	Solarlok PV4 / 1m

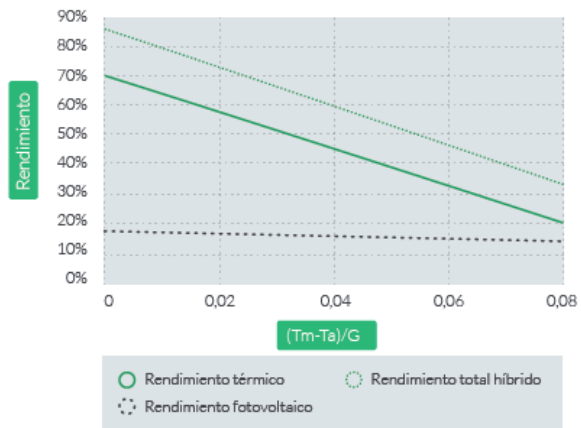
### Especificaciones Eléctricas

Condiciones de prueba estándar STC: AM 1.5, Irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula 25 °C.

Tipo de célula	Mono-cristalina
Potencia Nominal (W)	350 W
Tensión Máxima Potencia (Vmpp)	39,18 V
Corriente Máxima Potencia (Impp)	8,98 A
Tensión Circuito Abierto (Voc)	48,82 V
Corriente Cortocircuito (Isc)	9,73 A
Eficiencia del módulo (%)	17,8
Tolerancia de Potencia (W)	0/+3%
Tensión Máxima del Sistema	DC 1000 V (IEC)
Backsheet	Negro
Coefficiente de temperatura de Pmpp	-0,41%/°C
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,33%/°C
Coefficiente de temperatura de Isc	+0,06%/°C
Corriente inversa máxima	15A
Temperatura NOCT*	45+/-2 °C

### Especificaciones Térmicas

Rendimiento óptico	0,7
Coef. Pérdidas Térmicas,a1	5,98 W/m <sup>2</sup> .K
Coef. Pérdidas Térmicas,a2	0,00 W/m <sup>2</sup> .K <sup>2</sup>
Volumen liquido interior	1,78 L
Temperatura de estancamiento	12,6°C
Num. Conexiones hidráulicas	4 conexiones
Medida Conexión hidráulica	conexión rápido
Presión máxima admisible	10 bar
Caudal nominal	60 L/h



Reservado el derecho de modificaciones técnicas sin previo aviso.  
Garantía de 10 años.

MÁS INFORMACIÓN EN  
[www.abora-solar.com](http://www.abora-solar.com)



## Gulfstream HE150RA Pool Heat Pump 142,000 BTU



Marca	
Marca:	Gulfstream
Tipo de calentador:	Solo calor

Rendimiento	
Entrada de kW:	6.0
Salida de BTU, condiciones nominales estándar 80/80/80:	142 000 BTU
COP, condiciones de clasificación estándar 80/80/80:	6,2
Salida BTU 80/80/63:	120,000-129,000 BTU
CP 80/80/63 :	5,4

Especificaciones del modelo	
Tamaño de tubería:	2" FIP
Modo:	Solo calor
Certificado AHRI:	3694125
Velocidad del ventilador:	825 RPM
Amperaje de carga del ventilador:	1.8
Motor del ventilador:	1/3 HP
Tipo de refrigerante:	R-410A
Carga de fábrica/refrigerante:	4,8 libras
Controles de pantalla:	Digitales
Termostato:	Digital
Compresor:	Desplazamiento
Compresor LRA:	145
RLA del compresor:	30
Intercambiador de calor:	100 % titanio
Tamaño de la plomería:	Unión de 2"

Especificaciones eléctricas	
Disyuntor de retardo de tiempo principal:	50
Tamaño máximo del fusible del disyuntor:	60
Tamaño de fusible recomendado:	50
Hercios:	60 Hz
Tipo de fase:	Monofásico
Voltaje:	208/230
Amperaje mínimo del circuito/disyuntor máximo:	40
Amperios de funcionamiento promedio:	28

Flujo de agua de la piscina	
Caudal: Min./Máx.:	30/70 GPM
Flujo de agua óptimo GPM:	45 GPM
Flujo de agua Min./Máx. GPM:	30/70

Especificaciones físicas	
Peso (Kg):	112.49kg
Dimensiones:	31"x31"x46"
Peso de envío:	125.19kg
Dimensiones de envío:	32"x31"x50"

## ANEXO E. Tablas psicrométricas

Humedad [%]	Temperatura en °C							
	6		8		10		12	
	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]
50	935	0,003969	1073	0,004559	1228	0,005223	1403	0,005975
55	935	0,004369	1073	0,005019	1228	0,00575	1403	0,006578
60	935	0,004769	1073	0,005479	1228	0,006278	1403	0,007183
65	935	0,00517	1073	0,00594	1228	0,006807	1403	0,007789
70	935	0,005571	1073	0,006401	1228	0,007337	1403	0,008397
75	935	0,005972	1073	0,006864	1228	0,007868	1403	0,009005
80	935	0,006375	1073	0,007327	1228	0,008399	1403	0,009615
85	935	0,006777	1073	0,00779	1228	0,008932	1403	0,010226
90	935	0,007181	1073	0,008255	1228	0,009465	1403	0,010838
95	935	0,007585	1073	0,00872	1228	0,01	1403	0,011451
100	935	0,007989	1073	0,009185	1228	0,010535	1403	0,012065

Humedad [%]	Temperatura en °C							
	13		14		15		16	
	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]
50	1498	0,006383	1599	0,006818	1705	0,007276	1818	0,007764
55	1498	0,007029	1599	0,007509	1705	0,008013	1818	0,008551
60	1498	0,007676	1599	0,0082	1705	0,008751	1818	0,00934
65	1498	0,008324	1599	0,008893	1705	0,009492	1818	0,010131
70	1498	0,008974	1599	0,009588	1705	0,010234	1818	0,010924
75	1498	0,009624	1599	0,010284	1705	0,010978	1818	0,011719
80	1498	0,010277	1599	0,010982	1705	0,011723	1818	0,012516
85	1498	0,01093	1599	0,011681	1705	0,012471	1818	0,013315
90	1498	0,011585	1599	0,012382	1705	0,01322	1818	0,014116
95	1498	0,012241	1599	0,013084	1705	0,013971	1818	0,014919
100	1498	0,012899	1599	0,013788	1705	0,014724	1818	0,015724

Temperatura en °C									
		17		18		19		20	
Humedad [%]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	
50	1938	0,008283	2064	0,008829	2198	0,009411	2339	0,010025	
55	1938	0,009124	2064	0,009726	2198	0,010368	2339	0,011045	
60	1938	0,009966	2064	0,010626	2198	0,011328	2339	0,012069	
65	1938	0,010811	2064	0,011527	2198	0,012291	2339	0,013096	
70	1938	0,011659	2064	0,012432	2198	0,013256	2339	0,014126	
75	1938	0,012508	2064	0,013339	2198	0,014225	2339	0,015159	
80	1938	0,01336	2064	0,014248	2198	0,015196	2339	0,016196	
85	1938	0,014214	2064	0,015161	2198	0,016171	2339	0,017237	
90	1938	0,01507	2064	0,016076	2198	0,017148	2339	0,01828	
95	1938	0,015929	2064	0,016993	2198	0,018128	2339	0,019328	
100	1938	0,01679	2064	0,017913	2198	0,019112	2339	0,020378	

Temperatura en °C									
		21		22		23		24	
Humedad [%]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	P. sat. [Pa]	W [kg ag/kg ai]	
50	2488	0,010674	2645	0,01136	2810	0,012083	2985	0,012851	
55	2488	0,011762	2645	0,012519	2810	0,013317	2985	0,014165	
60	2488	0,012853	2645	0,013682	2810	0,014556	2985	0,015485	
65	2488	0,013949	2645	0,01485	2810	0,0158	2985	0,01681	
70	2488	0,015047	2645	0,016021	2810	0,017048	2985	0,018141	
75	2488	0,01615	2645	0,017197	2810	0,018302	2985	0,019477	
80	2488	0,017257	2645	0,018378	2810	0,01956	2985	0,020819	
85	2488	0,018367	2645	0,019563	2810	0,020824	2985	0,022167	
90	2488	0,019481	2645	0,020752	2810	0,022092	2985	0,02352	
95	2488	0,020599	2645	0,021945	2810	0,023366	2985	0,024879	
100	2488	0,021722	2645	0,023143	2810	0,024644	2985	0,026244	

## **ORDEN DE EMPASTADO**