



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Propuesta de utilización de energía fotovoltaica para
funcionamiento de equipos de iluminación y publicidad, Hotel
Victoria – Chiclayo”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica

AUTORES:

Campos Salazar John Gustavo (ORCID: 0000-0003-0820-9864)

Salinas Centurión Rolando (ORCID: 0000-0001-5561-5991)

ASESOR:

Mg. Vega Calderón, Edilbrando (ORCID:0000-0003-1880-1677)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| Carátula | i |
| Índice de Contenidos | ii |
| Índice de Tablas | iii |
| Índice de Figuras | iv |
| Resumen | v |
| Abstract | vi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. METODOLOGÍA | 4 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 7 |
| IV. CONCLUSIONES | 24 |
| V. RECOMENDACIONES | 24 |
| REFERENCIAS | 25 |
| ANEXOS | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 01: Evolución del costo de energía eléctrica durante los 12 meses del año 2019 | 2 |
| TABLA 02: Operalización de variables | 5 |
| TABLA 03: Distribución de tableros eléctricos..... | 7 |
| TABLA 04: Histórico de consumos de energía eléctrica mensual 2017-2019. | 8 |
| TABLA 05: Niveles de radiación solar 2017 | 14 |
| TABLA 06: Niveles de radiación solar 2018..... | 15 |
| TABLA 07: Niveles de radiación solar 2019..... | 15 |
| TABLA 08: Consumo de energía eléctrica..... | 16 |
| TABLA 09: Consumo de energía eléctrica de cargas a suministrar con energía fotovoltaica..... | 17 |
| TABLA 10: Costo de la inversión..... | 22 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 01: Se muestra la evolución del costo de la energía eléctrica durante los 12 meses del año 2019..... | 1 |
| FIGURA 02: Evolución del consumo mensual de energía eléctrica en KW-h | 9 |
| FIGURA 03: Evolución de la facturación mensual de energía eléctrica en soles. | 9 |
| FIGURA 04: Niveles de radiación solar kW-h/m2..... | 16 |
| FIGURA 05: Panel solar Marca: KYOCERA DE 320 w 12v..... | 19 |
| FIGURA 06: Controlador de carga..... | 20 |
| FIGURA 07: Inversor JOMAR 12V..... | 21 |

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de estudio, la factibilidad del uso de la energía fotovoltaica, para suministrar energía eléctrica a parte del sistema de iluminación y algunos artefactos electrodomésticos, en el interior del Hotel Victoria Chiclayo, y está enmarcado dentro de las políticas de ahorro energético y de la disminución de la contaminación del medio ambiente.

Surge la necesidad de disminuir la facturación eléctrica, que representa un costo de operación significativo para la administración del Hotel, por cuánto el ritmo de uso de algunas cargas eléctricas para iluminación en los espacios comunes del hotel, es de alta incidencia; así como de algunos artefactos electrodomésticos; es por ello que se ha realizado el análisis del uso de energía fotovoltaica para disminuir éstos costos operativos.

La investigación se inicia con la descripción del consumo de energía eléctrica actual y su tendencia dentro de un periodo de tiempo, luego se hizo el análisis del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de áreas comunes y de algunos artefactos electrodomésticos a suministrar con energía fotovoltaica. Así mismo se hizo una selección de los dispositivos eléctricos, que son los elementos que generan energía a partir de la energía solar; finalmente se realizó la evaluación económica de la propuesta.

Palabras clave: Ahorro energético, Energía Fotovoltaica, Sistema de Iluminación.

Abstract

The present research work has as an object of study, the feasibility of the use of photovoltaic energy, to supply electric energy apart from the lighting system and some electrical appliances, inside the Hotel Victoria Chiclayo, and is framed within the policies energy saving and reducing environmental pollution.

The need arises to reduce electricity billing, which represents a significant operating cost for the Hotel administration, because the rate of use of some electrical charges for lighting in the common spaces of the hotel is of high incidence; as well as some household appliances; That is why the analysis of the use of photovoltaic energy has been carried out to reduce these operating costs.

The investigation begins with the description of the current electrical energy consumption and its trend within a period of time, then the analysis of the electrical energy consumption of the lighting system of common areas and of some electrical appliances to be supplied with photovoltaic energy was made. Likewise, a selection was made of electrical devices, which are the elements that generate energy from solar energy; finally, the economic evaluation of the proposal was carried out.

Keywords: Energy saving, Photovoltaic Energy, Lighting System.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica en los Hoteles de la Ciudad de Chiclayo, es adquirida bajo un pliego tarifario BT5, es decir con tarifa plana a lo largo de las 24 horas del día, el cual constituye un costo de operación, que en algunos meses modifica las utilidades dentro de la administración; se tiene el registro que las utilidades son variables, siendo el costo de la energía eléctrica, entre el 15 y 25% del costo total.

Los equipos de iluminación que están instalados en las áreas comunes del hotel, como son los pasadizos, escaleras, patios y zona de ingreso, son accionados por los mismos clientes, al momento de circular por ese lugar, además el panel publicitario funciona entre 10 y 11 horas, en el exterior del local; ambas cargas tienen baja potencia instalada, pero por tener varias horas de funcionamiento, tienen un alto consumo de energía eléctrica.

El problema se agudiza más aún, porque no existe dentro de los usuarios una cultura de ahorro de energía eléctrica, siendo el propio personal del hotel, los que están desactivando la iluminación, en momento en los que no se requiere su uso; esto involucra entre otros factores, una pérdida de tiempo del personal de servicio. En una inspección realizada, se pudo observar que de cada 10 personas que circulan por los espacios públicos, solo 3 realizan el apagado de las luces, cuando se retiran, 7 no lo hacen. Esto constituye un incremento del consumo eléctrico, con el consecuente incremento de la facturación eléctrica mensual.

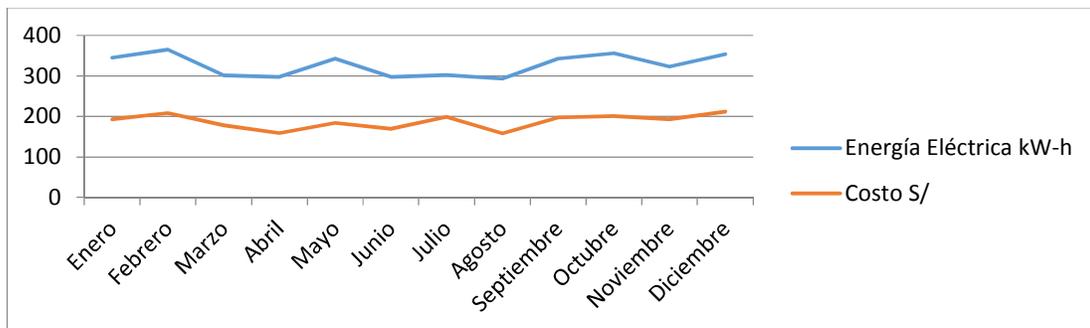


FIGURA 1: Se muestra la evolución del costo de la energía eléctrica durante los 12 meses del año 2019

TABLA 1: *Evolución del costo de energía eléctrica durante los 12 meses del año 2019*

| <i>Mes</i> | <i>Energía Eléctrica kW-h</i> | <i>Costo S/</i> |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| <i>Enero</i> | <i>345</i> | <i>193</i> |
| <i>Febrero</i> | <i>365</i> | <i>208</i> |
| <i>Marzo</i> | <i>323</i> | <i>183</i> |
| <i>Abril</i> | <i>298</i> | <i>159</i> |
| <i>Mayo</i> | <i>343</i> | <i>184</i> |
| <i>Junio</i> | <i>298</i> | <i>169</i> |
| <i>Julio</i> | <i>302</i> | <i>171</i> |
| <i>Agosto</i> | <i>293</i> | <i>158</i> |
| <i>Septiembre</i> | <i>343</i> | <i>197</i> |
| <i>Octubre</i> | <i>356</i> | <i>205</i> |
| <i>Noviembre</i> | <i>323</i> | <i>184</i> |
| <i>Diciembre</i> | <i>354</i> | <i>212</i> |

Fuente: Elaboración propia

La formulación del problema de la presente investigación es: ¿Cómo utilizar la energía fotovoltaica para el funcionamiento de equipos de iluminación y publicidad en el Hotel Victoria – Chiclayo?

Económicamente se justifica la investigación, porque si se implementa la utilización de energía solar a través del sistema fotovoltaico, se logrará disminuir el consumo de energía eléctrica y por ende la facturación mensual, el cual incide en los costos operativos del Hotel. En el ámbito social, se justifica la investigación, porque el uso de energía fotovoltaica para fines de iluminación, incentiva a que tanto los clientes y viviendas aledañas al hotel, utilicen este tipo de energía, al ser considerada como una alternativa al suministro de energía eléctrica convencional.

Se justifica la investigación en el aspecto ambiental, porque la disminución del consumo de energía eléctrica proveniente de la red del sistema eléctrico interconectado nacional, también disminuye la generación eléctrica proveniente de centrales térmicas, teniendo en cuenta que la actual matriz energética nacional, tiene 54% de potencia instalada en centrales a gas y ciclo combinado, es decir en la misma proporción, disminuye las emisiones producto de la combustión, como es el caso del dióxido de carbono.

Técnicamente, se justifica porque actualmente se está utilizando la generación distribuida, como alternativa a la red eléctrica convencional, teniendo como producto, energía eléctrica con los mismos parámetros, en cuanto a niveles de frecuencia y tensión eléctrica, para ser utilizados por los diferentes consumidores eléctricos.

La investigación tiene como objetivo generar, proponer la utilización de la energía fotovoltaica, para el funcionamiento de equipos de iluminación y el panel publicitario en el Hotel Victoria Chiclayo, para lo cual se ha planteado objetivos específicos, que son:

- Describir la situación actual en cuanto al consumo de energía eléctrica.
- Realizar un análisis de los niveles de radiación solar existente.
- Determinar el consumo de energía eléctrica de las cargas eléctricas en espacios comunes y de panel publicitario.
- Seleccionar los elementos del sistema fotovoltaico.

La hipótesis de la investigación es: La generación de la energía eléctrica fotovoltaica permite el funcionamiento de equipos de iluminación y publicidad en el Hotel Victoria –Chiclayo.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de la Investigación.

La investigación realizada es de tipo aplicada, porque se busca resolver el problema encontrado que es el alto consumo de energía eléctrica de las cargas eléctricas en las áreas comunes del hotel y del panel publicitario, y se ha enfocado en la búsqueda y consolidación del conocimiento, para luego aplicarlo. Todo ello contribuye a que el uso de la energía fotovoltaica sea una alternativa para su uso dentro de estos lugares.

2.1.2 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que la investigación se realizó sin haber manipulado ninguna variable en estudio. Tiene su fundamento en la observación del problema, tan igual como está sucediendo, es decir se observó cómo es el ritmo de uso de las cargas eléctricas, y cuál es su incidencia en la facturación eléctrica mensual.

Las variables de estudio se clasificaron en

Variable Independiente: PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Variable Dependiente: FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN Y PUBLICIDAD

TABLA 2: Operalización de variables

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|--|---|-------------------------------|
| Variable Independiente: UTILIZACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA | La obtención de energía eléctrica, teniendo como fuente la energía solar, es una forma de transformar la energía de forma limpia, para lo cual se tiene que tener en cuenta los niveles de radiación solar y el tiempo de incidencia de éste dentro de un determinado periodo | La utilización de la energía fotovoltaica, se utiliza directamente desde el panel solar generador de electricidad, o a través de la batería que acumula la energía eléctrica, en las cantidades de acuerdo a la demanda y oferta de energía. | Radiación Solar Horas de Radiación Solar Potencia eléctrica | KW-h/m2 Horas KW |
| Variable Dependiente: FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN Y PUBLICIDAD | Es el accionamiento de los equipos de iluminación y del panel publicitario con energía eléctrica fotovoltaica, con niveles de tensión y frecuencia eléctrica similares a los de la red eléctrica convencional | El consumo de energía eléctrica, es directamente proporcional a la potencia instalada de cada equipo de iluminación y panel publicitario, así como del tiempo de funcionamiento de éstos, en el interior del Hotel Victoria. | Potencia Eléctrica. Horas de funcionamiento. Número de veces de funcionamiento por hora | KW. Horas. Veces / Hora |

La población de estudio lo constituyen las cargas eléctricas instaladas en todas las áreas comunes del hotel y el panel publicitario, así como el tiempo de funcionamiento de cada una de ellas, en las instalaciones del Hotel Victoria Chiclayo.

La muestra coincide con la población de estudio

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: Observación y análisis documental.

La técnica de la observación, consiste en observar el ritmo de consumo de las cargas eléctricas durante las 24 horas del día, analizando las horas en las que permanecen activas, y con ello su incidencia en el consumo total de energía eléctrica

Guías de observación de campo: Registro de consumo de energía eléctrica y de tiempo de funcionamiento de cada lámpara del sistema de iluminación de los espacios comunes y de panel publicitario. (Ver Guía de observación, en anexos).

El procedimiento de recolección de datos, se hizo mediante el registro de datos en lo referente al número de veces en los cuales las lámparas permanecen encendidas y el tiempo; para lo cual se estableció de manera aleatoria un día de cada semana, durante 6 semanas; en ello se evidenció que el flujo de personas en el hotel es variable durante las horas del día, pero también es variable el número y tiempo de funcionamiento de las lámparas y del panel publicitario del hotel.

El procesamiento de los datos, se hizo utilizando el Software Microsoft Excel, con las medidas estadísticas, como son medidas de tendencia central y de dispersión.

Se elaboró la investigación manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos, a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

3.1.1 Describir la situación actual en cuanto al consumo de energía eléctrica.

- a) Tablero de Distribución General.
- b) Tablero de Distribución Primer Piso.
- c) Tablero de Distribución Segundo Piso.
- d) Tablero de Distribución Tercer Piso.
- e) Tablero de Distribución Áreas comunes.
- f) Tablero de Distribución Bomba de Agua.
- g) Tablero de Distribución Panel Publicitario.

La potencia instalada de cada uno de los tableros se muestra:

TABLA 3: *Distribución de tableros eléctricos*

| Tablero | Potencia Instalada (KW) | % Carga |
|---|------------------------------------|----------------|
| Tablero de Distribución Primer Piso. | 3.2 | 31.4 |
| Tablero de Distribución Segundo Piso. | 2.5 | 24.5 |
| Tablero de Distribución Tercer Piso. | 2.5 | 24.5 |
| Tablero de Distribución Áreas comunes.. | 0.8 | 7.8 |
| Tablero de Distribución Bomba de Agua. | 0.8 | 7.8 |
| Tablero de Distribución Panel Publicitario. | 0.4 | 3.9 |
| Tablero de Distribución. General | 10.2 | 100 |

Fuente: Hotel Victoria 2019

En cuanto a los consumos de energía eléctrica, se tiene los siguientes registros mensuales.

TABLA 4: *Histórico de consumos de energía eléctrica mensual 2017-2019.*

| Año | Mes | Energía Eléctrica kW-h | Total KW-H | Costo S/ | Total |
|-------------|------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 2017 | Enero | 301 | 3744 | 167 | 2151 |
| | Febrero | 343 | | 187 | |
| | Marzo | 312 | | 181 | |
| | Abril | 312 | | 178 | |
| | Mayo | 311 | | 173 | |
| | Junio | 301 | | 172 | |
| | Julio | 302 | | 173 | |
| | Agosto | 293 | | 167 | |
| | Septiembre | 312 | | 182 | |
| | Octubre | 313 | | 198 | |
| | Noviembre | 321 | | 161 | |
| | Diciembre | 323 | | 212 | |
| 2018 | Enero | 311 | 3761 | 188 | 2353 |
| | Febrero | 323 | | 199 | |
| | Marzo | 312 | | 181 | |
| | Abril | 323 | | 189 | |
| | Mayo | 323 | | 201 | |
| | Junio | 311 | | 178 | |
| | Julio | 298 | | 178 | |
| | Agosto | 283 | | 161 | |
| | Septiembre | 301 | | 188 | |
| | Octubre | 312 | | 201 | |
| | Noviembre | 322 | | 192 | |
| | Diciembre | 342 | | 297 | |
| 2019 | Enero | 345 | 3943 | 193 | 2223 |
| | Febrero | 365 | | 208 | |
| | Marzo | 323 | | 183 | |
| | Abril | 298 | | 159 | |
| | Mayo | 343 | | 184 | |
| | Junio | 298 | | 169 | |
| | Julio | 302 | | 171 | |
| | Agosto | 293 | | 158 | |
| | Septiembre | 343 | | 197 | |
| | Octubre | 356 | | 205 | |
| | Noviembre | 323 | | 184 | |
| | Diciembre | 354 | | 212 | |

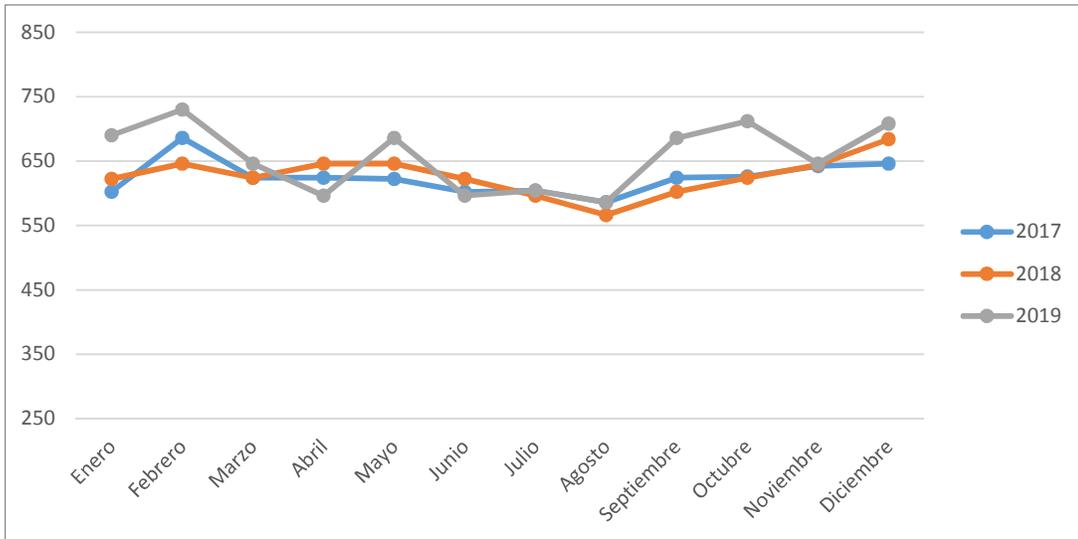


FIGURA 2: Evolución del consumo mensual de energía eléctrica en KW-h

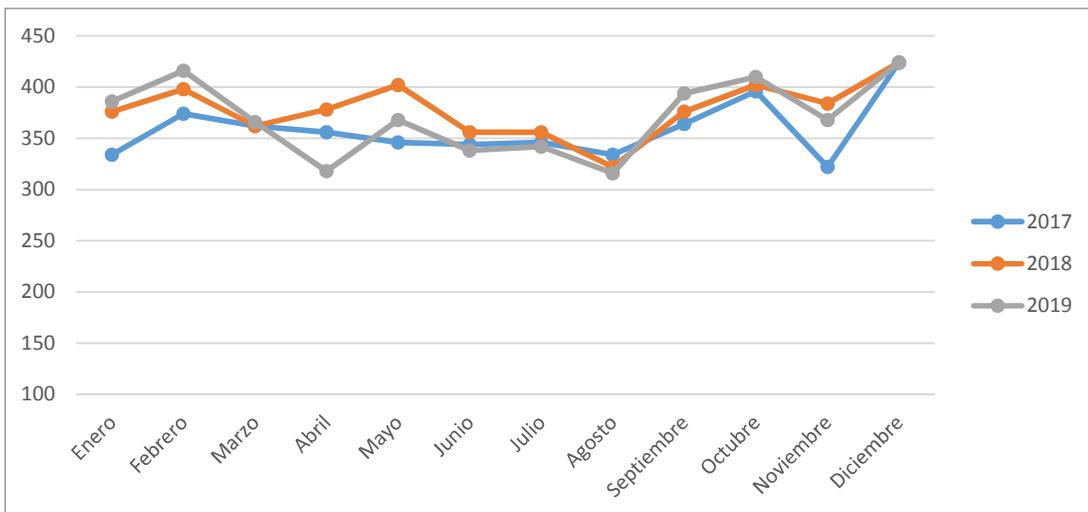


FIGURA 3: Evolución de la facturación mensual de energía eléctrica en soles.

Se evidencia que existe una variabilidad en cuanto al consumo de energía eléctrica y la facturación eléctrica, con valores mensuales que oscilan entre 350 y 450 soles; ello constituye entre el 15 y 25% de las utilidades que tiene el hotel. Cuando el valor es debajo del 10% del total, es considerado un valor aceptable, por lo tanto, es necesario reducir la facturación eléctrica.

Del mismo modo se hizo la simulación del consumo de energía eléctrica durante las 24 horas del día, para 20 días de medición se obtuvo los siguientes resultados.

| | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | Día 8 | Día 9 | Día 10 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 00.00-01.00 | 0.08 | 0.40 | 0.25 | 0.07 | 0.11 | 0.15 | 0.08 | 0.37 | 0.33 | 0.04 |
| 01.00-02.00 | 0.05 | 0.30 | 0.22 | 0.06 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.34 | 0.29 | 0.00 |
| 02.00-03.00 | 0.05 | 0.30 | 0.22 | 0.06 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.37 | 0.29 | 0.00 |
| 03.00-04.00 | 0.05 | 0.30 | 0.22 | 0.06 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.33 | 0.29 | 0.00 |
| 04.00-05.00 | 0.15 | 0.40 | 0.32 | 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.15 | 0.43 | 0.39 | 0.10 |
| 05.00-06.00 | 0.25 | 0.50 | 0.42 | 0.26 | 0.28 | 0.32 | 0.25 | 0.53 | 0.49 | 0.20 |
| 06.00-07.00 | 0.35 | 0.60 | 0.52 | 0.36 | 0.38 | 0.42 | 0.35 | 0.63 | 0.59 | 0.30 |
| 07.00-08.00 | 0.45 | 0.70 | 0.62 | 0.46 | 0.48 | 0.52 | 0.45 | 0.73 | 0.69 | 0.40 |
| 08.00-09.00 | 0.78 | 0.82 | 0.89 | 0.71 | 0.71 | 0.80 | 0.89 | 0.96 | 0.77 | 0.70 |
| 09.00-10.00 | 0.89 | 0.92 | 1.00 | 0.82 | 0.82 | 0.91 | 1.00 | 1.07 | 0.88 | 0.81 |
| 10.00-11.00 | 0.62 | 0.66 | 0.73 | 0.55 | 0.55 | 0.64 | 0.73 | 0.80 | 0.61 | 0.54 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 11.00-12.00 | 0.35 | 0.39 | 0.46 | 0.28 | 0.28 | 0.37 | 0.46 | 0.54 | 0.35 | 0.28 |
| 12.00-13.00 | 0.80 | 0.84 | 0.92 | 0.73 | 0.73 | 0.82 | 0.92 | 0.99 | 0.80 | 0.72 |
| 13.00-14.00 | 0.76 | 0.80 | 0.88 | 0.69 | 0.69 | 0.78 | 0.88 | 0.95 | 0.76 | 0.68 |
| 14.00-15.00 | 0.40 | 0.43 | 0.51 | 0.32 | 0.32 | 0.42 | 0.51 | 0.59 | 0.39 | 0.32 |
| 15.00-16.00 | 0.70 | 0.40 | 0.48 | 0.70 | 0.29 | 0.38 | 0.48 | 0.70 | 0.70 | 0.63 |
| 16.00-17.00 | 0.67 | 0.37 | 0.44 | 0.67 | 0.26 | 0.35 | 0.44 | 0.67 | 0.67 | 0.60 |
| 17.00-18.00 | 1.10 | 1.14 | 1.25 | 1.03 | 1.01 | 1.28 | 1.32 | 1.02 | 1.28 | 1.32 |
| 18.00-19.00 | 1.15 | 1.19 | 1.30 | 1.08 | 1.06 | 1.33 | 1.37 | 1.07 | 1.33 | 1.37 |
| 19.00-20.00 | 1.18 | 1.22 | 1.33 | 1.11 | 1.10 | 1.36 | 1.41 | 1.10 | 1.36 | 1.40 |
| 20.00-21.00 | 0.77 | 0.70 | 0.66 | 0.70 | 0.69 | 0.62 | 0.48 | 0.44 | 0.48 | 0.44 |
| 21.00-22.00 | 0.37 | 0.30 | 0.26 | 0.30 | 0.40 | 0.45 | 0.37 | 0.04 | 0.33 | 0.33 |
| 23.00-24.00 | 0.08 | 0.01 | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.15 | 0.08 | 0.23 | 0.03 | 0.04 |

| | Día 11 | Día 12 | Día 13 | Día 14 | Día 15 | Día 16 | Día 17 | Día 18 | Día 19 | Día 20 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 00.00-01.00 | 0.20 | 0.52 | 0.37 | 0.19 | 0.23 | 0.27 | 0.20 | 0.49 | 0.45 | 0.16 |
| 01.00-02.00 | 0.17 | 0.42 | 0.34 | 0.18 | 0.20 | 0.24 | 0.17 | 0.46 | 0.41 | 0.12 |
| 02.00-03.00 | 0.17 | 0.42 | 0.34 | 0.18 | 0.20 | 0.24 | 0.17 | 0.49 | 0.41 | 0.12 |
| 03.00-04.00 | 0.17 | 0.42 | 0.34 | 0.18 | 0.20 | 0.24 | 0.17 | 0.45 | 0.41 | 0.12 |
| 04.00-05.00 | 0.27 | 0.52 | 0.44 | 0.28 | 0.30 | 0.34 | 0.27 | 0.55 | 0.51 | 0.22 |
| 05.00-06.00 | 0.37 | 0.62 | 0.54 | 0.38 | 0.40 | 0.44 | 0.37 | 0.65 | 0.61 | 0.32 |
| 06.00-07.00 | 0.47 | 0.72 | 0.64 | 0.48 | 0.50 | 0.54 | 0.47 | 0.75 | 0.71 | 0.42 |
| 07.00-08.00 | 0.57 | 0.82 | 0.74 | 0.58 | 0.60 | 0.64 | 0.57 | 0.85 | 0.81 | 0.52 |
| 08.00-09.00 | 0.90 | 0.94 | 1.01 | 0.83 | 0.83 | 0.92 | 1.01 | 1.08 | 0.89 | 0.82 |
| 09.00-10.00 | 1.01 | 1.04 | 1.12 | 0.94 | 0.94 | 1.03 | 1.12 | 1.19 | 1.00 | 0.93 |
| 10.00-11.00 | 0.74 | 0.78 | 0.85 | 0.67 | 0.67 | 0.76 | 0.85 | 0.92 | 0.73 | 0.66 |
| 11.00-12.00 | 0.47 | 0.51 | 0.58 | 0.40 | 0.40 | 0.49 | 0.58 | 0.66 | 0.47 | 0.40 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 12.00-13.00 | 0.92 | 0.96 | 1.04 | 0.85 | 0.85 | 0.94 | 1.04 | 1.11 | 0.92 | 0.84 |
| 13.00-14.00 | 0.88 | 0.92 | 1.00 | 0.81 | 0.81 | 0.90 | 1.00 | 1.07 | 0.88 | 0.80 |
| 14.00-15.00 | 0.52 | 0.55 | 0.63 | 0.44 | 0.44 | 0.54 | 0.63 | 0.71 | 0.51 | 0.44 |
| 15.00-16.00 | 0.82 | 0.52 | 0.60 | 0.82 | 0.41 | 0.50 | 0.60 | 0.82 | 0.82 | 0.75 |
| 16.00-17.00 | 0.79 | 0.49 | 0.56 | 0.79 | 0.38 | 0.47 | 0.56 | 0.79 | 0.79 | 0.72 |
| 17.00-18.00 | 1.22 | 1.26 | 1.37 | 1.15 | 1.13 | 1.40 | 1.44 | 1.14 | 1.40 | 1.44 |
| 18.00-19.00 | 1.27 | 1.31 | 1.42 | 1.20 | 1.18 | 1.45 | 1.49 | 1.19 | 1.45 | 1.49 |
| 19.00-20.00 | 1.30 | 1.34 | 1.45 | 1.23 | 1.22 | 1.48 | 1.53 | 1.22 | 1.48 | 1.52 |
| 20.00-21.00 | 0.89 | 0.82 | 0.78 | 0.82 | 0.81 | 0.74 | 0.60 | 0.56 | 0.60 | 0.56 |
| 21.00-22.00 | 0.49 | 0.42 | 0.38 | 0.42 | 0.52 | 0.57 | 0.49 | 0.16 | 0.45 | 0.45 |
| 23.00-24.00 | 0.20 | 0.13 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.27 | 0.20 | 0.35 | 0.15 | 0.16 |

3.1.2 Analizar los niveles de radiación solar existente.

El análisis de los niveles de radiación solar, se hizo con la data proporcionada por el Servicio de Meteorología e Hidrología SENAMHI, el cual realiza mediciones continuas; se consideró las mediciones realizadas entre las 10.00 am y 16.00 horas del día, debido a que son las de mayor valor, siendo dichos valores los que son admitidos por los paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica.

TABLA 5: *Niveles de radiación solar 2017*

| Mes/ 2017 | Niveles de radiación solar kW-h/m2 | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 |
| Enero | 5.19 | 5.48 | 5.28 | 6.42 | 6.11 | 5.68 | 4.36 |
| Febrero | 4.35 | 5.61 | 5.73 | 6.22 | 6.22 | 5.48 | 5.26 |
| Marzo | 5.45 | 5.48 | 5.61 | 6.12 | 6.40 | 5.59 | 5.23 |
| Abril | 5.26 | 5.47 | 5.88 | 6.64 | 6.46 | 5.58 | 5.26 |
| Mayo | 5.35 | 5.48 | 5.78 | 5.84 | 6.51 | 5.68 | 5.08 |
| Junio | 5.33 | 5.61 | 5.82 | 6.30 | 6.40 | 5.47 | 4.80 |
| Julio | 5.26 | 5.31 | 5.98 | 6.39 | 6.51 | 5.27 | 5.20 |
| Agosto | 5.06 | 5.55 | 5.80 | 6.09 | 6.50 | 5.73 | 5.35 |
| Septiembre | 4.99 | 5.21 | 5.41 | 6.30 | 6.40 | 5.55 | 5.26 |
| Octubre | 4.74 | 5.28 | 5.59 | 6.00 | 6.19 | 5.68 | 5.06 |
| Noviembre | 4.91 | 5.11 | 5.48 | 6.40 | 6.40 | 5.18 | 5.11 |
| Diciembre | 4.70 | 5.44 | 5.50 | 6.32 | 6.11 | 5.58 | 4.75 |

Fuente: SENAMHI 2017

TABLA 6: Niveles de radiación solar 2018

| Mes/ 2018 | Niveles de radiación solar kW-h/m2 | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 |
| Enero | 5.23 | 5.32 | 5.32 | 6.23 | 6.32 | 5.51 | 4.43 |
| Febrero | 4.61 | 5.45 | 5.56 | 6.43 | 6.43 | 5.32 | 5.11 |
| Marzo | 5.29 | 5.42 | 5.45 | 6.23 | 6.21 | 5.43 | 5.08 |
| Abril | 5.11 | 5.31 | 5.71 | 6.45 | 6.27 | 5.42 | 4.91 |
| Mayo | 5.19 | 5.32 | 5.61 | 5.67 | 6.32 | 5.51 | 4.93 |
| Junio | 4.98 | 5.45 | 5.65 | 6.12 | 6.21 | 5.31 | 4.76 |
| Julio | 5.11 | 5.45 | 5.61 | 6.11 | 6.32 | 5.41 | 5.05 |
| Agosto | 4.91 | 5.39 | 5.63 | 5.91 | 6.12 | 5.56 | 5.19 |
| Septiembre | 4.84 | 5.45 | 5.54 | 6.12 | 6.21 | 5.39 | 5.11 |
| Octubre | 4.41 | 5.13 | 5.43 | 5.83 | 6.11 | 5.32 | 4.91 |
| Noviembre | 4.67 | 5.45 | 5.32 | 6.12 | 6.21 | 5.32 | 4.96 |
| Diciembre | 4.47 | 5.28 | 5.34 | 6.23 | 6.13 | 5.32 | 4.61 |

Fuente: SENAMHI.2018

TABLA 7: Niveles de radiación solar 2019

| Mes/ 2019 | Niveles de radiación solar kW-h/m2 | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 |
| Enero | 5.11 | 5.45 | 5.67 | 6.56 | 6.32 | 5.56 | 4.67 |
| Febrero | 4.67 | 5.45 | 5.56 | 6.43 | 6.54 | 5.34 | 5.11 |
| Marzo | 5.23 | 5.42 | 5.56 | 6.23 | 6.21 | 5.43 | 5.03 |
| Abril | 5.11 | 5.39 | 5.78 | 6.45 | 6.27 | 5.32 | 4.91 |
| Mayo | 5.1 | 5.48 | 5.67 | 5.67 | 6.32 | 5.56 | 4.93 |
| Junio | 4.98 | 5.45 | 5.61 | 6.12 | 6.28 | 5.39 | 4.9 |
| Julio | 5.11 | 5.45 | 5.67 | 6.09 | 6.32 | 5.41 | 5.01 |
| Agosto | 4.91 | 5.32 | 5.6 | 5.98 | 6.32 | 5.56 | 5.11 |
| Septiembre | 4.84 | 5.45 | | 6.12 | 6.21 | 5.39 | 5.13 |
| Octubre | 4.71 | 5.21 | 5.43 | 5.83 | 6.16 | 5.56 | 4.93 |
| Noviembre | 4.67 | 5.45 | 5.32 | 6.12 | 6.19 | 5.42 | 4.98 |
| Diciembre | 4.73 | 5.28 | 5.76 | 6.44 | 6.13 | 5.32 | 4.67 |

Fuente: SENAMHI, 2019

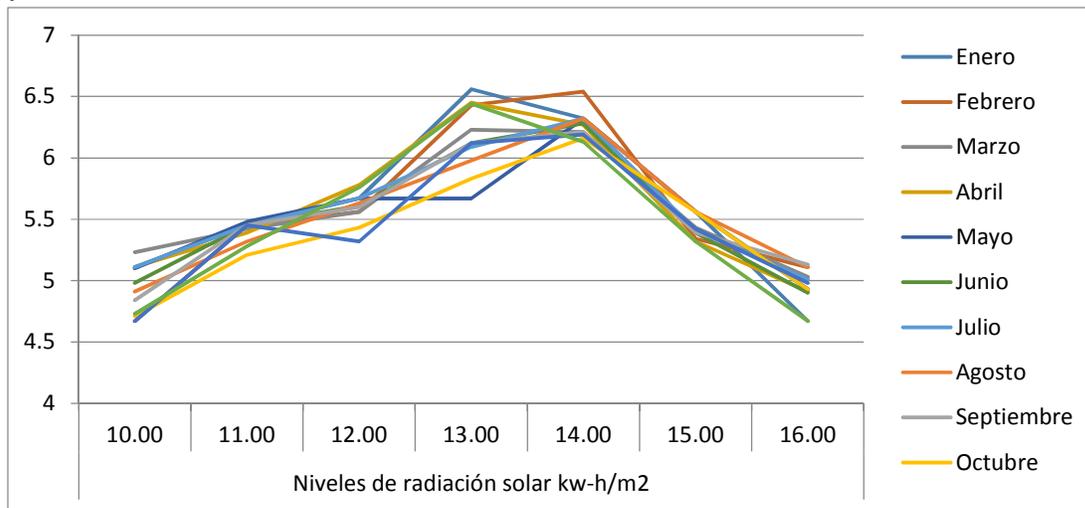


FIGURA 4: Niveles de radiación solar kW-h/m2.

Fuente: SENAMHI

De la figura 3, se puede observar que los niveles mayores de radiación durante los 12 meses del año, ocurren entre las 13 y 14 horas del día, con valores superiores a los 6 kW-h/m2. Entre las 10 y 13 horas se observa un incremento del nivel de radiación, mientras que entre las 14 y 16 horas, se observa que el nivel de radiación baja notablemente.

3.1.3 Determinar el consumo de energía eléctrica de las cargas eléctricas en espacios comunes y del panel publicitario.

En los espacios comunes del edificio, se tiene las siguientes cargas eléctricas en cada uno de los niveles.

TABLA 8: Consumo de energía eléctrica

| Nivel | Iluminación | | |
|---------------------|-------------|---------------|------------|
| | N° Lámparas | Potencia (KW) | Total (kW) |
| Primer Piso | 18 | 20 | 360 |
| Segundo Piso | 14 | 20 | 280 |
| Tercer Piso | 14 | 20 | 280 |
| Total KW | | | 920 |

Fuente: Hotel Victoria.

Se determinó el consumo de energía eléctrica teniendo en cuenta, el tiempo de activación de las lámparas en el periodo de un día.

TABLA 9: *Consumo de energía eléctrica de cargas a suministrar con energía fotovoltaica*

| Nivel | ILUMINACIÓN | | | Panel Publicitario (Watt) | | | TOTAL (KW-H) |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|--------------|
| | Lámparas | Tiempo (Horas) | Energía (KW-H) | Equipo panel (Watt) | Tiempo (Horas) | Energía (KW-H) | |
| Primer Piso | 360 | 4.3 | 1.548 | 400 | 8.5 | 3.4 | 6.712 |
| Segundo Piso | 280 | 3.2 | 0.896 | | | | |
| Tercer Piso | 280 | 3.1 | 0.868 | | | | |
| Total KW | 920 | | 3.312 | | | | |

Fuente: Autoría propia

Se muestra que por el uso de las áreas comunes y panel publicitario se tiene un consumo diario de energía eléctrica de 6.712 kW-H, siendo éstas cargas las que se analizan para ser suministradas por el sistema fotovoltaico.

3.1.4 Seleccionar los elementos del sistema fotovoltaico. Mediante la siguiente ecuación se calcula la energía requerida por el sistema.

$$ET = \frac{ET}{n_{inv} * n_{bat}}$$

Dónde:

n_{inv} : Eficiencia del Inversor (0.9)

n_{bat} : Eficiencia de la Batería (0.86)

ET : Energía que se requiere en la Institución Educativa.

$$E = \frac{6712}{0,9 * 0,86}$$

$$E = 8671 \text{ W h/dia}$$

Es la energía que requiere el Panel Solar captar para satisfacer los requerimientos de energía eléctrica en el hotel victoria.

Potencia del Generador Fotovoltaico

Utilizando la siguiente ecuación

Dónde: E=kWh

$$P = \frac{5120}{6.63 * (1 - Nc)}$$

La hora solar pico determinada para la central fotovoltaica es de 7.63 kWh/m², Nc es el factor de pérdidas por las conexiones de los equipos.

$$P = \frac{8671}{7.63 * (1 - 0,04)}$$

$$P = 1136 \text{ W}$$

Cálculo de módulos fotovoltaicos.

Una vez obtenida la potencia del generador fotovoltaico se divide entre la potencia pico para determinar el total de módulos fotovoltaicos

$$N = \frac{p}{P_p}$$

P_p: Es la Potencia de cada panel, se selecciona un panel de 320 watt

$$N = \frac{1136 \text{ W}}{320}$$

$$N = 3.55 \text{ paneles}$$



FIGURA 5: Panel solar Marca: KYOCERA DE 320 w 12v

Dimensionado del regulador (controlador de carga)

$$I_{Regulador} = I_{Generador}$$

$$I_{Regulador} = N^{\circ} \text{ Paneles} * I_{sc}$$

I_{sc} : Es la corriente de cortocircuito, según la tabla de especificaciones es de 9.09 amperios

$$I_{Regulador} = 4 * 9,09A$$

$$I_{Regulador} = 36.36 A$$

Selección de controlador de carga.



FIGURA 6: Controlador de carga

Dimensionado del inversor.

Se obtiene a partir de la potencia pico los módulos fotovoltaicos instalados en el sistema fotovoltaico.

La potencia instalada es de 1136 watt

Como en tenemos 2 circuitos se utilizan 2 inversores de 600 watt cada uno.

Inversor de corriente 600w

Los inversores JOMAR son ideales para suministrar corriente a equipos recreativos, equipos móviles de oficina y otras aplicaciones eléctricas y convierten los 12 V de corriente continua de la batería en 230 voltios de CA (corriente alterna).



FIGURA 7: Inversor JOMAR 12V

Dimensionamiento del Banco de Baterías.

Considerando una descarga de las baterías al 70% con una autonomía de 2 días obtenemos:

$$Ct = \frac{E * A}{Vn * Pd}$$

Ct=Capacidad total(Ah).

A= Autonomía en días.

Vn=Voltaje del acumulador.

Pd= Eficiencia de descarga de la batería.

$$Ct = \frac{8671 * 2}{12 * 0,7}$$

$$Ct = 2064 \text{ Ah}$$

La capacidad total del banco de baterías es de 2064 Ah

Calculo de numero de baterías.

$$N = \frac{2064}{554} = 3.72 = 4 \text{ baterías}$$

Se utilizarán 4 bancos de baterías de 12 v cada uno conectados en paralelo, que según la ficha técnica del controlador está dentro del rango admisible. Seleccionamos 4 baterías de 554 A-h cada una, modelo: S-550 de 554 Ah, la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.

TABLA 10: *Costo de la inversión.*

| Ítem | Unidad | Cant. | Precio Unitario (S/.) | Precio Total (S/.) |
|--|----------|-------|-----------------------|--------------------|
| Panel Fotovoltaico 320 Watt, 12 V | Unidad | 4 | 280 | 1120 |
| Controlador de carga 20 Amperios | Unidad | 2 | 320 | 640 |
| Baterías Surrette Rolls modelo: S-550 | Unidad | 4 | 165 | 660 |
| Inversor 500 Watt | Unidad | 2 | 80 | 160 |
| Cable para instalación 2.5 mm2 | Metros | 20 | 1.4 | 28 |
| Estructura para panel | Unidad | 1 | 230 | 230 |
| Costo de Instalación | Conjunto | 1 | 150 | 150 |
| TOTAL | | | | 2988 |

Autoría propia.

DISCUSIÓN

- Raboso en su tesis “Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Alimentar una Potabilizadora Desalinizadora Autónoma” , debemos primero definir el sistema fotovoltaico a utilizar en cuanto a su localización y las variables dependientes de éste, ya que es primordial primero saber la energía y esto depende de las condiciones climatológicas de la zona en estudio, en nuestro caso tenemos la tabla número 6 el cual demuestra una radiación ideal durante todo el año produciendo de esta manera confiabilidad que aún en tiempos de menor radiación nuestro sistema entregará la energía requerida por el cliente, para esto se realiza mediciones por varios años, desarrollando un cálculo anual de energía y potencia solar en nuestro caso tomamos datos reales de la misma página de la nasa en la cual se han tomado los promedios siendo por tanto factible.

Se diseñó un sistema de paneles solares para cubrir los deficientes problemas en cuanto al servicio de energía.

Para ello se determina que la estabilidad en el servicio de energía debe estar integrado por un conjunto de equipos que conforman un sistema eléctrico para la operatividad, estabilidad y garantía del servicio por tal razón el sistema fotovoltaico brinda una gran confiabilidad respecto a otros sistemas de generación de energía además de su bajo costo de operación y mantenimiento.

- Huincho, En su tesis “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico, Región Junín.” cuya conclusión fue que la insolación diurna en 5.24 horas y una temperatura de 7.24°C genere energía eléctrica; en nuestro caso confirma una vez más que el sistema fotovoltaico es la manera más práctica de generar energía con poca insolación.

- Valdivieso, En su tesis “Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la Pucp. Lima. Cuyo objetivo fue aprovechar de la mejor manera posible la energía proveniente del sol y almacenarla para su posterior uso, en nuestro caso podemos manifestar que los diseños fotovoltaicos para suministrar energía son de mucha importancia y de manera práctica y al mismo tiempo sirve de guía para futuros proyectos.

IV. CONCLUSIONES

- Se hizo la descripción del consumo de energía eléctrica en las instalaciones del hotel victoria, y se evidenció que los costos operativos por facturación eléctrica son superiores al 15% del costo total operativo, por lo tanto, es necesario la reducción del consumo a fin de viabilizar el negocio del hotel.
- Se hizo el análisis de los niveles de radiación solar, en el cual entre las 13 y 14 horas del día, se tiene registros superiores a los 6 KW-h/m², lo cual hace viable el uso de los paneles fotovoltaicos. En las demás horas del día los valores oscilan entre 4 y 5 KW-h/m².
- Se determinó que el consumo de energía eléctrica en las áreas comunes del hotel y aviso publicitario es de 6.712 KW-h al día, es decir que constituye un valor significativo de consumo de energía, si se compara con el consumo diario que es entre 15 y 20 KW-H al día.
- Se hizo la selección de los diferentes elementos electromecánicos del sistema fotovoltaico, de acuerdo a la carga eléctrica a suministrar

V. RECOMENDACIONES

- El hotel La Victoria, tiene suficiente área para realizar una central de mucha mayor potencia que debería tenerse en cuenta para futuras ampliaciones.
- La rentabilidad económica es muy baja, pero da una inversión rentable, al mostrar esta investigación también se debe hacer hincapié en el beneficio social que brindará ya que la energía que dejará de ser consumida por el hotel podrá ser utilizada para nuevos proyectos.

REFERENCIAS

HUINCHO, Adán. Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el Distrito de Huamancaca Chico.

RABOSO, Antonio. Diseño de un Sistema Fotovoltaico para alimentar una potabilizadora desalinizadora autónoma. Proyecto Fin de Máster (Magister Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica). Andalucía: Universidad Internacional de Andalucía, Facultad De Ingeniería. 2013. 122 pp.

OBREGOSO, Carlos, ARIVILCA, Roberto. Manual técnico para instalaciones domiciliarias: Energía Solar Fotovoltaica. Perú: [s.n.], 2010. 49 pp.

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Centrales de energías renovables. San José – Costa Rica: Biomass Users Network (BUN- CA)., 2002. 48. pp.

ISBN: 9968970891

GASQUET, Héctor. Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos. México: [Solartronic], 2004. 196 pp.

ANEXOS

Guía de Observación 1

Lugar: Hotel Victoria –Chiclayo.

Responsable: Administrador de Hotel.

Fecha: 2019.

| Piso | Día / Mes | Número de veces de accionamiento de lámparas en Área comunes de edificio / día | | |
|---------------------|-----------|--|----------|-------|
| | | Pasadizo | Escalera | Patio |
| Primer Piso | ene-19 | 27 | 11 | 8 |
| Segundo Piso | | 20 | 11 | 4 |
| Tercer Piso | | 19 | 12 | 7 |
| Primer Piso | abr-19 | 31 | 14 | 5 |
| Segundo Piso | | 23 | 12 | 4 |
| Tercer Piso | | 21 | 16 | 5 |
| Primer Piso | ago-19 | 23 | 13 | 7 |
| Segundo Piso | | 21 | 11 | 6 |
| Tercer Piso | | 14 | 13 | 3 |
| Primer Piso | nov-19 | 21 | 15 | 9 |
| Segundo Piso | | 19 | 12 | 4 |
| Tercer Piso | | 13 | 10 | 4 |

ANEXO FOTOGRÁFICO

FOTOS DE LOS PANELES

