



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

**Implementación del sistema de energía solar
fotovoltaico y facturación por consumo de
energía en la Municipalidad Distrital de
Morococha, Yauli-Junín**

Jesús Manuel Lulo Niño

Huancayo, 2017

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por la salud que me brinda para poder cumplir todos mis objetivos y metas, que contribuye en mi formación personal y profesional.

A mi madre por darme su amor, su tiempo, su vida y apoyo incondicional; a mis hijas Claudia y Camila que son el motivo de mi vida y lucha constante.

A la Universidad Continental por darme la oportunidad de doctrinarme y ser un profesional, a los docentes y plana administrativa que compartieron sus enseñanzas y experiencias a lo largo de mis estudios.

Al Dr. Alexander García Palma por brindarme consejos de vida como un padre, lo cual implica tomar decisiones acertadas.

A mis amigos, en especial al Lic. Miuler Rojas López, que me brindó sus conocimientos, experiencia y asesoría invaluable para la elaboración del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios que guía mis pasos, a mi madre, mis hijas, familiares y amigos que me alientan constantemente en este andar de la vida.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I	15
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	15
1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación e importancia	17
1.4.1. Justificación	17
1.4.2. Importancia.....	18
1.5. Hipótesis	19
1.5.1. Hipótesis general.....	19
1.5.2. Hipótesis específicas.....	19
1.6. Descripción de variables.....	19
1.6.1. Variables.....	19

1.6.2. Operacionalización	20
CAPÍTULO II	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes del problema	21
Nacionales.....	21
Internacionales	23
2.2. Bases teóricas	24
2.2.2. La energía del Sol	24
2.2.3. Fuentes de energías renovables o alternativas	25
2.2.4. Radiación solar	26
2.2.5. El efecto fotovoltaico.....	28
2.2.6. Inclinação y orientación	29
2.2.7. ¿Cómo operan los sistemas solares fotovoltaicos?.....	29
2.2.8. Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos	38
2.2.9. Componentes de las tarifas eléctricas	43
2.2.9. Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de usuario final .	44
2.3. Definición de términos básicos	46
CAPÍTULO III	49
3. METODOLOGÍA	49
3.1. Método y alcance de la investigación	49
3.1.1. Método.....	49
3.1.2. Tipo de investigación	49
3.2. Diseño de la investigación	49
3.3.1. Población.....	50
3.3.2. Muestra.....	50
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50

CAPÍTULO IV.....	59
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	59
4.2. Prueba de hipótesis	95
4.3. Discusión de resultados	99
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sección de los cables, corriente máxima y potencia.	38
Tabla 2. Ángulo de inclinación de panel en función de la latitud geográfica.	42
Tabla 3. Calibre de cables según el diámetro y área.	42
Tabla 4. Sectores típicos.	43
Tabla 5. Opciones tarifarias baja tensión.	45
Tabla 6. Consumo de energía eléctrica del año 2014 al 2017.	51
Tabla 7. Radiación solar promedio por día con el solarímetro.	53
Tabla 8. Radiación solar promedio por mes con el solarímetro.	54
Tabla 9. Radiación solar promedio por mes Senamhi.	55
Tabla 10. Energía solar promedio anual de las tres fuentes.	60
Tabla 11. Estación meteorológica	60
Tabla 12. Radiación solar instantánea con el solarímetro.	62
Tabla 13. Radiación diaria método del trapecio.	64
Tabla 14. Radiación solar mensual y anual de Morococha.	65
Tabla 15. Consumo de energía por día para el tercer piso.	67
Tabla 16. Datos técnicos del panel solar fotovoltaico.	69
Tabla 17. Datos técnicos de la batería solar.	72
Tabla 18. Datos técnicos del inversor.	74
Tabla 19. Proyección del sistema solar con los resultados obtenidos.	77
Tabla 20. Potencia eléctrica generada por el sistema solar.	78
Tabla 21. Dimensionamiento del sistema de captación.	79
Tabla 22. Resumen del sistema solar fotovoltaico.	79
Tabla 23. Generación eléctrica con panel de 200 watts.	83
Tabla 24. Costo total del sistema solar fotovoltaico.	85
Tabla 25. Costo de un panel solar fotovoltaico existente.	86
Tabla 26. Diferencia de energía consumida y energía generada.	87
Tabla 27. Flujo neto efectivo proyectado.	88
Tabla 28. Cálculo del valor neto actual VAN.	88
Tabla 29. Cálculo de la tasa interna de retorno TIR.	89
Tabla 30. Cálculo del beneficio – costo.	91

Tabla 31. Nivel de reducción en la facturación de energía eléctrica.	94
Tabla 32. Costos de pre y postobservación	96
Tabla 33. Contratación de hipótesis por T-Student.....	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: El Sol	25
Gráfico 2. Piranómetro	27
Gráfico 3. Esquema del efecto fotovoltaico.	28
Gráfico 4. Componentes de un SFD básico.	31
Gráfico 5. Tipos de módulos fotovoltaicos (monocristalinos y policristalinos)	32
Gráfico 6. Regulador de carga.	33
Gráfico 7. Baterías solares.	34
Gráfico 8. Diagrama de flujo de un proyecto fotovoltaico.	39
Gráfico 9. Orientación del panel solar.	40
Gráfico 10. Ángulo de posicionamiento en invierno y verano.	41
Gráfico 11. Sistema de distribución eléctrica.	43
Gráfico 12. Radiación solar en el departamento de Junín.	57
Gráfico 13. Departamento de Junín con la ubicación de Morococha.	58
Gráfico 14. Solarímetro casero.	61
Gráfico 15. Curva radiación solar hora pico solar HPS.	62
Gráfico 16. Ubicación de la Municipalidad Distrital de Morococha.	64
Gráfico 17. Orientación e inclinación para el panel fotovoltaico.	71
Gráfico 18. Comportamiento del valor neto actual y tasa interna de retorno.	90
Gráfico 19. Diagrama de bloques del sistema solar fotovoltaico.	91
Gráfico 20. Esquema de conexión del sistema solar fotovoltaico.	92
Gráfico 21. Modelamiento del sistema solar fotovoltaico.	93
Gráfico 22. Gráfico de contrastación de hipótesis.	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Matriz de consistencia.....	108
Anexo 2 – La Municipalidad Distrital de Morococha.....	110
Anexo 3 – Radiación solar validado por el Senamhi	112
Anexo 4 – Entrevista	113
Anexo 5 – Ficha de observación	115
Anexo 6 – Ficha toma de datos de campo	117
Anexo 7 – Recibos de facturación Electrocentro.....	118
Anexo 8 – Tiempo de ejecución del proyecto.....	122
Anexo 9 – Costo y presupuesto del sistema solar.....	123
Anexo 10 – Análisis de precios unitarios.....	124
Anexo 11 – Cotización de los paneles	127
Anexo 12 – Verificación del sistema solar fotovoltaico.....	128
Anexo 13 – Protocolo de pruebas en vacío	130
Anexo 14 – Protocolo de pruebas con carga.....	131
Anexo 15 – Plano de ubicación y localización de la municipalidad	132
Anexo 16 – Plano de conexión y distribución del sistema solar	133
Anexo 17 – Diagrama unifilar general	134

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general: determinar en qué nivel la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín reduce la facturación por consumo de energía eléctrica; y como específicos: determinar en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos, identificar el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos y determinar el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico.

La metodología empleada fue: tipo de investigación, explicativa; diseño de la investigación, cuasiexperimental; y el método, deductivo.

La población de estudio estuvo conformada por los recibos emitidos por la concesionaria Electrocentro S.A.

Se tomó como instrumento la observación para la población muestral; así mismo, los datos fueron procesados con el T-Student, por ser una variable cuantitativa.

Finalmente, se llegó a la conclusión que la implementación del sistema de energía solar fotovoltaico reduce a un nivel bajo de 24.88% en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, porque la probabilidad de resultado es menor al 5% (nivel de significancia)

Palabras clave: sistema fotovoltaico, energía eléctrica.

ABSTRACT

The general objective of the research was: Determine at what level the implementation of a photovoltaic solar energy system in the Municipality of Morococha, Yauli, Junín reduces in the billing by consumption of electrical energy, and specific: To determine to what extent the solar radiation affects the photovoltaic panels, Identify the level of electrical power generated by photovoltaic panels and determine the level of reduction of billing for electricity consumption of the Municipality of Morococha, Yauli, Junín - 2017, through the implementation of the photovoltaic solar system.

The methodology used was: type of explanatory research; Design of non-experimental research and the method is deductive.

The study population consisted of the receipts issued by the concessionaire Electrocentro S.A.

Observation was taken as an instrument for the sample population. Also, the data were processed with the T-Student, for being a quantitative variable

Finally, it was concluded that the implementation of the photovoltaic solar energy system reduces in a low level of 24.88% in the billing for electricity consumption in the Municipality of Morococha, Yauli, Junín – 2017, because the probability of result is less than 5 % (level of significance).

Keywords: photovoltaic system, electrical energy.

INTRODUCCIÓN

La Municipalidad Distrital de Morococha cuenta con 18 ambientes entre oficinas administrativas y operativas, en las cuales se registra una facturación de energía eléctrica del año 2014 hasta el 2017 por el uso de equipos de cómputo, calefactores y otros accesorios, razón por la cual se observa una facturación elevada de los recibos emitidos por la concesionaria Electrocentro S.A.

Por lo anteriormente expresado, el enunciado del problema general de investigación es el siguiente: ¿de qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín - 2017?, y los específicos: ¿en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017?, ¿cuál es el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?, ¿en qué nivel la implementación del sistema solar fotovoltaico reduce la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?, para ello se planteó la hipótesis general: “la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017” y las hipótesis específicas: “la radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017”, “el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es medio”, y “el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es bajo”.

Así mismo, se formuló el objetivo general: determinar de qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica; de la misma forma los objetivos específicos: determinar en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el distrito de

Morococha, Yauli, Junín – 2017. Identificar el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017. Determinar el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico.

La investigación se justifica por su importancia en el uso eficiente de la energía eléctrica que contribuya en la confortabilidad de los funcionarios de la Municipalidad, de igual modo en el buen desempeño laboral; asimismo, sirva de un estudio piloto para viviendas, parques, jardines, escuelas, locales comunales, y otros, en relación al ahorro económico en la facturación mensual por consumo de energía eléctrica, en el marco legal, teórico, práctico, metodológico, social, económico y ambiental.

La investigación está compuesta de la siguiente manera: Capítulo I. Menciona el planteamiento del estudio: planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de variables. Capítulo II. Se cita el marco teórico: antecedentes del problema, bases teóricas y definición de términos básicos. Capítulo III. Se explica la metodología: método y alcance de la investigación, diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Capítulo IV. Acontecen los resultados y discusión: resultados del tratamiento y análisis de la información, prueba de hipótesis y discusión de resultados. Luego, presentamos las conclusiones, referencias bibliográficas y anexos.

Finalmente, se concluye que la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce en un nivel bajo de 24.88 % en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, porque la probabilidad de resultado es menor al 5% (nivel de significancia).

El autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

La Municipalidad Distrital de Morococha cuenta con 18 ambientes entre oficinas administrativas y operativas, en las cuales se registra una facturación de energía eléctrica del año 2014 hasta el 2017 por el uso de equipos de cómputo, calefactores y otros accesorios, razón por el cual se observa una facturación elevada de los recibos emitidos por la concesionaria Electrocentro S.A., aquí radica la importancia de implementar un sistema de energía solar fotovoltaico a fin de reducir los costos de consumo de energía y que la investigación sirva como piloto para una futura implementación en otras áreas como parques, jardines, escuelas y locales comunales que son administrados por la municipalidad aprovechando la energía renovable, limpia y sostenible, así mismo contribuir en el buen desempeño de los colaboradores de cada área de esta comuna.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce en la facturación por consumo de

energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín - 2017?

1.2.2. Problemas específicos

¿En qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el Distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017?

¿Cuál es el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?

¿En qué nivel la implementación del sistema solar fotovoltaico reduce la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el Distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017.
- b) Identificar el nivel de potencia eléctrica generado por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017.
- c) Determinar el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha,

Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

- a. **Legal.** El resultado de la investigación impulsará a cumplir con la Norma Técnica de Edificaciones EM.080 Instalaciones con Energía Solar, “Estableciendo las mínimas condiciones técnicas que se deben incluir en el diseño y construcción de una vivienda en las que se incluya el aprovechamiento de energía solar” [14] y, además, cumplir con el D.L. N°1002, que “declara el interés nacional y necesidad pública en el desarrollo de la generación de electricidad con energías renovables”. [9]
- b. **Teórica.** El resultado de la investigación aportará bases teóricas para la implementación del sistema de energía solar fotovoltaica, en otras entidades públicas, privadas y viviendas de la Nueva Ciudad de Morococha.
- c. **Tecnológica.** El resultado de la investigación contribuye con el avance tecnológico para implementar nuevos sistemas de energía solar fotovoltaica que son más eficientes y cumplen con diversas funciones para funcionamiento de equipos eléctricos en las viviendas, industrias, etc.
- d. **Económica.** El resultado de la investigación reducirá el costo por la facturación por el consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha.

- e. **Social.** El resultado de la investigación tendrá un impacto social debido a que impulsará que todos puedan contar con el sistema de energía solar fotovoltaica por los costos económicos.

- f. **Práctica.** La implementación del sistema de energía solar fotovoltaico es sumamente fácil y rápida para su funcionamiento, así como su mantenimiento preventivo durante su vida útil.

1.4.2. Importancia

La investigación es importante porque permite el desarrollo de la tecnología y alternativas para esta necesidad que va en aumento a nivel nacional, y el análisis como parte de la ingeniería que determina parámetros de diseño y selección para la implementación de este sistema solar, orientados al uso eficiente de la energía eléctrica que contribuya en la confortabilidad de los funcionarios de la Municipalidad, de igual modo en el buen desempeño laboral; asimismo, sirva de un estudio piloto para viviendas, parques, jardines, escuelas, locales comunales, y otros, en relación al ahorro económico en la facturación mensual por consumo de energía eléctrica, en el marco legal, teórico, práctico, metodológico, social, económico y ambiental.

Además, su importancia radica en promover el uso de una tecnología limpia e inagotable, ya que según los estudios y encuestas realizados por *Morgan Stanley* (Entidad financiera estadounidense), para el año 2020 será la energía más utilizada: teniendo en cuenta que el precio de los paneles solares ha caído en un 50 % a nivel mundial entre 2016 y 2017 por lo cual es viable obtener este sistema solar fotovoltaico para la generación eléctrica. [15]

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) La radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el Distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017.
- b) El nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es medio.
- c) El nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo.

1.6. Descripción de variables

1.6.1. Variables

Variable independiente (x): sistema fotovoltaico.

Variable dependiente (y): consumo de energía.

1.6.2. Operacionalización

VARIABLE	TEORÍA	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICA E INSTRUMENTO
X= ENERGÍA FOTOVOLTAICA	El sistema de energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominado célula solar de película fina.	Radiación solar Potencia eléctrica generada Costo del sistema fotovoltaico	W/m ² Watts Nuevos Soles	Cuantitativa	Guía de observación
Y= CONSUMO DE ENERGÍA	La facturación por consumo de energía es de acuerdo al consumo mensual que se realiza, esto se calcula con la energía consumida (Kw-h), al precio establecido según la tarifa vigente más gastos e impuestos.	Facturación eléctrica	Nuevos Soles	Cuantitativa	Guía de observación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Nacionales

- a. En la tesis *“Implementación del Sistema Electrónico de Energía Solar para Saga Falabella, Open Plaza”*, llegan a las siguientes conclusiones: [7]
 - En particular, el sistema de energía solar fundamenta una relevante fuente de información útil para interpretar este tipo de sistemas electrónicos conectados a la red eléctrica en lo que concierne a recurso energético del Sol apto, comportamiento de los elementos básicos (generador e inversor) y estimación de los procesos energéticos, permitiendo reducir el flujo energético anual, según se ha determinado en el estudio presentado.
 - Para esta Solución energética se utilizaron módulos solares traslúcidos, por lo cual pudimos resolver el problema del aislamiento (voltaje en corto circuito $V_{cc} = 0$) en épocas de lluvia, pudiendo resolverlo utilizando **tediar** que es un aislante eléctrico que sirve para proteger a los paneles solares de la humedad.
 - Reducción en la facturación mensual del consumo eléctrico en 50 %.

- Con el presente estudio, implementación, ejecución de este proyecto, inclusión de lámpara tipo led, y optimización del uso del agua; la tienda Saga Falabella Angamos, obtuvo el reconocimiento de Tienda Ecológica y la certificación *Silver*, por contribuir a reducir la contaminación al medio ambiente y explotación de recursos naturales no renovables.
 - Puede confirmarse que la metodología sugerida puede ser de gran utilidad, no sólo en la etapa de diseño, también en la revisión y evaluación de esta aplicación. [7]
- b. En la tesis *“Análisis de la reducción del costo de consumo de energía eléctrica usando un sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNSM - T”*, llega a la siguiente conclusión: [6]
- El promedio del consumo de energía para los laboratorios de la FISI anual es 9176.1432 Kw/h; utilizando energía eléctrica convencional el costo sería S/. 6,720.31; en cambio con el sistema de paneles fotovoltaicos la inversión inicial es S/. 43,487.80 y el mantenimiento anual es S/. 800.00 nuevos Soles.
 - La utilización del sistema de paneles fotovoltaicos actualmente tiene un 33 % de consumo de energía porque estos están conectados Solamente a las luminarias y el 67 % de consumo de energía es para la energía eléctrica convencional que son conectados a los tomacorrientes que ambos pertenecen a los tres laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
 - Se logró encontrar la potencia máxima equivalente a 6.25 Kw que consume los 3 laboratorios del tercer piso de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.

- El sistema de paneles fotovoltaicos es rentable a partir de los 10 años, debido que el costo inicial es S/. 43,487.80 para los 3 laboratorios del tercer piso de la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- La comprobación de hipótesis se realizó con el método *T-Student*, finalizando que la T calculada (3.984), es mayor que la T tabulada (1.701). Entonces se aprueba la hipótesis alterna, este hecho nos permite confirmar categóricamente que la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos reducirá el costo de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín, por hallar un resultado relevante. [6]

Internacionales

- a. En la tesis: *“Implementación de un Panel Solar Móvil Automatizado para la Generación de Energía Limpia”*, llegan a las siguientes conclusiones: [4]
 - Observaron que el lugar geográfico debe ser óptimo para transformar la energía eléctrica y se pueda aprovechar el Sol al máximo, evitando así que existan obstrucciones; cuando se implemente este sistema solar, buscando que este sistema sea eficiente y aprovechar esta energía al máximo porque es renovable e inagotable.
 - Se analiza que los lugares a implementar este sistema solar sean en una zona cálida para evitar un bajo rendimiento de los paneles solares y aprovechar al máximo los rayos del Sol, porque cuando se implementan tienen un costo considerable, pero que al cabo de 5 años se obtendrán los beneficios de utilizar esta energía limpia y pura. También, en Europa se está dando la importancia debida a estos sistemas solares; aparte de ello, existen otros tipos de energía limpia

que pueden ser utilizadas para obtener un beneficio sustentable sin perjudicar a las tecnologías convencionales. [4]

b. En la tesis: *“Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo”*, llegan a la conclusión siguiente: [3]

- Diseñaron el Sistema de Generación Eléctrica Solar, a partir que la radiación solar llega en grandes cantidades y no se están aprovechando de esta para mitigar los problemas ambientales que se vive en la actualidad y en todo el mundo emitiendo CO₂; además, dañando la capa de ozono donde se filtran los rayos UV. Asimismo, Ecuador se encuentra en la línea ecuatorial donde la radiación solar es mayor; por lo tanto, son beneficiados para generar este tipo de energía eléctrica donde es gratuita, limpia y sostenible.
- Analizando la radiación solar en Ecuador, diseñaron el sistema de alumbrado público exterior de la Escuela en Ecoturismo basándose en las normas vigentes y correspondientes de países desarrollados; así mismo, tomaron en cuenta la latitud para una inclinación óptima para el correcto funcionamiento del panel solar para que no exista inconvenientes al momento de la captación de los rayos solares, y sea aproximado con el resultado obtenido en el diseño del sistema solar; al realizar el análisis financiero se calculó que el tiempo en recuperar la inversión es superior al tiempo de vida útil del sistema solar, por lo tanto en lo financiero no es viable. [3]

2.2. Bases teóricas

2.2.2. La energía del Sol

La energía solar es fundamental, ya que es un astro que posee luz propia y es el centro de nuestro sistema, generando así cambios

físicos, químicos y nucleares por la emisión de calor, dando vida a nuestro planeta Tierra mediante la fotosíntesis, ya que induce al movimiento del viento, agua y crecimiento de la fauna y flora. La energía solar es el núcleo para fomentar distintos tipos de generación renovable como la energía hidráulica, eólica, biomasa, mareomotriz, oleaje y geotérmica; por tanto, nos brinda muchas alternativas de generación eléctrica. [2]

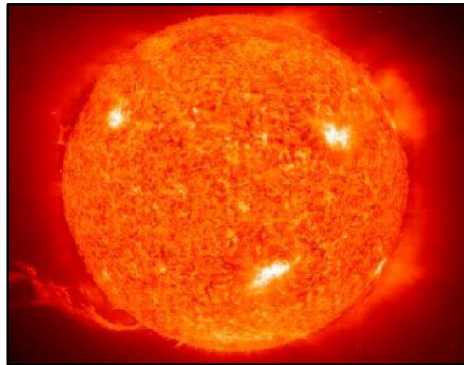


Gráfico 1: El Sol

Fuente: Arenas Sánchez y Zapata H., 2011.

El calor emitido por los rayos solares se almacena en acumuladores o en captadores solares térmicos, y la electricidad a través de los llamados módulos solares o celdas fotovoltaicas. Pero la diferencia entre estos es que los captadores solo sirven para retener calor y los módulos generan electricidad; por lo tanto, son tecnologías diferentes para cada aplicación.

2.2.3. Fuentes de energías renovables o alternativas

Son aquellas energías que al ser utilizadas se regeneran de manera natural por los rayos del Sol y el movimiento de la Tierra, estas energías renovables son fuentes naturales para obtener un ahorro energético satisfactorio y una vida saludable con un consumo de energía más limpio contribuyendo con el cuidado de la naturaleza; esto

permite reducir uno de los conflictos que hay en el planeta como es el calentamiento global.

Los recursos de energías naturales han pasado desapercibidas por años. Pero la gente está valorando el potencial tan inmenso que tienen para usar estas tecnologías proyectadas y aplicadas que se aprovechan de la energía solar, ya que dicha energía es una fuente esencial para el presente y futuro, debido a que mitiga el consumo excesivo de la energía eléctrica y ayuda a reducir la contaminación ambiental. [2]

2.2.4. Radiación solar

Se entiende por radiación solar al grupo de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol, que actúa prácticamente como un elemento negro que expulsa energía siguiendo la Ley de Planck a una temperatura de unos 6000 °K. La radiación solar se reparte desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

No en toda su capacidad la radiación solar alcanza la superficie de la Tierra, esto se debe que las ondas ultravioletas más pequeñas, son retenidas por los gases de la atmósfera esencial por la capa de ozono.

La unidad de medida para la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, arribando en la superficie de la Tierra, siendo la unidad $[W/m^2]$.

Se puede determinar la cantidad de radiación solar con el instrumento de medición piranómetro y conocer lo que realmente emite el Sol, pero teniendo en cuenta la zona geográfica nos indicará valores para los cálculos y necesidades que se requiere. [2]



Gráfico 2. Piranómetro

Fuente: Arenas Sánchez y Zapata H., 2011.

En la forma de cómo se recepciona la radiación solar, los objetos ubicados en la superficie terrestre, se pueden diferenciar en tres tipos de radiación:

Radiación directa: es aquella que llega directamente sin alterar la dirección del Sol. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación difusa: es aquella que pasa por la atmósfera y es absorbida por las nubes. A ésta se le denomina difusa, viene en diferentes direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, también por la misma naturaleza donde existen árboles, cerros, edificios y el efecto invernadero.

Radiación reflejada: esta es reflejada por la superficie terrestre, donde la cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación global: es la radiación total (suma de las tres radiaciones). En un día despejado con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día

nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa. [2]

2.2.5. El efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico se origina en el momento que el material silicio o material semiconductor absorbe parte de los fotones del Sol, esto quiere decir que en el interior de la celda se encuentra un electrón, generando así una corriente eléctrica porque estos ya están conectados entre sí mediante una bornera de conexión.

En el Perú se comercializan los siguientes módulos fotovoltaicos que son los más utilizados por sus distintas características: módulos de silicio policristalino, monocristalino y de silicio amorfo. [5]

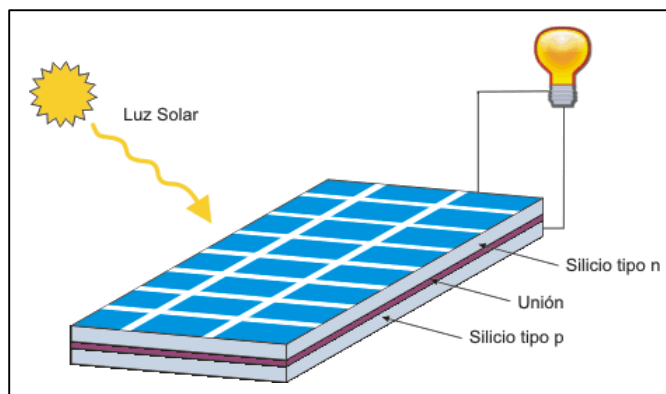


Gráfico 3. Esquema del efecto fotovoltaico.

Fuente: Orbegozo C. y Arivilca R., 2010.

Las tecnologías importantes de celdas solares tienen mucha importancia por sus características de cada tipo de obleas, la eficiencia que tienen estas, lo cual nos conlleva a tomar algunas decisiones acertadas después del cálculo y diseño realizado, por ejemplo tenemos:

- Silicio monocristalino, eficiencia 13 – 15 %
- Silicio policristalino, eficiencia 12 – 14 %
- Películas de silicio cristalino sobre cerámica, eficiencia 8 – 11 %

- Películas de silicio cristalino sobre vidrio, eficiencia
- Silicio amorfo (incluye tandems silicio-germanio), eficiencia 6–9 %

Unidades en energía solar

La radiación solar, la potencia solar, así como varias variables pueden medirse en distintas magnitudes y unidades. En el cuadro se observan las diferentes unidades más utilizadas dando factores de conversión para reemplazar en las fórmulas matemáticas.

Las unidades más utilizadas en energía solar fotovoltaica son:

- Potencia solar: watt pico (Wp), watt (watt), kilowatt (Kw), watt por metro cuadrado (W/m^2).
- Energía solar: kilowatt hora (Kw-h), kilowatt hora por metro cuadrado ($Kw-h/m^2$). [5]

2.2.6. Inclinación y orientación

La inclinación es muy relevante para los módulos fotovoltaicos, tienen que estar bien orientados para colectar la mayor parte de la radiación solar, la cantidad aceptable de energía que se acumula es cuando el módulo está inclinado en el mismo ángulo que el de latitud.

Para estos ángulos de inclinación debemos de tomar importancia para aprovechar el máximo de su potencia de los paneles fotovoltaicos con respecto a la radiación solar. [5]

2.2.7. ¿Cómo operan los sistemas solares fotovoltaicos?

El sistema solar fotovoltaico, transforma energía eléctrica a partir de la luminosidad del Sol convertida en radiación solar. Para transformar en electricidad el panel fotovoltaico lo realiza a partir de su principio de funcionamiento con la fusión de la radiación solar por día que emite en W/m^2 .

La energía que producen los paneles fotovoltaicos es en corriente continua, los cuales se pueden instalar en serie o paralelo

dependiendo de lo requerido, por lo general los paneles fotovoltaicos generan en 12 voltios.

Al generar la energía eléctrica los paneles fotovoltaicos se almacenan en los acumuladores (baterías), para ser utilizada en ese momento o cuando la carga lo requiera, pero lo ideal es que almacene la energía para ser utilizada cuando no exista la radiación solar por ende está disponible para las cargas en horas punta, incluso en el diseño se calcula dos días de autonomía para abastecer de energía eléctrica a las cargas requeridas cuando no haya radiación solar.

El regulador de carga es el dispositivo eléctrico que controla la descarga y sobrecarga de la batería para evitar fallas en el sistema eléctrico; también, alarga la vida de las baterías porque controla los cambios intempestivos de la batería cuando las cargas son inestables, producen picos altos y bajos de tensión; en el regulador de carga se logran observar las fallas que se pueden suscitar en el funcionamiento del sistema de energía fotovoltaico.

Este sistema solar fotovoltaico, es utilizado en diferentes ámbitos para el uso de una vivienda, industria o minera, porque son autónomos y garantizan el funcionamiento por ser una energía eléctrica ininterrumpida, teniendo una larga vida útil, con un mantenimiento cómodo y fácil. Se pueden tener cargas en corriente alterna, para esto solo se obtiene un inversor que se encarga de convertir la energía eléctrica continua en corriente alterna para el uso de equipos de tecnología en 220 voltios, pero el sistema no tiene algún cambio significativo y está conformado por el panel fotovoltaico, batería, regulador de carga, inversor, estructura y cables de conexión. [5]

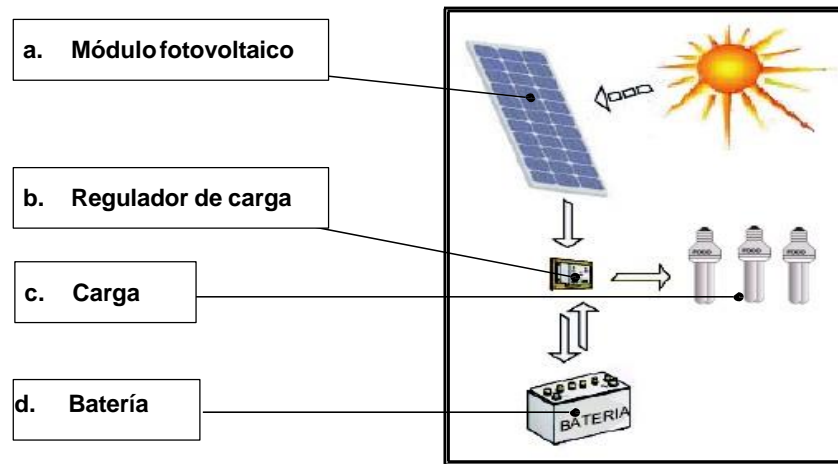


Gráfico 4. Componentes de un SFD básico.

Fuente: Arenas Sánchez y Zapata H., 2011.

a. Módulo fotovoltaico

- Este sistema conformado por paneles fotovoltaicos se utiliza para transformar la radiación solar (luminosidad) en energía eléctrica pero en corriente alterna.
- Genera una tensión eléctrica y una corriente continua o corriente alterna dependiendo de la carga. Esta energía es eléctrica por lo general en 12 voltios de corriente continua para el uso de distintos equipos eléctricos y electrónicos.
- Si se emplean artefactos eléctricos convencionales, es necesario convertir el voltaje de 12 Vcc a un voltaje de corriente alterna 220 Vca, que es el voltaje que requieren otras zonas; además, los equipos de tecnología están energizados con una fuente de energía eléctrica a 220 voltios. [5]

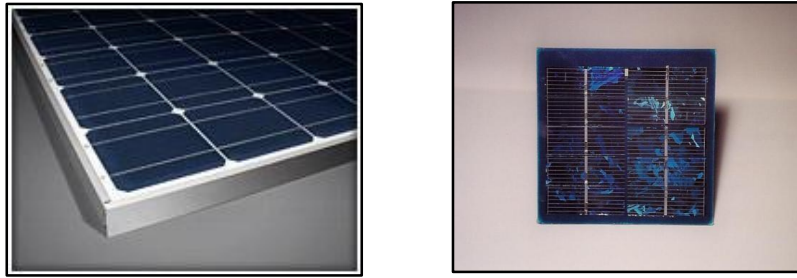


Gráfico 5. Tipos de módulos fotovoltaicos (monocristalinos y policristalinos)

Fuente: Orbegozo, C. y Arivilca, R., 2010.

b. Regulador de carga (controlador de carga)

Este equipo eléctrico tiene el objetivo de concatenar la secuencia correcta entre el módulo fotovoltaico, la batería y la carga que se están suministrando como radio, televisor y luminarias. En global realizan las siguientes funciones:

- Dirige la electricidad generada en los módulos fotovoltaicos hacia el uso final si el tiempo de demanda de electricidad coincide con las horas de Sol.
- Direcciona la energía eléctrica generada en los módulos fotovoltaicos hacia la batería, en caso se produjera una sobrecarga solar (la potencia transformada es mayor que la demanda de la potencia de la carga, o la batería está en falla).
- Protege del calentamiento en los cables y evita cortocircuitos en todo el sistema solar fotovoltaico porque siempre existen este tipo de eventos que pueden dañar el sistema eléctrico solar, que es irreparable.
- Induce que la batería tenga más tiempo de vida útil porque al producirse picos de tensión altos y bajos saturan la batería produciéndose un daño interno en esta.
- Protege e impide la eventual corriente eléctrica que pueda retornar de la batería hacia el módulo fotovoltaico en

situación que no haya luz solar.

- Protege la batería de los constantes riegos de sobrecarga y descarga profunda, regulando el ingreso de corriente continua proveniente del módulo fotovoltaico hacia la batería y la salida de corriente continua de la batería a la carga, evitando que la batería se sature o que trabaje con voltajes mínimos donde se sature internamente. [5]



Gráfico 6. Regulador de carga.

Fuente: Orbezo, C. y Arivilca, R., 2010.

Para seleccionar una regulador de carga, se analizan varios aspectos específicos y técnicos. Las características principales del regulador son:

- Máxima corriente umbral, proveniente de los módulos fotovoltaicos que se puede verificar en la placa de características; ejemplo: 5 amperios.
- Máxima corriente eléctrica de suministro a la batería; ejemplo: 5 amperios.
- Señalización de bajo voltaje de la batería; ejemplo: luz led.
- Señalización de carga solar; ejemplo: luz led.
- Voltaje de entrada de carga a la batería, depende del tipo de batería si es seca; ejemplo: 13.3 voltios - 14.0 voltios.
- Voltaje de entrada de descarga para una batería seca, entre 11.4 y 11.9 voltios.
- Tipo y nivel de regulación, estado sólido y con un *relay*.
- Dispositivo de reinicio, puede ser manual o automático.

- Protección eléctrica si es fusible para cortocircuito o falla en el *display*.
- Protección contra polaridad inversa si es un fusible o diodo bloqueador.
- Voltajes de entrada con *tap* de regulación o automático.
- Su nivel de hermetización debe ser alta y a prueba de agua, IP 10 a más. [5]

c. Baterías solares

- La batería es uno de los elementos relevantes y principales del sistema solar fotovoltaico; tiene como objetivo el almacenamiento de la electricidad generada por el módulo fotovoltaico y suministrarla a las cargas cuando lo requieran.
- Están diseñadas e implementadas con el único propósito de utilizarlas con los sistemas fotovoltaicos.
- Es importante proteger la batería solar sobreponiendo sobre una base estable e instalarla en un lugar protegido, ventilado y donde no llegue el Sol.
- Existen diferentes tipos y calidades de baterías solares que se utilizan para estos fines. En los sistemas fotovoltaicos se utilizan comúnmente las baterías de plomo ácido. [5]



Gráfico 7. Baterías solares.

Fuente: Orbegozo, C. y Arivilca, R., 2010.

d. Capacidad de almacenamiento

La capacidad de almacenamiento de una batería solar se mide en amperios-hora (Ah), se puede verificar en la placa de características o en la hoja técnica, indicando la cantidad de energía eléctrica que puede generar una batería solar antes de descargarse al 100 %, la unidad amperios-hora no es en realidad una medida de energía eléctrica; para convertir amperios-hora a energía eléctrica en watts-hora, se calcula multiplicando por el voltaje de la batería.

En teoría una batería de 200 Ah deberá generar una corriente de 4 amperios para 50 horas, por lo tanto 4 amperios por 50 horas es igual a 200 amperios-hora. Pero teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento calculada es un parámetro global, y no una medida precisa, del tamaño de la batería solar, ya que la capacidad de almacenamiento varía según los años y estado de conservación de la batería, si la descarga de la batería es constante y variable su capacidad de esta se reduce. [5]

e. Descarga y estado de carga

Una batería está diseñada para almacenar una corriente eléctrica que se denomina corriente de carga y que tiene su propia unidad de medida (amperios-hora), esta se carga dependiendo de la magnitud de la carga; quiere decir que, cuando exista una radiación solar pico, la carga de la batería sería más rápida. Todo ello también depende de la potencia de los paneles fotovoltaicos.

Se puede calcular más o menos la cantidad de energía recibida por una batería Q en amperios-horas, multiplicando la corriente de carga I en amperios por el tiempo de carga T en horas, para tomar nota en los diseños que se emplean.

$$Q \text{ (Ah)} = I \text{ (A)} * T \text{ (h)}$$

Si multiplicamos esta fórmula (Q), se obtendrá un resultado donde la cantidad de energía eléctrica suministrada a la batería, y la unidad de medida expresada en W-h.

No es lo correcto cargar baterías a una corriente eléctrica superior de un décimo de su capacidad estimada. Entonces, una batería solar de 200 Ah no debería ser cargada a una corriente eléctrica de más de 20 amperios.

La descarga es un proceso cuando la batería solar está suministrando energía eléctrica por un tiempo determinado a una carga eléctrica, esto quiere decir que el uso de equipos eléctricos, la corriente de descarga equivale a la velocidad con la que se absorbe la corriente eléctrica de la batería solar. Se puede estimar la cantidad de energía eléctrica absorbida de una batería solar durante un lapso de tiempo, como el tiempo de cargar la energía.

El estado de carga nos indica la cantidad de energía eléctrica restante en la batería solar; también, muestra que si una batería solar está completamente cargada o descargada de energía eléctrica. En el caso de la batería solar de plomo-ácido, se puede medir su nivel de carga utilizando un voltímetro. [5]

f. Ciclo de vida y profundidad de descarga

En un sistema solar fotovoltaico, la batería se carga diariamente con la generación eléctrica de los módulos solares mediante los paneles; y cuando se requiere de energía eléctrica para el consumo de un equipo durante la noche se descarga, esto quiere decir que existe un período de carga en el día y otro período de descarga por la noche lo que se conoce como un ciclo. Por lo tanto, en un ciclo la batería solar de 200 Ah debería cargarse hasta un 95 % de su capacidad durante el día, para luego emitir su carga eléctrica en un 75 % de su estado de carga durante la noche, debido al uso de equipos eléctricos y otras necesidades.

El ciclo de duración de una batería solar es la cantidad aproximada de ciclos de duración de una batería solar, la gran parte de las baterías solares están diseñadas para entregar varios miles de ciclos. Las baterías solares de níquel-cadmio tienen un ciclo de vida más prolongado que el de las baterías solares de plomo-ácido, esto se debe al material y la construcción de la baterías solares, el ciclo de vida promedio de una batería solar lo determina el fabricante, por ello existe una hoja de datos técnicos estimando los ciclos de duración de una batería solar antes de que su capacidad disminuya a un 80 % de su capacidad nominal. El ciclo de vida se reduce debido a descargas profundas; esto quiere decir que, la batería solar absorbe el total de la energía almacenada operando a alta temperatura, no existe un mantenimiento, ni la capacidad de conectar cargas de alta velocidad, donde la batería solar trabaje en condiciones anormales. [5]

g. Cables eléctricos

$$P = V * I \text{ (watts)}$$

Los cables eléctricos son de mucha importancia para transportar la energía eléctrica, entonces se realizan cálculos correspondientes: donde **V** es la tensión en voltios (V) e **I** es la corriente en amperios (A). Para entregar una potencia a 12 voltios, quiere decir la corriente eléctrica supera 20 veces más que para un sistema de 220 voltios. Por lo tanto, se deben utilizar cables eléctricos de mayor sección para evitar el efecto joule que produce calor, porque para el sistema solar fotovoltaico es una pérdida significativa.

La sección de los cables eléctricos se muestran en el siguiente cuadro, la corriente eléctrica máxima que puede transportar sin

recalentar y evitando el efecto joule. También se representa la potencia que puede producirse a diferentes voltajes. [5]

Tabla 1. Sección de los cables, corriente máxima y potencia.

Tamaño del cable, corte de área seccional [mm ²]	Corriente máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	120	240	2200
1.5	15	180	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

Fuente: Orbegozo, C. y Arivilca, R., 2010.

Podemos deducir claramente de esta tabla que, a voltajes bajos, sólo pueden suministrarse bajas demandas de potencia o deben emplear cables eléctricos de mayor sección. Para conseguir una potencia eléctrica de 1.08 Kw a 12 voltios, se emplea un cable de 25 mm² para suministrar 21 kw a 220 Vca. Esto quiere decir que es proporcional a mayor tensión menos corriente circula por los conductores eléctricos. [5]

2.2.8. Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos

El dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico consiste en calcular la capacidad para satisfacer la demanda energética requerida por los usuarios. Estas son necesarias en las zonas rurales y aisladas, donde no llega la energía eléctrica convencional, el sistema solar fotovoltaico tiene una alta confiabilidad, debido a que un circuito eléctrico es un conjunto de componentes donde cada uno de estos

tiene que ser seguro y confiable, que no expongan en peligro el sistema. El método de selección se basa en el requerimiento de energía.

Energía generada = Energía consumida + Pérdidas propias del sistema fotovoltaico.

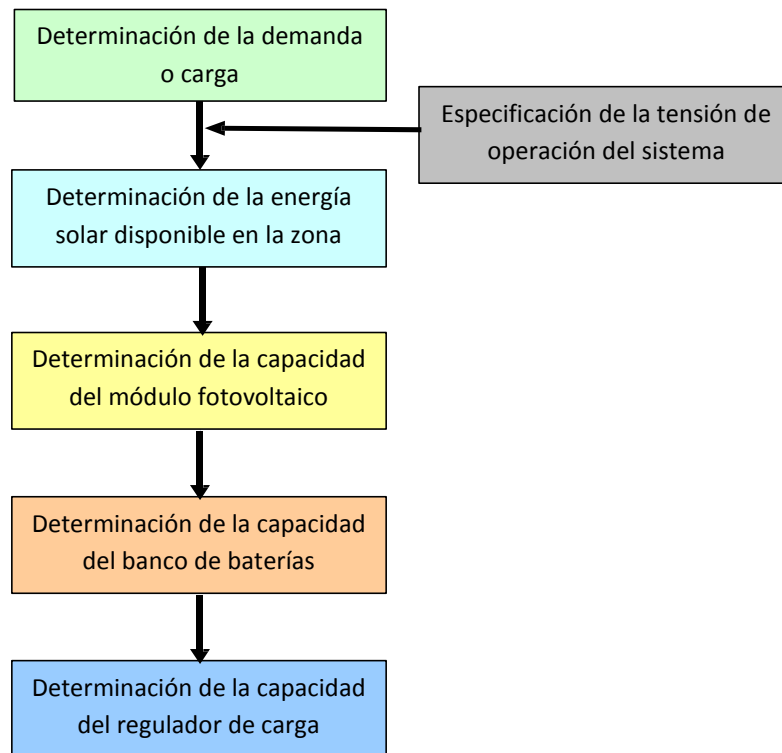


Gráfico 8. Diagrama de flujo de un proyecto fotovoltaico.

Fuente: Orbeago, C. y Arivilca, R., 2010.

a. Número de paneles solares

Los paneles solares producen una energía eléctrica durante todo el día equivalente a solo las horas pico solar operando a su máxima potencia. Esta potencia es el parámetro principal que define un panel solar. [3]

b. Orientación y ángulo de inclinación de los paneles

Orientación

Un panel solar fotovoltaico transforma electricidad a pesar de la ausencia de la luz solar directa, es decir aun en días nublados este generará energía eléctrica. [3]

Ángulo de Azimut. - Ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la superficie del generador y la dirección sur. Vale 0 grados si coincide con la orientación sur, es positivo hacia el oeste y negativo hacia el este. Si coincide con el este su valor es -90 y si coincide con el oeste su valor es $+90$ grados. [3]

$$Y = \alpha$$

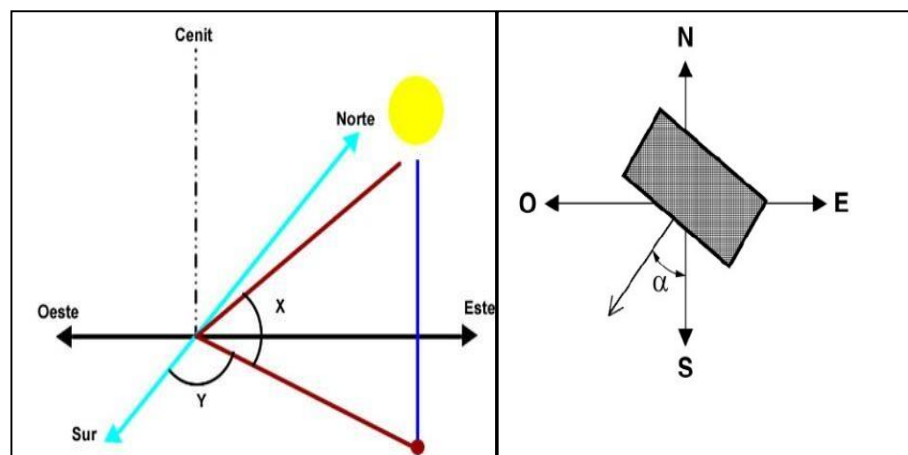


Gráfico 9. Orientación del panel solar.

Fuente: Bejarano Bejarano, N., 2011.

Inclinación

El Sol tiene una traslación de este a oeste. En cuanto a estos paneles solares fotovoltaicos operan con su máxima eficiencia cuando son orientados hacia la luz solar, con un ángulo perpendicular para el medio día, los paneles solares fotovoltaicos son ubicados en una posición fija, por lo que no pueden avanzar junto al Sol en toda su trayectoria, esto nos dice que no siempre formaran un ángulo de 90° , el ángulo que forma con la superficie

del panel solar fotovoltaico y la horizontal se dice ángulo de inclinación, a causa del movimiento de traslación de la tierra alrededor del Sol donde existe cuatro estaciones. [3]

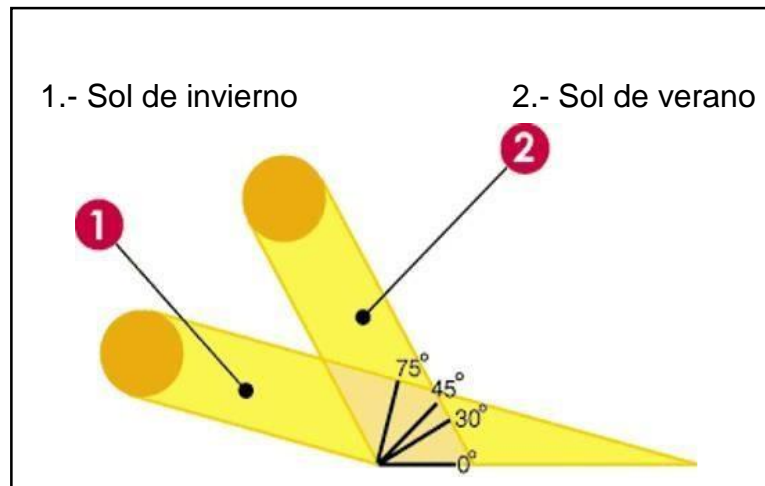


Gráfico 10. Ángulo de posicionamiento en invierno y verano.

Fuente: Bejarano Bejarano N., 2011.

En la estación de invierno, el Sol no llega al mismo ángulo que en la estación de verano, en esta los paneles solares fotovoltaicos deberán ser situados con un ángulo menor que de tal manera logren aprovechar al máximo la luz solar, por el contrario en invierno los paneles solares con posicionamiento para verano no logran alcanzar el máximo aprovechamiento de la luz solar. Para cada lugar existe una latitud por lo tanto el ángulo de inclinación será óptimo, según la tabla nos muestra valores dependiendo de la latitud geográfica. [3]

Tabla 2. Ángulo de inclinación de panel en función de la latitud geográfica.

Latitud del lugar	Ángulo en invierno	Ángulo en verano
0 al 5 °C	15 °C	15 grados
15 a 25 °C	Latitud	Latitud
25 a 30 °C	Latitud + 5 grados	Latitud - 5 grados
30 a 35 °C	Latitud + 10 grados	Latitud - 10 grados
35 a 40 °C	Latitud + 15 grados	Latitud - 15 grados
más de 40 °C	Latitud + 20 grados	Latitud - 20 grados

Fuente: Bejarano Bejarano, N., 2011.

Según la información en la tabla de inclinación que se ajusta para el distrito de Morococha es de 15°, este ángulo permanecerá fijo durante todo el año en curso.

Tabla 3. Calibre de cables según el diámetro y área.

AWG	Diam. (mm)	Área (mm ²)
1.	7,35	42,40
2.	6,54	33,60
3.	5,86	27,00
4.	5,19	21,20
5.	4,62	16,80
6.	4,11	13,30
7.	3,67	10,60
8.	3,26	8,35
9.	2,91	6,62
10.	2,59	5,27
11.	2,30	4,15
12.	2,05	3,31
13.	1,83	2,63
14.	1,63	2,08
15.	1,45	1,65

AWG	Diam. (mm)	Área (mm ²)
16.	1,29	1,31
17.	1,15	1,04
18.	1,02	0,823
19.	0,91	0,653
20.	0,81	0,519
21.	0,72	0,412
22.	0,64	0,325
23.	0,57	0,259
24.	0,51	0,205
25.	0,45	0,163
26.	0,40	0,128
27.	0,36	0,102
28.	0,32	0,0804
29.	0,28	0,0646
30.	0,25	0,0503

Fuente: Bejarano Bejarano, N., 2011.

2.2.9. Componentes de las tarifas eléctricas

Las opciones de tarifa de electricidad contienen el costo para el desarrollo de las labores de generación, transmisión, distribución y utilización eléctrica, las cuales admiten la prestación del servicio público de electricidad para los usuarios. [1]

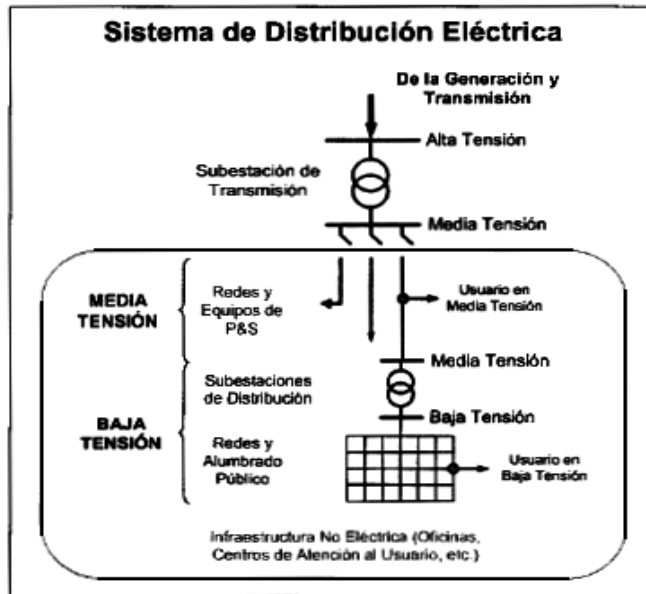


Gráfico 11. Sistema de distribución eléctrica.

Fuente: Aliaga Bautista, R., 2008.

Tabla 4. Sectores típicos.

Sector Típico	Sistema de distribución eléctrica (empresa modelo)	Empresa de distribución eléctrica responsable
1	Lima Sur	Luz del Sur
2	Huancayo	Electrocentro
3	Caraz-Carhuaz-Huaraz	Hidrandina
4	Chulucanas	Electronoroeste
5	Valle Sagrado 1	Electro Sur Este
Especial	Villacurí	Coelvisac

Fuente: Aliaga Bautista R., 2008.

2.2.9. Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de usuario final

El sistema de tarifa en el Perú está normado y regulado por el Osinergmin, quien desarrolla y analiza las normas de aplicación cada 4 años y define las pautas generales, donde anuncia lo siguiente:

- El usuario tiene derecho a escoger la opción tarifaria que más se ajuste a las necesidades de su hogar.
- La empresa concesionaria tiene la responsabilidad a aceptar la tarifaria elegida por el usuario, la cual tiene vigencia de un año, luego vencido el tiempo puede solicitar el cambio de opción tarifaria eléctrica que puede cambiar la potencia contratada.
- Las opciones tarifarias tienen que mostrar el sistema de medición y contratación de potencia para que puedan analizar los usuarios.
- La calificación de clientes es mensual con un reporte de histogramas donde se pueda actualizar automáticamente. [1]

a. Opciones tarifarias

Se presentan opciones tarifarias en baja tensión y media tensión, la elección de cualquiera de estas tarifas eléctricas dependerá del nivel de tensión a la que se verifique que está conectado el suministro. Las tarifas eléctricas en baja tensión (BT2, BT3, BT4, BT5A, BT6, BT7), se aplican para potencias contratadas menores a 100 kw, superior a esta potencia se puede seleccionar por una tarifa eléctrica en media tensión (MT2, MT3, MT4). Para el caso de empresas pequeñas y microempresa (potencia contratada inferior a 60 kw) son aplicables las tarifas BT5A, BT2, BT3 y BT4. [1]

Tabla 5. Opciones tarifarias baja tensión.

Baja Tensión		
BT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Modalidad de facturación de potencia activa variable.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva.
BT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.
BT4	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes Potencia: Máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.
BT5A	Medición de dos energías activas (2E) Energía: Punta y Fuera de Punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por exceso de potencia en horas fuera de
BT5B	Medición de una energía activa (1E) Energía: Total del mes	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.
BT5C	Alumbrado Público, medición de una energía activa (1E) Energía: Total del mes	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.
BT6	Medición de una potencia activa (1P) Potencia: Máxima del mes	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por potencia activa.
BT7	Servicio Prepago de Energía Eléctrica Medición de Energía Activa	a) Cargo por energía activa.

Fuente: Aliaga Bautista, R., 2008.

Calificación del usuario

La calificación del usuario será realizada por la empresa de distribución de energía eléctrica, será de acuerdo al uso de la potencia eléctrica en horas punta o fuera de punta del usuario. El usuario estará calificado como presente en hora punta, cuando el

cociente entre la demanda media del mismo en horas punta y la demanda máxima es mayor o igual a 0,5.

En la afirmación del consumo de energía eléctrica en horas punta, se excluirán los días: domingos y feriados nacionales del calendario regular del Perú; también, debemos tener en cuenta que el equipo de medición lo admita.

En el caso opuesto, el usuario será calificado como presente en fuera de punta.

$$CT = \frac{EA \text{ HP}}{HPT \times MDL \text{ (mes)}}$$

CT > = 0,5 Cliente presente en punta

CT < 0,5 Cliente fuera de punta

Para los usuarios que no tienen los equipos de medición certificados para analizar la calificación, la distribuidora procederá a instalar, a su costo, los equipos de medición idóneos y calibrados por un período mínimo de 7 días hábiles. [1]

2.3. Definición de términos básicos

- a. **Energía:** es la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc. Esta puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, etc., existiendo la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía.

- b. Radiación solar:** es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas provenientes del Sol. El Sol emite un amplio espectro de radiaciones, desde rayos gamma hasta longitudes de onda largas, de tipo infrarrojo.

No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la potencia que por unidad de superficie alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m^2 .

- c. Energía solar:** cada año el Sol arroja 4 mil veces más energía que la que consumimos, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado.

La intensidad de energía disponible en un punto determinado de la Tierra depende del día del año, de la hora, de la latitud y de las condiciones atmosféricas. En buenas condiciones, el valor promedio de la potencia de la radiación es de aproximadamente $1000 W/m^2$ en la superficie terrestre.

- d. Energía renovable:** permite nombrar a la capacidad de poner en movimiento o transformar algo. Renovable, por su parte, es aquello que puede renovarse. El verbo renovar está vinculado a reemplazar algo, poner de nuevo, transformar o restablecer algo que se había interrumpido.

La noción de energía renovable hace mención al tipo de energía que puede obtenerse de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya que contienen una inmensa cantidad de energía o pueden regenerarse naturalmente.

- e. Potencia eléctrica:** es la frecuencia con la que se consume la energía eléctrica, la unidad de medida para la potencia es en joule por segundo (J/seg) que equivale a 1 watt de energía eléctrica y se define con la letra "P" que es el watt.

- f. Panel fotovoltaico:** un panel solar fotovoltaico es una colección de células fotovoltaicas interconectadas entre sí aisladas del exterior por una estructura hermética que tiene un vidrio y un marco compacto. Las células fotovoltaicas son elementos que cuentan con propiedades del silicio que permiten transformar la luz luminosa en energía eléctrica en baja tensión mediante el efecto fotovoltaico. Los módulos fotovoltaicos generan una tensión en corriente continua. El resto de los elementos del sistema solar fotovoltaico se preparan para transformar esta tensión en corriente alterna, si lo requiere o también se puede convertir en corriente alterna.
- g. Solarímetro:** el solarímetro casero estima la radiación solar instantánea, está diseñado con materiales simples y de fácil adquisición, integrado por un cuerpo opaco hueco, lleno de agua. En uno de sus lados tiene un termómetro digital. Para proteger de la influencia del viento y no alterar el resultado obtenido, el cuerpo opaco es soportado en el interior por una lámina de plástico transparente.
- h. Watts:** es una unidad de potencia eléctrica que equivale a un joule (J) por segundo y su símbolo es el watt. El watt, en este sentido, es la unidad que mide la cantidad de energía absorbida por un elemento en un tiempo establecido.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método

El método empleado es de tipo deductivo, por partir de premisas, teorías, conceptos, leyes y resultados en la aseveración de los resultados obtenidos de la investigación en función a la implementación del sistema de energía solar fotovoltaico y facturación por consumo de energía en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli – Junín.

3.1.2. Tipo de investigación

- **Descriptiva:** describe las características y funciones de las variables.
- **Explicativa:** explica el comportamiento de causa-efecto de la implementación del sistema solar fotovoltaico en la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo cuasi-experimental, por la aplicación de la pretest y postest; además, por la no realización de la aleatorización de la muestra, respecto a la implementación del sistema

de energía solar fotovoltaico y facturación por consumo de energía en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli – Junín.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Estuvo conformado por 36 recibos emitidos por la concesionaria Electrocentro S.A. del año 2014 al 2017, con el código de suministro 71882823 que corresponde a la Municipalidad Distrital de Morococha.

3.3.2. Muestra

Estuvo conformado por 36 recibos emitido por la concesionaria Electrocentro S.A. de la Municipalidad Distrital de Morococha, por ser una población pequeña.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes	Técnicas	Instrumentos
Primarias	- Encuesta - Observación	- Cuestionario - Ficha de observación - Ficha de toma de datos
Secundarias	Fuentes documentales	Libros, tesis, manuales, bibliografías e Internet

Fuente: elaboración propia, 2016

3.4.1. Entrevista

Se entrevistó al Sr. Alcalde Luis Rivelino Arias Herrera de la Municipalidad Distrital de Morococha y a los funcionarios, nos dieron a conocer el estado actual del consumo de la energía eléctrica; por ende la preocupación porque la Municipalidad Distrital de Morococha paga el consumo eléctrico de diferentes áreas de la comuna.

El resultado de la entrevista al Sr. Alcalde Luis Rivelino Arias Herrera, nos sirvió para iniciar esta investigación; también, nos comentó que no conoce de este sistema solar fotovoltaico y que se paga demasiado por el consumo de energía eléctrica, lo que se puede observar en el anexo 4.

3.4.2. Ficha de observación

La ficha de observación fue empleada para la verificación de la facturación de los recibos de la Municipalidad Distrital de Morococha emitidos por la concesionaria Electrocentro.

Tabla 6. Consumo de energía eléctrica del año 2014 al 2017.

AÑO	MES	ENERGÍA ACTIVA TOTAL Kw-h	IMPORTE S/.
2017	Junio	2,024.00	S/. 2,536.20
2017	Mayo	2,328.00	S/. 2,592.80
2017	Abril	2,664.00	S/. 2,950.80
2017	Marzo	2,972.00	S/. 2,896.20
2017	Febrero	2,420.00	S/. 2,888.10
2017	Enero	2,632.00	S/. 2,937.80
2016	Diciembre	2,588.00	S/. 2,936.90
2016	Noviembre	2,444.00	S/. 2,940.90
2016	Octubre	2,716.00	S/. 2,972.00
2016	Setiembre	2,820.00	S/. 3,099.70
2016	Agosto	2,832.00	S/. 2,973.30
2016	Julio	2,632.00	S/. 2,937.80
2016	Junio	2,014.00	S/. 2,436.20
2016	Mayo	2,388.00	S/. 2,522.80
2016	Abril	2,674.00	S/. 2,980.80
2016	Marzo	2,952.00	S/. 2,846.20
2016	Febrero	2,435.00	S/. 2,998.10
2016	Enero	2,602.00	S/. 2,907.80
2015	Diciembre	2,598.00	S/. 2,966.90
2015	Noviembre	2,474.00	S/. 2,990.90
2015	Octubre	2,710.00	S/. 2,952.00
2015	Setiembre	2,730.00	S/. 2,899.70
2015	Agosto	2,852.00	S/. 2,993.30

2015	Julio	2,612.00	S/. 2,897.80
2015	Junio	2,024.00	S/. 2,466.20
2015	Mayo	2,458.00	S/. 2,722.80
2015	Abril	2,644.00	S/. 2,980.80
2015	Marzo	2,962.00	S/. 2,896.20
2015	Febrero	2,430.00	S/. 2,968.10
2015	Enero	2,622.00	S/. 2,807.80
2014	Diciembre	2,558.00	S/. 2,866.90
2014	Noviembre	2,494.00	S/. 2,995.90
2014	Octubre	2,730.00	S/. 2,982.00
2014	Setiembre	2,725.00	S/. 2,959.70
2014	Agosto	2,832.00	S/. 2,893.30
2014	Julio	2,642.00	S/. 2,937.80
		Promedio	S/. 2955.38

Fuente: Electrocentro S.A., 2016.

En la tabla 6 observamos el consumo mensual del año 2017 al 2014, para el análisis respectivo siendo el promedio de pago en Nuevos Soles de S/. 2,955.38 por 36 meses, pero para los cálculos siguientes se puede tomar el máximo consumo que viene a ser el mes de setiembre del 2016, con un consumo de 2,820.00 Kw-h en energía activa total, lo cual Electrocentro S.A., facturó en el recibo el monto de S/. 3,099.70 Nuevos Soles.

En la ficha de observación que se realizó a los funcionarios de la Municipalidad Distrital de Morococha, se puede analizar que conocen poco sobre las instalaciones eléctricas de la Municipalidad, sobre las energías renovables teniendo un conocimiento medio y tienen propuestas para utilizar este sistema de generación para evitar estos pagos excesivos, que se puede observar en el anexo 5.

3.4.3. Ficha de toma de datos campo

Con un solarímetro se calculó la radiación solar promedio que existe en la Nueva Ciudad de Morococha, para así tener mayor certeza en el estudio de la presente tesis que también nos indica

en el Atlas Solar del Perú. La toma de datos de campo también nos sirvió para anotar la generación de energía eléctrica mediante los paneles solares fotovoltaicos como el consumo de energía eléctrica en la municipalidad que se observa en el anexo 6.

Tabla 7. Radiación solar promedio por día con el solarímetro.

RADIACIÓN SOLAR DIARIA Wh/m²		
N°	DÍA	RADIACIÓN SOLAR INSTANTÁNEA (W/m²)
1	miércoles 19 de julio del 2017	4695.7
2	martes 22 de junio del 2017	4712.3
3	jueves 28 de mayo del 2017	4772.5
4	viernes 13 de abril del 2017	4345.9
5	miércoles 15 de marzo del 2017	4543.6
6	jueves 28 de febrero del 2017	4473.8
7	miércoles 27 de enero del 2017	4597.4
8	martes 16 de diciembre del 2016	4627.9
9	jueves 17 de noviembre del 2016	4685.6
10	viernes 22 de octubre del 2016	4711.7
11	miércoles 25 de setiembre del 2016	4792.1
12	lunes 13 de agosto del 2016	4355.2
13	jueves 14 de julio del 2016	4523.8
14	miércoles 31 de junio del 2016	4471.9
15	martes 27 de mayo del 2016	4577.5
16	viernes 14 de abril del 2016	4647.3
17	martes 15 de marzo del 2016	4694.5
18	jueves 22 de febrero del 2016	4711.9
19	miércoles 28 de enero del 2016	4762.7
20	viernes 13 de diciembre del 2015	4345.5
21	martes 17 de noviembre del 2015	4544.4
22	sábado 25 de octubre del 2015	4473.8
23	miércoles 27 de setiembre del 2015	4587.7
24	miércoles 14 de agosto del 2017	4627.4
25	martes 21 de julio del 2015	4685.5
26	miércoles 26 de junio del 2015	4712.9
27	jueves 3 de mayo del 2015	4753.2
28	martes 13 de abril del 2015	4395.4
29	lunes 9 de marzo del 2015	4543.6
30	jueves 31 de febrero del 2015	4493.6

31	lunes 27 de enero del 2015	4599.7
32	viernes 14 de diciembre del 2014	4621.3
33	miércoles 19 de noviembre del 2014	4682.5
34	martes 22 de octubre del 2014	4632.9
35	viernes 30 de setiembre del 2014	4672.4
36	martes 3 de agosto del 2014	4385.9
	Promedio	4596.14

Fuente: elaboración propia, 2016.

En esta tabla se muestran los valores de la radiación solar promedio de la radiación solar en la Nueva Ciudad de Morococha donde se hizo un seguimiento con el solarímetro para luego contrastar los valores emitidos por el Senamhi, cabe mencionar que para obtener estos valores se utilizó la fórmula del trapecio con los datos obtenidos con el solarímetro. Para los cálculos de la radiación solar se utilizó el promedio por día que obtuvimos.

Tabla 8. Radiación solar promedio por mes con el solarímetro.

RADIACIÓN SOLAR POR MES Wh/m²		
N°	MES / AÑO	RADIACIÓN SOLAR INSTANTÁNEA (W/m²)
1	julio – 2017	4828.7
2	junio – 2017	4709.8
3	mayo – 2017	4435.4
4	abril – 2017	4263.7
5	marzo – 2017	4723.8
6	febrero – 2017	4535.6
7	enero – 2017	4683.2
8	diciembre – 2016	4254.8
9	noviembre – 2016	4837.2
10	octubre – 2016	4718.2
11	setiembre – 2016	4425.7
12	agosto – 2016	4256.4
13	julio – 2016	4729.2
14	junio – 2016	4531.7
15	mayo – 2016	4673.6
16	abril – 2016	4815.2
17	marzo – 2016	4838.2
18	febrero – 2016	4724.2

19	enero – 2016	4455.7
20	diciembre – 2015	4359.5
21	noviembre – 2015	4735.3
22	octubre – 2015	4572.5
23	setiembre – 2015	4682.8
24	agosto – 2015	4753.6
25	julio – 2015	4829.2
26	junio – 2015	4709.1
27	mayo – 2015	4435.6
28	abril – 2015	4483.9
29	marzo – 2015	4728.5
30	febrero – 2015	4565.6
31	enero – 2015	4681.8
32	diciembre – 2014	4772.5
33	noviembre – 2014	4873.7
34	octubre – 2014	4723.3
35	setiembre – 2014	4433.9
36	agosto – 2014	4255.4
	Promedio	4612.13

Fuente: elaboración propia, 2016.

Los datos obtenidos son por los meses que se hizo el muestreo con el solarímetro. Siendo un promedio del total de meses de 4612.13 W-h/m² para los cálculos siguientes se utilizó dicho resultado. Ahora se detalla la radiación solar por mes de acuerdo al Atlas Solar del Perú.

Tabla 9. Radiación solar promedio por mes Senamhi.

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA Kw-h/m²		
N°	MES – 2003	RADIACIÓN SOLAR (Kw-h/m²)
1	Enero	5.0 - 5.5
2	Febrero	5.5 - 6.0
3	Marzo	6.0 - 6.5
4	Abril	5.5 - 6.0
5	Mayo	5.0 - 5.5
6	Junio	5.0 - 5.5
7	Julio	5.0 - 5.5
8	Agosto	5.0 - 5.5

9	Setiembre	5.5 - 6.0
10	Octubre	6.0 - 6.5
11	Noviembre	5.5 - 6.0
12	Diciembre	4.5 - 5.0

Fuente: Atlas Solar del Perú, 2003.

Se puede observar en la tabla que el Senamhi cuenta con una base de datos de todo el Perú para obtener un promedio de la radiación solar de acuerdo a nuestra ubicación, además fue validado por el Senamhi sede Huancayo. Ahora se muestra un gráfico del departamento de Junín para analizar.

También se realizaron las coordinaciones respectivas para que el Senamhi pueda emitir un documento actualizado sobre la radiación solar del Perú que se puede observar en el anexo 3 que esta validado por el meteorólogo de dicha institución.

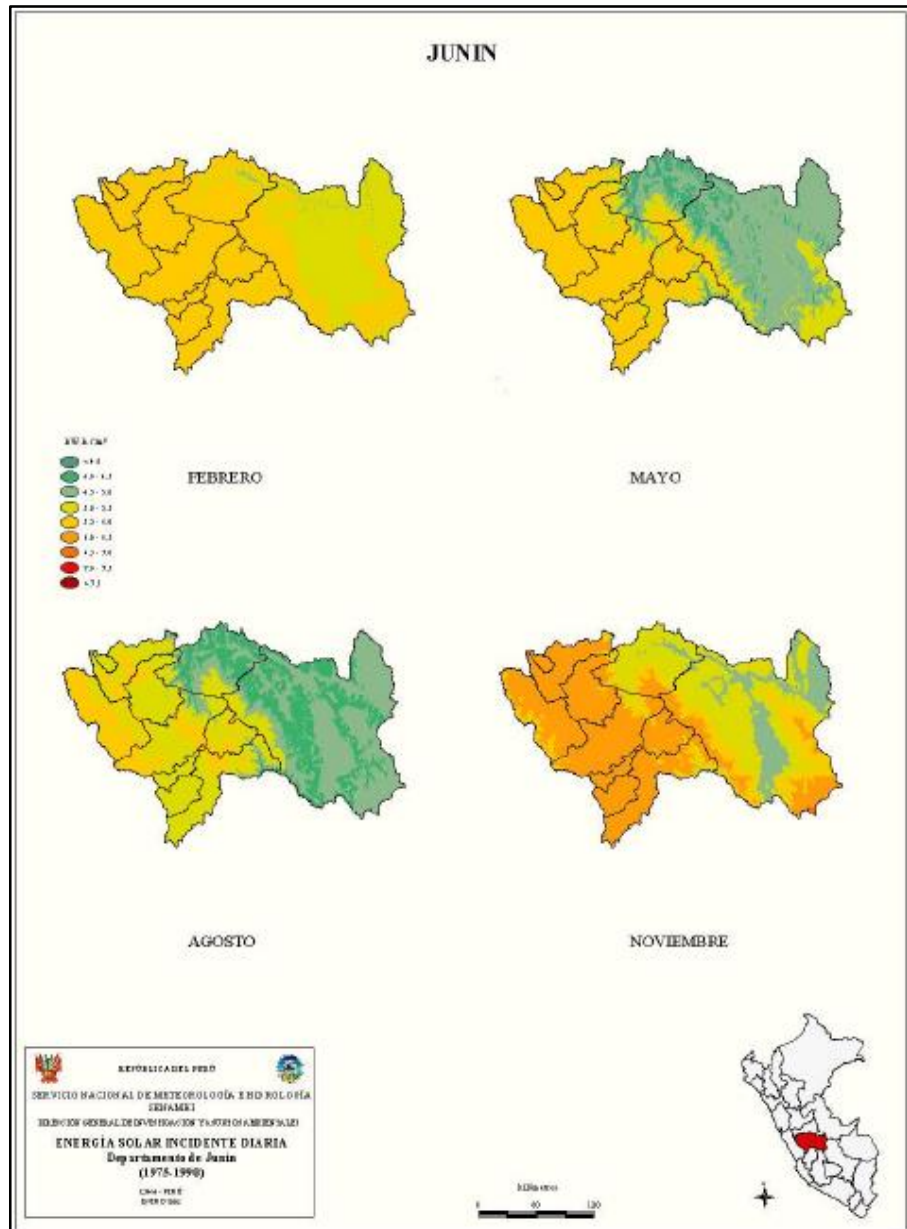


Gráfico 12. Radiación solar en el departamento de Junín.

Fuente: Atlas Solar del Perú, 2003.

El Atlas Solar del Perú muestra en el departamento de Junín el promedio de la radiación solar por mes, donde se puede deducir por los colores mostrados, también en la tabla 9 se puede analizar por todo un año, la radiación solar en la Nueva Ciudad de Morococha para lo cual es incidente para el estudio de la

tesis. También en el Atlas Solar del Perú nos muestra el promedio anual siendo 5.5 Kwh/m^2



Gráfico 13. Departamento de Junín con la ubicación de Morococha.

Fuente: Google Maps, 2016.

Por lo tanto analizando la radiación solar en el Perú por los datos mostrados anteriormente por medio del solarímetro y del Atlas Solar del Perú, obtenemos un resultado aceptable para nuestro cálculo siguiente que requiere la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

Al obtener los resultados de información de la encuesta, observación y toma de datos con el solarímetro, se utilizó el *software* Excel, *T- Student* y la *Data Center NASA*, para tener una información más acertada sobre la radiación solar y al ser implementado el sistema sea confiable y seguro, teniendo los siguientes resultados:

- a. La radiación solar en la Nueva Ciudad de Morococha es aceptable para la implementación del sistema de energía solar fotovoltaica de acuerdo a la *Data Center NASA* que muestra un promedio anual de 5.79 Kw-h/m^2 y corroborado con el solarímetro la radiación solar promedio es de 4.61 Kw-h/m^2 , y el promedio anual de la radiación solar por el Atlas Solar del Perú de 5.0 Kw-h/m^2 , siendo un promedio total de 5.13 Kw-h/m^2 .

Tabla 10. Energía solar promedio anual de las tres fuentes.

ENERGÍA SOLAR PROMEDIO ANUAL kw-h/m²		
N°	FUENTES	RADIACIÓN SOLAR (Kw-h/m²)
1	Atlas Solar del Perú	5.00
2	Data Center NASA	5.79
3	Solarímetro	4.61
	Promedio	5.13

Fuente: elaboración propia, 2016.

- b. Revisando los recibos emitidos por la empresa concesionaria de Electrocentro se evaluó que es demasiado el costo a pagar porque la Municipalidad Distrital de Morococha no cuenta con cargas especiales; a continuación, analizamos la máxima demanda con la que cuenta actualmente dicha institución, como se puede observar en el anexo 17 diagrama unifilar general.

5.1.1. Cálculo del consumo requerido total

a. Datos para el cálculo

Según Senamhi, los datos para el diseño del sistema fotovoltaico se detallan a continuación:

Relación de estación meteorológica utilizada.

Tabla 11. Estación meteorológica

CÓDIGO	ESTACIÓN	DEPART.	PROV.	LAT.	LONG.	ALT.
				(s)	(w)	(msnm)
110549	Marcapomacocha	Junín	Yauli	11° 24'	76° 19'	4479

Fuente: Atlas Solar del Perú, 2003.

La estación meteorológica de Marcapomacocha está más cerca de la Ciudad de Morococha donde la latitud y longitud están

próximas y nos sirve para analizar los datos que se consigna en el Atlas Solar del Perú.

4.1.1. Estimación de la radiación solar con el solarímetro

Para obtener mejores datos de estudio y resultado para la siguiente tesis se elaboró un solarímetro casero para medir la radiación solar instantánea, vemos los resultados a continuación:

ECUACIÓN DEL SOLARÍMETRO

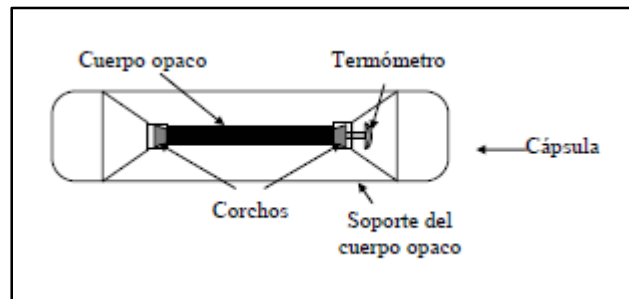


Gráfico 14. Solarímetro casero.

Fuente: CPIS, ADSSA, OPS, OSP y OROMS, 2003.

$$R = \frac{J \times \Delta T}{t}$$

Donde:

R: radiación solar (W/m^2)

J: constante del solarímetro casero (52162)

ΔT : diferencia de temperatura del H_2O después de un tiempo "t" determinado ($^{\circ}C$)

t: tiempo de exposición a la radiación solar (segundos).

RADIACIÓN SOLAR INSTANTÁNEA PARA CADA ÁREA DE MEDICIÓN:

Esta medición se realizó el día 14 de junio del 2017, para obtener un resultado aproximado de la radiación solar en Morococho.

Tabla 12. Radiación solar instantánea con el solarímetro.

DATOS DEL SOLARÍMETRO					
N°	HRS DEL DÍA h.mm	TEMP AMB °C	TIEMPO * (S)	INCREMENTO DE TEMP	RADIACIÓN SOLAR INSTANTANEA (W/m ²)
1	6.00	3	-	-	0
2	8.00	5	491	2	212.47
3	9.00	9	402	2	259.51
4	10.00	12	198	2	526.89
5	11.00	13	145	2	719.48
6	12.00	14	131	2	796.37
7	13.00	14	136	2	767.09
8	14.00	13	198	2	526.89
9	15.00	11	275	2	379.36
10	16.00	9	469	2	222.44
11	18.00	6	-		0

Fuente: elaboración propia, 2016.

CURVA DE RADIACIÓN SOLAR DURANTE HORAS DE SOL

El día 14 de junio del 2017

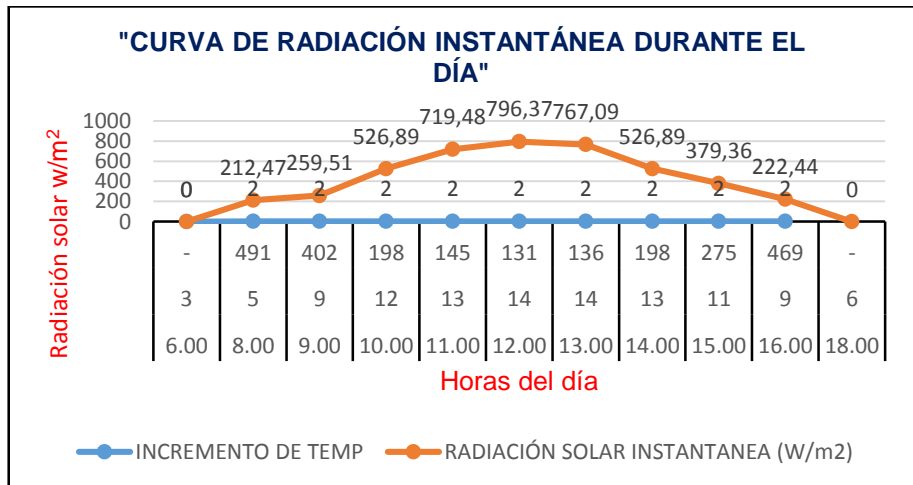


Gráfico 15. Curva radiación solar hora pico solar HPS.

Fuente: elaboración propia, 2017.

**PARA CALCULAR LA RADIACIÓN SOLAR DIARIA
UTILIZAMOS EL MÉTODO DEL TRAPECIO**

$$H_d = \sum_1^{n-1} \left(\frac{(R_n + R_{n+1}) * (t_{n+1} - t_n)}{2} \right)$$

Donde:

H_d: radiación solar diaria (W-h/m²)

R_n: radiación instantánea (W-h/m²)

t_n: tiempo (horas) para la medición "n"

n: número de medidas de radiación obtenidas

Reemplazando:

$$H_d = \frac{(R_2 + R_1) * (t_2 - t_1)}{2} + \frac{(R_3 + R_2) * (t_3 - t_2)}{2} + \dots$$
$$+ \frac{(R_{11} + R_{10}) * (t_{11} - t_{10})}{2}$$

$$H_d = 212.5 + 236.0 + 393.2 + 623.2 + 757.9 + 781.7 + 647.0 +$$
$$453.1 + 300.9 + 222.4$$

$$H_d = 4627.9 \text{ W-h/m}^2$$

De esta forma, la radiación solar diaria en un plano inclinado es de **4.63 Kw-h/m²**. Con la ayuda del solarímetro se llegó a esta conclusión, que nos da un resultado más acertado para los cálculos siguientes y la toma de decisiones.

Tabla 13. Radiación diaria método del trapecio.

IRRADIACIÓN SOLAR DIARIA										DIARIO W-h/m ²
213	236	393	623	758	782	647	453	301	222	4627.9

Fuente: elaboración propia, 2017.

4.1.2. La radiación solar con la data center NASA

La *NASA surface meteorology and solar energy*, nos brinda información de la radiación solar en la Nueva Ciudad de Morococha, los datos que se necesitan para este programa son la longitud y latitud, tendremos el resumen del cuadro a continuación:

Latitud: -11.587

Longitud: -76.063



Gráfico 16. Ubicación de la Municipalidad Distrital de Morococha.

Fuente: Google Maps, 2017.

La Antigua Morococha al declararse en zona de peligro y no habitable, la Minera Chinalco realiza la construcción de todos los ambientes en la Nueva Ciudad de Morococha; por lo tanto, se puede observar en el gráfico 16 la distribución de los lotes, en el cual la Municipalidad Distrital de Morococha se encuentra al lado del parque principal, donde limita con el Centro Cívico y el auditorio, cabe mencionar que la municipalidad se encuentra en el centro de la ciudad prestando servicio a toda la población en sus diferentes áreas que requiere la ciudadanía al mando del alcalde Sr. Luis Rivelino Arias Herrera, en compañía de los gerentes y la parte operativa.

Tabla 14. Radiación solar mensual y anual de Morococha.

ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER		NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data			
Latitude -11.587 / Longitude -76.063 was chosen.					
	Unit	Climate data location			
Latitude	°N	-11.587			
Longitude	°E	-76.063			
Elevation	m	2557			
Heating design temperature	°C	6.04			
Cooling design temperature	°C	18.22			
Earth temperature amplitude	°C	13.75			
Frost days at site	day	0			
Month	Air temperature	Relative humidity	Daily solar radiation - horizontal	Atmospheric pressure	Wind speed
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s
January	13.8	80.0%	5.97	75.4	2.8
February	13.9	80.0%	5.99	75.4	2.6
March	14.1	78.2%	6.11	75.4	2.6
April	13.8	71.7%	5.80	75.4	2.8
May	12.8	63.6%	5.27	75.5	3.2
June	11.5	59.7%	4.69	75.5	3.8
July	11.2	53.1%	4.91	75.5	3.9
August	12.1	50.3%	5.44	75.5	3.7
September	13.3	52.9%	5.97	75.5	3.5
October	14.3	55.7%	6.34	75.4	3.1
November	14.4	61.5%	6.61	75.4	3.0
December	14.3	71.3%	6.39	75.3	2.9
Annual	13.3	64.8%	5.79	75.4	3.2
Measured at (m)					10.0

Fuente: *NASA Surface Meteorology and Solar Energy, 2017.*

Para la NASA de acuerdo a la base de datos la radiación solar promedio anual es de 5.79 Kw-h/m², lo cual es una información útil y confiable para el cálculo del sistema de paneles solares.

4.1.3. Cálculo de la potencia total

Primer piso

Edificación de tres niveles de material noble, con ascensor, cobertura de losa aligerada y policarbonato, con acabados de buena calidad, en buen estado de conservación. En este nivel funcionan los siguientes ambientes:

- ✓ Hall de ingreso
- ✓ Mesa de partes
- ✓ Archivos
- ✓ Omaped
- ✓ Oficina de Rentas y Electrificación
- ✓ Programa Vaso de Leche
- ✓ Demuna

Segundo piso

- ✓ Oficina OPI
- ✓ Logística
- ✓ Subgerencia de Obras
- ✓ Registro Civil
- ✓ Gerencia de Desarrollo Urbano
- ✓ Tesorería

Tercer piso

- ✓ Oficina Gerencia Municipal
- ✓ Oficina Alcaldía
- ✓ Contabilidad

- ✓ Asesoría Legal
- ✓ Sala Consistorial

En total son 18 ambientes los que están en funcionamiento en la Municipalidad Distrital de Morococha, cuentan con: luminarias, computadoras, impresoras y el ascensor que están instaladas uniformemente, siendo su máxima demanda de 3,586.00 watts para el tercer piso; a continuación, se realizarán los cálculos para el sistema solar fotovoltaico:

$$\text{Máxima demanda} = 3,586 \text{ watts}$$

Por tanto:

$$Et = \text{Máxima demanda} * h$$

Donde:

Et: consumo teórico

P efect: potencia del equipo

h: número de horas por cada día (h/día)

Consumo teórico diario por el total de la máxima demanda es lo siguiente:

Tabla 15. Consumo de energía por día para el tercer piso.

Descripción del equipo	Potencia (W)	Horas/día de funcionamiento	Consumo (W-h/día)
Luminaria	576	4	2304
Computadora	1720	8	13760
Impresora	800	4	3200
Televisor	90	1	90
Proyector	200	1	200
Cargador de celular	200	4	800
Total (energía consumida)			20,354.00

Fuente: Elaboración propia, 2016.

$$Et = 20,354.00 \frac{W.h}{\text{día}}$$

Ahora vamos a calcular el consumo energético real (E), para tener en cuenta las pérdidas que existen en todo circuito eléctrico:

$$E = \frac{Et}{R}$$

R es el rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \cdot \left(1 - \frac{K_a \cdot N}{P_d}\right)$$

Donde: [4]

K_b: coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador (0.005)

K_c: coeficiente de pérdidas en el inversor (0.005)

K_v: coeficiente de pérdidas en el panel solar (0.005)

K_a: coeficiente de autodescarga diario (0.005)

N: número de días autonomía de la instalación (2)

P_d: profundidad de descarga de la batería (0.5). [4]

$$R = ((1 - 0.005 - 0.005 - 0.005) \times (1 - \frac{0.005 \cdot 2}{0.5}))$$

$$R = 0.96$$

$$E = \frac{20,354.00 \text{ W.h/día}}{0.96}$$

$$E = 21,202.08 \frac{W.h}{\text{día}}$$

4.1.4. Dimensionamiento del panel fotovoltaico

Número de paneles fotovoltaicos de acuerdo a la siguiente fórmula:

HSD: número de horas de Sol por día.

$$Np = \frac{E}{(Wp \cdot HSD)}$$

$$Np = \frac{21,202.08}{(300 \times 5)}$$

$$Np = 14.1$$

Redondeando serían 14 paneles fotovoltaicos de 300 watts, para lo cual seleccionamos, de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante, el siguiente panel fotovoltaico.

Tabla 16. Datos técnicos del panel solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS DEL PANEL FOTOVOLTAICO	
Marca	Solarword
Potencia	300 watts
Modelo	Sunmodule Plus SW 300 MONO
Voltaje máximo	32.6 V
Corriente máxima	9.31 A
Corriente de corto circuito	9.38 A
Eficiencia	17.89 %
Grado de protección	IP65
Largo	1675 mm
Ancho	1001 mm
Peso	18 Kg
Temperatura de operación	-40°C A +80°C
Certificados	IEC 61730 - UL 1703
Garantía	25 años
Procedencia	Alemania

Fuente: www.Solarword.com, 2017.

Para la selección del panel solar se analizaron los beneficios y particularidades de los diferentes tipos, donde el panel fotovoltaico monocristalino tiene las siguientes características:

- Fabricados con silicio de alta pureza
- La eficiencia optima de 15% al 21%
- La vida útil del panel alcanza los 25 años
- Generan electricidad con poca luz solar

Para la instalación del sistema solar fotovoltaico en total son 14 paneles fotovoltaicos monocristalinos siendo un total de 23.47 m² dentro del techo de la Municipalidad Distrital de Morococha, el peso total es de 252 kilogramos, la estructura de la Municipalidad es de concreto armado el cual no tendría inconvenientes para su instalación.

- **Orientación de los paneles fotovoltaicos**

Un panel fotovoltaico monocristalino genera energía eléctrica ante la ausencia de la luz solar, quiere decir en días nublados también generará energía eléctrica, pero la orientación del panel fotovoltaico debe ser la correcta con la finalidad de aprovechar al máximo la radiación solar durante el año.

Como el Perú se encuentra en el hemisferio Sur el panel fotovoltaico debe estar orientado hacia el Norte.

- **Inclinación**

Los paneles fotovoltaicos trabajan a su máxima eficiencia cuando están orientados hacia el Sol, porque por cada latitud geográfica existe un ángulo de inclinación óptimo y adecuado para generar energía eléctrica durante el año,

para la ciudad de Morococha la latitud es 11.587 por lo tanto para el drenaje del agua por las lluvias el ángulo de inclinación es de 15°.

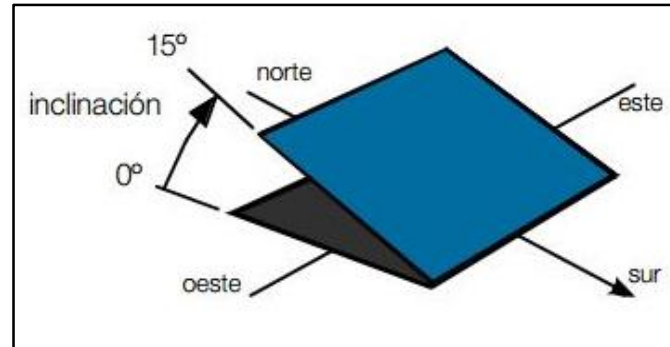


Gráfico 17. Orientación e inclinación para el panel fotovoltaico.

Fuente: Bejarano Bejarano, N., 2011.

4.1.5. Dimensionamiento del sistema de acumulación

Para el cálculo del acumulador solar se deben conocer los días de autonomía del sistema fotovoltaico que indica el tiempo que va a funcionar sin que haya luz solar, para el cálculo se tomará en cuenta dos días.

$$\begin{aligned} \text{Cap. total acumulador} \\ = \frac{(\text{N}^\circ \text{ días de autonomía} \times \text{Consumo de energía diario})}{\text{Voltaje nominal} \cdot (\text{Profundidad de descarga})} \end{aligned}$$

$$\text{Cap. total acumulador} = \frac{(2 \times 21,202.08)}{24 \times 0.8}$$

$$\text{Cap. total acumulador} = 2,208.55 \text{ Ah}$$

Con la capacidad del acumulador, calculamos la cantidad de batería solares que se van a requerir.

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = \frac{\text{Capacidad total del acumulador (Ah)}}{\text{Capacidad de acumulador (Ah)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = \frac{2,208.55 \text{ Ah}}{300 \text{ Ah}}$$

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = 7.3$$

En total son 7 acumuladores de descarga profunda de 80 % de 300 amperios-hora con tensión de salida 24 Vcc, en el cuadro observamos las características de esta batería solar.

Tabla 17. Datos técnicos de la batería solar.

DATOS TÉCNICOS DE LA BATERÍA FOTOVOLTAICO	
Marca	Ritar
Capacidad de acumulación	300 Ah
Modelo	OPzS2-300
Ciclo de vida	2200 ciclos
Voltaje de operación	24 Vcc
Profundidad de descarga	80 %
Peso	18.5 Kg
Vida útil	20 años
Temperatura de operación	-40°C A +70°C
Medida	522 x 240 x 223 mm
Mantenimiento de recarga	Cada 2 años

Fuente: www.ritarpower.com, 2017.

El sistema de almacenamiento consta de 7 baterías solares con un peso total de 129.5 kilogramos, los cuales estarán ubicados en la inferior del tablero del sistema solar fotovoltaico del tercer piso por ser libre y ventilado.

4.1.6. Dimensionamiento del regulador

Para dimensionar el regulador tenemos que conocer la corriente máxima que pasa por los conductores.

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

- **Batería - carga**

Potencia = 3,586.00 watts

Vbatería = 24 Vcc

$$I = \frac{3,586.00 W}{24 Vcc}$$

I = 149.42 Amperios

- **Panel – batería**

Wp = 4,200 watts

Batería de 24 Vcc

$$I = \frac{2,600 W}{24 Vcc}$$

I = 175 Amperios

Entonces el controlador para el sistema fotovoltaico debe tener una corriente de 200 amperios como máximo.

4.1.7. Dimensionamiento del inversor

Para elegir el inversor se toma en cuenta algunos datos que tienen la debida importancia.

El inversor debe contar con las siguientes características técnicas:

La potencia instalada para el tercer piso en la Municipalidad es de 3,586.00 watts.

- P máxima de 20.35 Kw diario en funcionamiento
- Voltaje de entrada 24 Vcc
- Voltaje de salida 220 Vca
- Frecuencia de 60 Hz

Para la selección del inversor tenemos en cuenta la potencia máxima por día en funcionamiento, lo cual es 20.35 Kw; para el sistema solar fotovoltaico se utilizarán 2 inversores con las características siguientes.

Tabla 18. Datos técnicos del inversor.

DATOS TÉCNICOS DEL INVERSOR	
Marca	MPPT solar
Potencia	10 Kw
Modelo	PIP5048HS <i>Inverter plus DC/AC</i>
Voltaje de entrada	48 Vcc
Voltaje de salida	230 Vca
Frecuencia	60 hz
Peso	27 Kg
Medida	455 x 295 x 194 mm

Fuente: www.mppSolar.com, 2017.

4.1.8. Dimensionamiento del cable eléctrico

Para el dimensionamiento del cable se tomarán en cuenta las pérdidas como: la caída de tensión y el efecto joule.

Para el cálculo de la resistencia del conductor:

$$R = \frac{(Va - Vb)}{I}$$

Donde:

Va – Vb: es la diferencia de potencial entre los puntos a y b

I: es la intensidad de corriente que atraviesa el conductor

La resistencia R de un conductor cualquiera es proporcional a su longitud L e inversamente proporcional al área de su sección transversal:

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot S}$$

Donde:

R: resistencia en metros

L: longitud en metros

S: sección del conductor en mm

σ : resistividad del material del conductor

Igualando las dos fórmulas, despejaremos S entonces:

$$\frac{(Va - Vb)}{I} = \frac{L}{\sigma S}$$

$$S = \frac{LI}{\sigma(Va - Vb)}$$

La resistividad para un conductor de cobre es:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\sigma = \frac{1}{0.01786} = 56$$

Sustituyendo este valor se obtiene:

$$S = \frac{L \times I}{56(Va - Vb)}$$

Donde:

S = sección en mm²

L = longitud en metros hasta el receptor

I = intensidad en amperios

Va-Vb = caída de tensión

Los componentes del panel solar se encuentran separadas de la siguiente distancia:

- Longitud entre panel – regulador: 10 m
- Longitud entre regulador – batería: 0.5 m
- Longitud entre batería – inversor: 0.5 m
- Longitud entre inversor – luminaria: 14 m

La corriente máxima que circulará por los conductores es la corriente de cortocircuito (Isc), del panel solar que según los catálogos es Isc es de 9.83 amperios.

$$S = \frac{2 \times L \times I}{56(Va - Vb)}$$

Donde (Va-Vb) se determina:

$$(Va - Vb) = (24V_{cc}) \times (3\%) = 0,72$$

$$S = \frac{(2)(10)(9.83)}{56(0,72)} = 4,88 \text{ mm}^2$$

$$4,88 \text{ mm}^2 = \frac{\pi \times \Phi^2}{4}$$

Donde el diámetro Φ es 2.49 mm

De acuerdo al diámetro el cable eléctrico seleccionado de la tabla es un conductor #10 AWG o 6 mm².

Análisis de energía producida por cada mes de acuerdo a la radiación solar de Morococha, área y eficiencia del panel seleccionado.

Al obtener los resultados de los cálculos matemáticos y la radiación solar con el solarímetro, Atlas Solar del Perú y la *NASA Surface Meteorology and Solar Energy* se modeló con el programa Excel para analizar cómo se comporta nuestro sistema solar fotovoltaico.

Tabla 19. Proyección del sistema solar con los resultados obtenidos.

Mes / Año	Rad. Solar Kw-h/m ² - día	Horas Sol día	Pot. teórica W/m ²	Energía teórica diaria	Efic. del panel	Área panel m ²	Energía W-h/m ² - día	Pot. real panel W/m ²
julio 2017	4.83	5	966.00	4830.00	17.89%	1.67	1443.02	481.97
jun. 2017	4.71	5	942.00	4710.00	17.89%	1.67	1407.17	470.00
may. 2017	4.44	5	888.00	4440.00	17.89%	1.67	1326.50	443.05
abril 2017	4.26	5	852.00	4260.00	17.89%	1.67	1272.73	425.09
mar. 2017	4.72	5	944.00	4720.00	17.89%	1.67	1410.16	470.99
febr. 2017	4.54	5	908.00	4540.00	17.89%	1.67	1356.38	453.03
en. 2017	4.68	5	936.00	4680.00	17.89%	1.67	1398.21	467.00
dic. 2016	4.25	5	850.00	4250.00	17.89%	1.67	1269.74	424.09
nov. 2016	4.84	5	968.00	4840.00	17.89%	1.67	1446.01	482.97
oct. 2016	4.72	5	944.00	4720.00	17.89%	1.67	1410.16	470.99
set. 2016	4.43	5	886.00	4430.00	17.89%	1.67	1323.52	442.06
ag. 2016	4.26	5	852.00	4260.00	17.89%	1.67	1272.73	425.09
julio 2016	4.73	5	946.00	4730.00	17.89%	1.67	1413.14	471.99
jun. 2016	4.53	5	906.00	4530.00	17.89%	1.67	1353.39	452.03
may. 2016	4.67	5	934.00	4670.00	17.89%	1.67	1395.22	466.00
abril 2016	4.82	5	964.00	4820.00	17.89%	1.67	1440.03	480.97
mar. 2016	4.84	5	968.00	4840.00	17.89%	1.67	1446.01	482.97
febr. 2016	4.72	5	944.00	4720.00	17.89%	1.67	1410.16	470.99
en. 2016	4.46	5	892.00	4460.00	17.89%	1.67	1332.48	445.05
dic. 2015	4.36	5	872.00	4360.00	17.89%	1.67	1302.60	435.07
nov.2015	4.74	5	948.00	4740.00	17.89%	1.67	1416.13	472.99

oct. 2015	4.57	5	914.00	4570.00	17.89%	1.67	1365.34	456.03
set. 2015	4.68	5	936.00	4680.00	17.89%	1.67	1398.21	467.00
ag. 2015	4.75	5	950.00	4750.00	17.89%	1.67	1419.12	473.99
julio 2015	4.83	5	966.00	4830.00	17.89%	1.67	1443.02	481.97
jun. 2015	4.71	5	942.00	4710.00	17.89%	1.67	1407.17	470.00
may. 2015	4.44	5	888.00	4440.00	17.89%	1.67	1326.50	443.05
abril 2015	4.48	5	896.00	4480.00	17.89%	1.67	1338.45	447.05
mar. 2015	4.73	5	946.00	4730.00	17.89%	1.67	1413.14	471.99
febr. 2015	4.57	5	914.00	4570.00	17.89%	1.67	1365.34	456.03
en. 2015	4.68	5	936.00	4680.00	17.89%	1.67	1398.21	467.00
dic. 2014	4.77	5	954.00	4770.00	17.89%	1.67	1425.09	475.98
nov. 2014	4.87	5	974.00	4870.00	17.89%	1.67	1454.97	485.96
oct. 2014	4.72	5	944.00	4720.00	17.89%	1.67	1410.16	470.99
set. 2014	4.43	5	886.00	4430.00	17.89%	1.67	1323.52	442.06
ag. 2014	4.26	5	852.00	4260.00	17.89%	1.67	1272.73	425.09

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la tabla 19 se analizó con el promedio más bajo que registró el solarímetro que se consigna en el mes de diciembre 2016 que se registró 4.25 Kw-h/m², entonces la potencia real del panel solar fotovoltaico es de 424.09 W/m², este resultado nos indicará el nivel de potencia eléctrica generada, conociendo que la radiación solar encontrada en las mediciones es de 1000 W/m² que podemos observar en el siguiente detalle.

Tabla 20. Potencia eléctrica generada por el sistema solar.

NIVEL DE POTENCIA GENERADA	
NIVEL	POTENCIA REAL W/m²
Alto	1000
	668
Medio	667
	334
Bajo	333
	0

Fuente: Atlas Solar del Perú, 2003.

En la tabla 20 se puede concluir que la potencia real del panel solar fotovoltaico que es 424.09 W/m² y está dentro del nivel medio que nos muestra para los datos de la hipótesis planteada.

Tabla 21. Dimensionamiento del sistema de captación.

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN (generador solar)		
Potencia nominal del panel seleccionado	300	watts
Potencia de captación del panel seleccionado	424.09	watts
Número de paneles	14.00	paneles
Potencia de captación	5.94	Kw
Número de horas de Sol por día	5.00	horas

Fuente: elaboración propia, 2017.

En esta tabla 21 se puede observar que la potencia total de captación por los paneles solares fotovoltaicos es de 5.94 Kw.

Tabla 22. Resumen del sistema solar fotovoltaico.

Energía total demandada	21.202	Kw-h/día
Número total de paneles	14.00	paneles
Potencia de captación	5.94	Kw
Eficiencia del sistema	0.18	%
Capacidad de la batería	300	Ah
Profundidad de descarga de baterías	80	%
Capacidad del sistema de acumulación	2,208.55	Ah
Número de total de baterías	7	unid.

Fuente: elaboración propia, 2017.

4.1.9. Cálculo del consumo real utilizando un panel solar fotovoltaico

Se implementó este sistema solar como piloto para realizar el seguimiento y comportamiento del panel solar y la radiación solar

en la Nueva Ciudad de Morococha, para que de este modo se puedan obtener resultados confiables.

Potencia a utilizar 200 watts

Tiempo de uso 4 horas

Energía solar disponible 5 HPS (horas pico solar)

$$Et = P \times H$$

Et: consumo teórico

P: potencia de luminaria

H: número de horas de funcionamiento

$$Et = 200 \text{ watts} * \frac{4 \text{ horas}}{\text{día}}$$

$$Et = 800 \frac{W \cdot h}{\text{día}}$$

Para el consumo real tenemos que conocer R que es el parámetro.

$$R = (1 - Kb - Kc - Kv) \cdot \left(1 - \frac{Ka \cdot N}{Pd}\right)$$

Donde:

Kb = 0.005 por que en este caso el sistema no está sometido a descargas intensas.

Kc = 0.005 se usa un inversor DC/AC senoidal.

Kv = 0.005 debido a que el sistema es simple y no cuenta con otras pérdidas.

$K_a = 0.005$ para baterías estacionarias usadas comúnmente en los sistemas fotovoltaicos.

$N = 2$ por ser un sistema aislado con poco consumo.

$P_d = 0.5$ para baterías de descarga profunda.

$$R = ((1 - 0.005 - 0.005 - 0.005) \times (1 - \frac{0.005 \cdot 2}{0.5})) = \mathbf{0.96}$$

$$E = \frac{800 \text{ W.h/día}}{0.96}$$

$$E = 833.33 \frac{\text{W.h}}{\text{día}}$$

4.1.10. Dimensionamiento del panel fotovoltaico

$$N_p = \frac{E}{(W_p \cdot \text{HPS})}$$

$$N_p = \frac{833.33}{(200 \times 5)}$$

$$N_p = 0.83$$

$N_p \approx 1$ Paneles fotovoltaicos de 200 watts.

4.1.11. Dimensionamiento del acumulador

$$\text{Cap. total acumulador} = \frac{(2 \times 833.33)}{24 \times 0.8}$$

$$\text{Cap. total acumulador} = 86.81 \text{ Ah.}$$

Tenemos la capacidad de la batería solar, ahora calcularemos la cantidad de baterías para nuestro sistema solar fotovoltaico.

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = \frac{\text{Capacidad total del acumulador (Ah)}}{\text{Capacidad de acumulador (Ah)}}$$

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = \frac{86.81 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}}$$

$$N^{\circ} \text{ de acumuladores} = 0.86$$

Un acumulador de descarga profunda de 80 % de 100 amperios-hora con tensión de salida 24 Vcc.

4.1.12. Dimensionamiento del regulador de carga

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

- **Batería - carga**

Potencia instalada = 200 watts

Vbatería = 24 Vcc

$$I = \frac{200 \text{ W}}{24 \text{ Vcc}}$$

$$I = 8.33 \text{ Amperios}$$

- **Panel – batería**

$W_p = 200 \text{ watts}$

Batería de 24 Vcc

$$I = \frac{200 \text{ W}}{24 \text{ Vcc}}$$

$I = 8.33 \text{ Amperios}$

4.1.13. Dimensionamiento del inversor

Características que debe tener el inversor:

- P máxima de 800 watts en 4 horas de funcionamiento
- Voltaje de entrada 24 Vcc
- Voltaje de salida 220 Vca
- Frecuencia de 60 Hz

La toma de datos que se mostrarán en el cuadro siguiente será durante todo el año que se cosechó la energía eléctrica generada por el panel fotovoltaico.

Tabla 23. Generación eléctrica con panel de 200 watts.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA			
Mes / Año	Radiación solar Kw-h/m²	Potencia teórica W/m²	Potencia cosechada W/m²
junio – 2017	4.73	946	329
mayo – 2017	4.68	936	326
abril – 2017	4.54	908	316
marzo – 2017	4.72	944	329
febrero – 2017	4.25	850	296
enero – 2017	4.44	888	309
diciembre – 2016	4.71	942	328
noviembre – 2016	4.83	966	336
octubre – 2016	4.73	946	329
setiembre – 2016	4.68	936	326
agosto – 2016	4.54	908	316

julio – 2016	4.72	944	329
junio – 2016	4.73	946	329
mayo – 2016	4.68	936	326
abril – 2016	4.54	908	316
marzo – 2016	4.72	944	329
febrero – 2016	4.25	850	296
enero – 2016	4.44	888	309
diciembre – 2015	4.71	942	328
noviembre – 2015	4.83	966	336
octubre – 2015	4.73	946	329
setiembre – 2015	4.68	936	326
agosto – 2015	4.54	908	316
julio – 2015	4.72	944	329
junio – 2015	4.73	946	329
mayo – 2015	4.68	936	326
abril – 2015	4.54	908	316
marzo – 2015	4.72	944	329
febrero – 2015	4.25	850	296
enero – 2015	4.44	888	309
diciembre – 2014	4.71	942	328
noviembre – 2014	4.83	966	336
octubre – 2014	4.73	946	329
setiembre – 2014	4.68	936	326
agosto – 2014	4.54	908	316
julio – 2014	4.72	944	329

Fuente: elaboración propia, 2016.

Por la cantidad de paneles solares según cálculo es lo correcto, pero a modo de observación se hacen los análisis con 1 panel solar de 200 watts, que es exclusivo para el análisis y comportamiento, donde la energía cosechada por este panel fotovoltaico cubre con las expectativas para minimizar el costo en la facturación por parte de la concesionaria Electrocentro S.A.

4.1.14. Análisis económico de los paneles fotovoltaicos

a. Generalidades

Para el análisis de la instalación del sistema de panel fotovoltaico es muy importante tener los datos de los cálculos realizados, para tener cantidades exactas de los componentes del sistema fotovoltaico, en este caso la Municipalidad Distrital de Morococha tendrá que solicitar un presupuesto que le asigne el Ministerio de Economía y Finanzas, para adquirir este sistema ya mencionado. Se realizarán los cálculos matemáticos para estimar el tiempo de recuperación del capital y cuánto es el beneficio de instalar este sistema solar fotovoltaico.

b. Costo y presupuesto

Se realiza el análisis a partir de las cantidades obtenidas, también se eligieron las marcas de todo el sistema solar fotovoltaico.

Tabla 24. Costo total del sistema solar fotovoltaico.

PRESUPUESTO					
N°	DENOMINACIÓN	MARCA	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	Panel mono 300 watts	Solarworld	14	1,061.06	14,854.84
2	Baterías 300 Ah/24V secas	Ritar	7	983.65	6,885.55
3	Inversor onda pura 24Vcd a 230 Vca, 60 Hz 4 Kw	Mpp Solar	2	4,022.38	8,044.76
4	Tablero de distribución 1x0.64x0.21m	Nacional	1	253.00	253.00
5	Tubería PVC-SAP eléctrica de 3/4"	Pavco	6	3.27	19.62
6	Plancha metálica de 1.20 X 2.40 m x 0.90 mm	Siderperú	1	48.00	48.00
7	Perno de F°G° DE 1/4" x 1½" INCL T/C	Nacional	100	0.26	26.00

8	Ángulo de fierro 1" x 1" x 2.0 6m	AA	1	13.00	13.00
9	Ángulo de fierro 1 1/4" x 1 1/4" x 2.0 6m	AA	3	19.00	57.00
10	Cable THW 6 mm ² (m)	Indeco	60	3.20	192.00
11	Mano de obra (días)	Glb	5	1,090.00	5,450.00
12	Mantenimiento cada 2 años	Glb	10	500.00	5,000.00
13	Transporte de materiales	Glb	1	300.00	300.00
14	Kit de limpieza	Glb	1	800.00	800.00
TOTAL					S/. 41,943.77

Fuente: elaboración propia, 2017.

Para el mantenimiento de los paneles solares se utilizaron el *Shiny Solar* que es para quitar el polvo, grasa y otros agentes químicos que puede limitar la eficiencia del panel.

Tabla 25. Costo de un panel solar fotovoltaico existente.

PRESUPUESTO PARA 1 PANEL FOTOVOLTAICO					
ITEM	DENOMINACIÓN	MARCA	CANT.	PRECIO UNIT	TOTAL
1	Panel policristalino 200 watts	Siemens Solar	1	424.14	424.14
2	Baterías 100 Ah/24Vcc secas	Ritar	1	405.03	405.03
3	Inversor cargador onda pura 24Vcc a 230 Vca, 800w 16 A.	Multiplus	1	413.84	413.84
4	Regulador máx. 10 Amp Victron	BlueSolar	1	119.89	119.89
5	Tablero de control	Nacional	1	60.00	60.00
TOTAL					S/. 1,422.90

Fuente: elaboración propia, 2015.

4.1.16. Análisis del consumo y la generación con paneles solares

Contabilizando los equipos eléctricos, la potencia instalada total de la Municipalidad Distrital de Morococha es de 29.88 Kw, ahora conociendo la potencia instalada del tercer piso es de 3,586 watts, calculamos las horas de funcionamiento para el tercer piso siendo 20.36 Kw-h/día.

Tabla 26. Diferencia de energía consumida y energía generada.

ENERGÍA CONSUMIDA ANUAL Y ENERGÍA GENERADA				
Año 2016/mes	CONSUMO MENSUAL Kw-h	IMPORTE MENSUAL S/.	CONSUMO MENSUAL CON PANELES Kw-h	IMPORTE MENSUAL S/.
junio	2024.00	2536.20	641.15	803.40
mayo	2328.00	2536.80	641.15	698.66
abril	2664.00	2950.80	641.15	710.18
marzo	2972.00	2896.20	641.15	624.80
febrero	2420.00	2888.10	641.15	765.17
enero	2632.00	2937.80	641.15	715.64
dic.	2588.00	2936.90	641.15	727.59
nov.	2444.00	2940.90	641.15	771.51
octubre	2716.00	2972.00	641.15	701.58
set.	2820.00	3099.70	641.15	704.74
agosto	2832.00	2973.30	641.15	673.14
julio	2632.00	2937.80	641.15	715.64
		S/. 34,606.50		S/. 8,612.05

Fuente: elaboración propia, 2016.

En esta tabla deducimos que 20.35 Kw-h/día es el consumo del tercer piso por un día, ahora multiplicando por 30 días más un 5 % sería el consumo de 641.15 Kw-h; por regla de tres simple calculamos en Soles; asimismo, el pago total de consumo de energía eléctrica a la concesionaria de Electrocentro el año 2016 fue la suma de S/. 34,606.50 Nuevos Soles, entonces para reducir los costos se implementó el sistema solar fotovoltaico donde se contabilizó el ahorro de S/. 8,612.05 Nuevos Soles por todo un año.

4.1.17. VALOR NETO ACTUAL VAN

En la tabla 26 se determina el monto mensual y por año de cuánto será la reducción en la facturación por la concesionaria de Electrocentro, siendo la suma de S/. 8,612.05 Nuevos Soles, el costo total del sistema solar fotovoltaico, instalación y mantenimiento por los 20 años es S/. 41,943.77 Nuevos Soles.

Tabla 27. Flujo neto efectivo proyectado.

DETALLE	PERÍODO						
	0	1	2	3	4	5	20
Flujo neto proyectado	-	8612.0	8612.0	8612.0	8612.0	8612.0	8612.0

Fuente: elaboración propia, 2017.

La fórmula para hallar el valor neto actual y determinar si es viable esta tesis, con los resultados ya obtenidos en el proceso de los cálculos matemáticos y dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico.

$$VAN = -Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Tabla 28. Cálculo del valor neto actual VAN.

AÑOS	FLUJO NETO EFECTIVO S/.	(1+i)^	FNE(1+)^
0	-41943.75		-41943.75
1	8612.05	1.15	7521.44
2	8612.05	1.31	6568.94
3	8612.05	1.50	5737.07
4	8612.05	1.72	5010.54
5	8612.05	1.97	4376.02
6	8612.05	2.25	3821.85
7	8612.05	2.58	3337.86
8	8612.05	2.95	2915.16
9	8612.05	3.38	2545.99

10	8612.05	3.87	2223.57
11	8612.05	4.43	1941.99
12	8612.05	5.08	1696.06
13	8612.05	5.81	1481.27
14	8612.05	6.66	1293.69
15	8612.05	7.62	1129.86
16	8612.05	8.73	986.78
17	8612.05	9.99	861.81
18	8612.05	11.44	752.68
19	8612.05	13.10	657.36
20	8612.05	15.00	574.11
			S/. 13490.30

VAN	S/. 13,490.30
------------	----------------------

Fuente: elaboración propia, 2017.

Con este resultado la tesis es rentable por ser mayor a cero lo cual quiere decir que los cálculos para el dimensionamiento y costos están dentro de los parámetros y que fueron procesados con el programa Excel.

4.1.18. TASA INTERNA DE RETORNO TIR

Tabla 29. Cálculo de la tasa interna de retorno TIR.

TASA INTERNA DE RETORNO	
TASA DE DESCUENTO 14.5 %	VAN
0 %	S/. 130,297.25
5 %	S/. 65,381.43
10 %	S/. 31,375.49
15 %	S/. 11,961.93
20 %	S/. -6.69
25 %	S/. -7,892.71
30 %	S/. -13,387.97
35 %	S/. -17,398.76
40 %	S/. -20,439.36
45 %	S/. -22,817.20
50 %	S/. -24,724.83

55 %	S/. -26,287.92
60 %	S/. -27,591.52
65 %	S/. -28,695.03
70 %	S/. -29,641.12
75 %	S/. -30,461.17
80 %	S/. -31,178.77
85 %	S/. -31,811.97
90 %	S/. -32,374.83
95 %	S/. -32,878.45
100 %	S/. -33,331.71

TIR	20%
------------	------------

Fuente: elaboración propia, 2017.

La tasa interna de retorno da como resultado 20 %; por lo tanto, es menor a la tasa de descuento del Banco Central del Perú que es 14.5 % anual, esto significa que el interés equivalente sobre el capital generado por el proyecto es superior al interés mínimo aceptable del capital bancario en este caso el proyecto es aceptable.

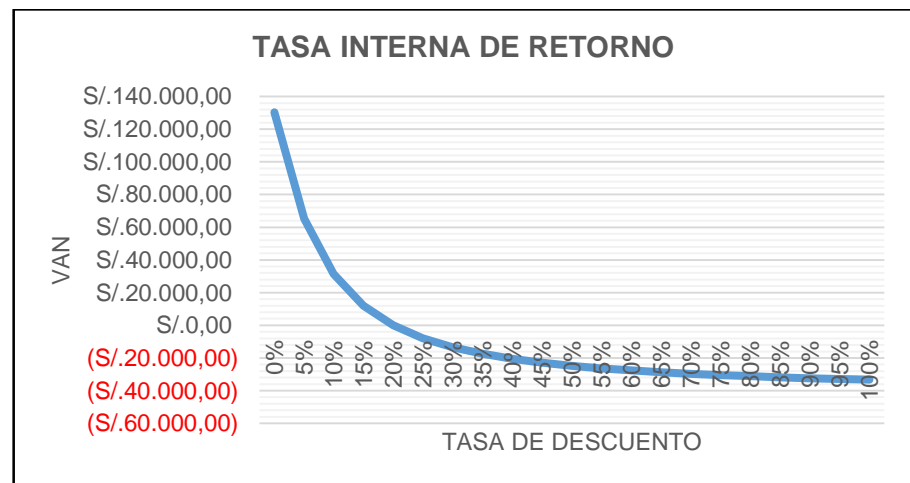


Gráfico 18. Comportamiento del valor neto actual y tasa interna de retorno.

Fuente: elaboración propia, 2017.

Ahora, para saber el periodo de recuperación lo calculamos con el método del *Payback*, en cuantos años recupera lo invertido, pero sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo, con este método resulta recuperar el capital en 4.87 años.

4.1.19. BENEFICIO COSTO B/C

Tabla 30. Cálculo del beneficio – costo.

\sum Flujos descontados	S/. 55,434.05
\sum Inversión en valor absoluto	S/. 41,943.75
VAN	S/. 13,490.30
B/C	1.32

Fuente: elaboración propia, 2017.

Para el cálculo de beneficio – costo, se tomó en cuenta solo el ingreso en 20 años, por lo que con el programa Excel resulta que es 1.32 mayor a la unidad, quiere decir que la tesis es aconsejable porque existe una rentabilidad.

4.1.20. Esquema eléctrico del sistema solar fotovoltaico

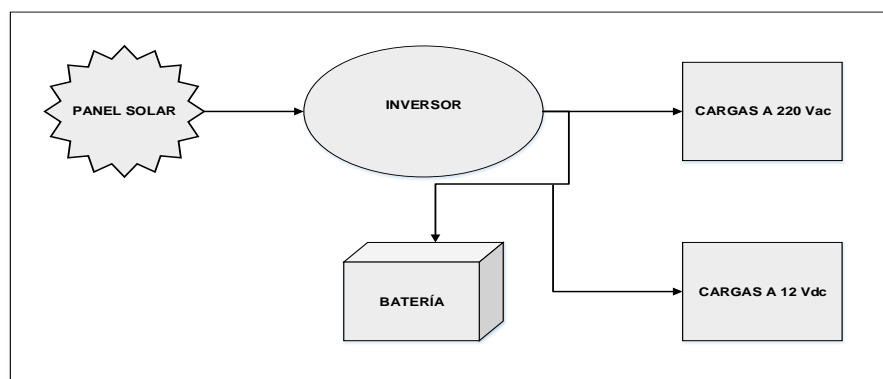


Gráfico 19. Diagrama de bloques del sistema solar fotovoltaico.

Fuente: elaboración propia, 2017.

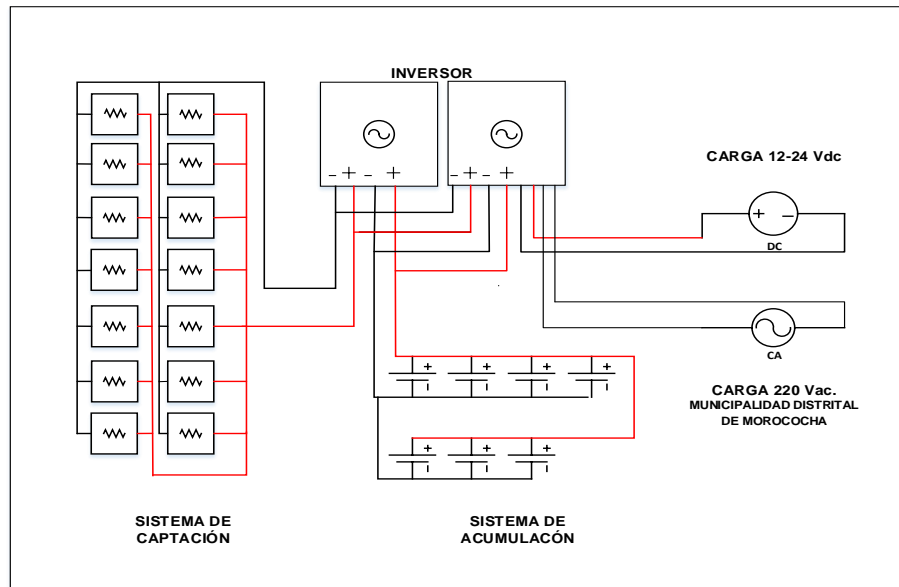


Gráfico 20. Esquema de conexión del sistema solar fotovoltaico.

Fuente: elaboración propia, 2017.

Todas las conexiones en sistema solar fotovoltaico se realizarán en paralelo para aumentar la corriente de operación, respetando la polaridad; inclusive, primero se conectarán aguas abajo para no saturar ningún componente de este sistema solar fotovoltaico, se realizó este esquema con el programa Visio Professional. También, se puede observar en el anexo 16 el plano de conexión y distribución del sistema solar fotovoltaico.

4.1.21. Evaluación de resultados

a. Radiación solar en los paneles fotovoltaicos

La radiación solar promedio en hora pico solar para el cálculo se tomó en cuenta de acuerdo al Atlas Solar del Perú, NASA y del solarímetro por la ubicación de la Nueva Morococha un promedio de 5.13 KW-h/m² con un panel solar fotovoltaico de 300 watts.

b. Comportamiento del sistema solar fotovoltaico

Con el software *Macromedia Flash* se modeló el comportamiento de los 14 paneles de 300 watts, realizando los cálculos matemáticos respectivos, obteniendo los resultados óptimos.



Gráfico 21. Modelamiento del sistema solar fotovoltaico.

Fuente: elaboración propia, 2017.

c. Costo actual y proyección del sistema solar fotovoltaico

Los costos de estos paneles solares fotovoltaicos de acuerdo a las marcas seleccionadas e instalación, limpieza, mantenimiento preventivo del sistema solar fotovoltaico llegan a la suma de S/. 41,943.77 Nuevos Soles. Se puede ver en el anexo 9 y 10 elaborado con el programa Costos y Presupuesto S10.

La garantía del sistema solar fotovoltaico es de 1 año, para la limpieza se realizará cada 30 días por el personal técnico electricista de la Municipalidad Distrital de Morococha, el mantenimiento mensual y recarga de las baterías solares serán cada 2 años a cargo de un técnico especialista en sistemas solares fotovoltaicos.

- Para calcular el nivel de reducción por consumo de energía eléctrica en Nuevos Soles en la Municipalidad Distrital de Morococha es de S/. 34,606.50 Nuevos Soles por todo un año; y generando energía eléctrica con el sistema de energía solar fotovoltaico es de S/. 8,612.05 Nuevos Soles, para determinar en porcentaje utilizamos la regla de tres simple:

$$S/. 34,606.50 \text{ --- } 100\%$$

$$S/. 8,612.05 \text{ --- } X$$

$$X = 24.88 \%$$

Tabla 31. Nivel de reducción en la facturación de energía eléctrica.

NIVEL DE REDUCCIÓN	
NIVEL	PORCENTAJE %
Alto	100
	68
Medio	67
	34
Bajo	33
	0

Fuente: elaboración propia, 2017.

El nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo en un 24.88%.

d. Ahorro para la Municipalidad Distrital de Morococha en 20 años

Los paneles fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años de acuerdo al fabricante, pero para tener un grado de confianza para el cálculo matemático siguiente será de 20 años,

entonces la recuperación del monto invertido es de 4.87 años, esto quiere decir que 15.13 años tenemos para reducir el costo por facturación.

- Años en recuperar lo invertido: 4.87 años
- Años de vida útil de los paneles fotovoltaicos: 20 años
- Años de generación con los paneles fotovoltaicos: 15.13 años
- Generación con paneles en Nuevos Soles por año: S/. 8,612.05
- Monto total durante los años de ganancia generado con los paneles fotovoltaicos: S/. 130,300.32 Nuevos Soles.

e. Tiempo de instalación del sistema solar fotovoltaico

El tiempo de duración para la implementación del sistema solar fotovoltaico se proyectó para 5 días con la elaboración del programa *Project Professional*, teniendo en cuenta la verificación de los planos de conexión, montaje y pruebas de funcionamiento donde se puede observar a más detalle en el anexo 8.

4.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis general

Hipótesis estadística

“La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico no reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017”.

Hipótesis de investigación

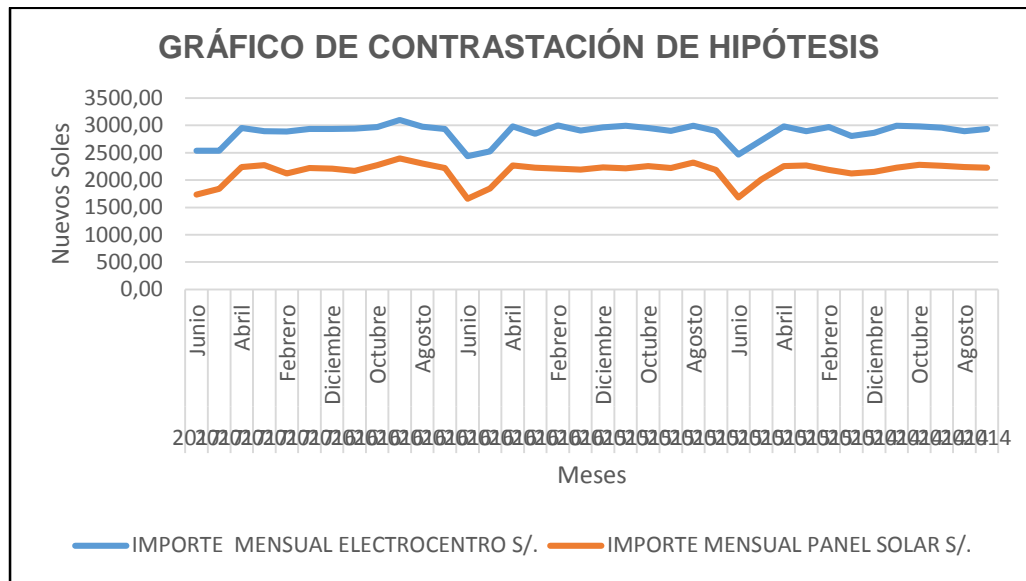
“La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017”.

Tabla 32. Costos de pre y postobservación

COSTOS DEL PRE - POSTOBSERVACIÓN			
AÑO	MES	IMPORTE MENSUAL ELECTROCENTRO S/.	IMPORTE MENSUAL PANEL SOLAR S/.
2017	junio	2536.20	1732.80
2017	mayo	2536.80	1838.14
2017	abril	2950.80	2240.62
2017	marzo	2896.20	2271.40
2017	febrero	2888.10	2122.93
2017	enero	2937.80	2222.16
2016	diciembre	2936.90	2209.31
2016	noviembre	2940.90	2169.39
2016	octubre	2972.00	2270.42
2016	setiembre	3099.70	2394.96
2016	agosto	2973.30	2300.16
2016	julio	2937.80	2222.16
2016	junio	2436.20	1660.64
2016	mayo	2522.80	1845.46
2016	abril	2980.80	2266.09
2016	marzo	2846.20	2228.03
2016	febrero	2998.10	2208.68
2016	enero	2907.80	2191.30
2015	diciembre	2966.90	2234.71
2015	noviembre	2990.90	2215.79
2015	octubre	2952.00	2253.59
2015	setiembre	2899.70	2218.69
2015	agosto	2993.30	2320.38
2015	julio	2897.80	2186.50
2015	junio	2466.20	1681.09
2015	mayo	2722.80	2012.58
2015	abril	2980.80	2257.98
2015	marzo	2896.20	2269.29
2015	febrero	2968.10	2184.97
2015	enero	2807.80	2121.22
2014	diciembre	2866.90	2148.32
2014	noviembre	2995.90	2225.72
2014	octubre	2982.00	2281.67
2014	setiembre	2959.70	2263.33
2014	agosto	2893.30	2238.27
2014	julio	2937.80	2224.87
		S/. 103,476.50	S/. 77,733.62

Fuente: elaboración propia, 2017.

Gráfico 22. Gráfico de contrastación de hipótesis



Fuente: elaboración propia, 2017.

Tabla 33. Contrastación de hipótesis por *T-Student*.

Prueba T para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	Variable 2
	2536.2	1732.8
Media	2884.008571	2171.452
Varianza	24823.46198	27837.00757
Observaciones	36	36
Coeficiente de correlación de Pearson	0.963219462	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	34	
Estadístico T	93.79448462	
P(T<=t) una cola	0.0000	
Valor crítico de t (una cola)	1.690924255	
P(T<=t) dos colas	0.0000	
Valor crítico de t (dos colas)	2.032244509	

Fuente: elaboración propia, 2017.

Decisión estadística

Se concluye que la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, porque la probabilidad de resultado es menor al 5% (nivel de significancia), según tabla 33 – Contrastación de hipótesis por *T-Student*.

Hipótesis específica 1

Decisión estadística

Se concluye que la radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017, en relación al Atlas Solar del Perú, cálculo del solarímetro y de la NASA en 5.13 Kw-h/m².

Hipótesis específica 2

Decisión estadística

Se concluye que el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es medio, en un 424.09 W/m² según la tabla 19 – Proyección del sistema solar con los resultados obtenidos.

Hipótesis específica 3

Decisión estadística

Se concluye que el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo en un 24.88 % al año.

4.3. **Discusión de resultados**

En la tesis: “Implementación del sistema de energía solar fotovoltaico y facturación por consumo de energía en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli - Junín”, se trazó como objetivo general: determinar de qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica; y los específicos: determinar en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017, identificar el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, y determinar el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017; a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, respecto a la hipótesis general se afirma que la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, porque la probabilidad de resultado es menor al 5 % (nivel de significancia), según tabla 33 – Contrastación de hipótesis por *T-Student*, así mismo, se observa la aceptación de las hipótesis específicas de la investigación.

Se entiende por radiación solar al grupo de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol, que actúa prácticamente como un elemento negro que expulsa energía siguiendo la Ley de Planck a una temperatura de unos 6000 °K. La radiación solar se reparte desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

No en toda su capacidad la radiación solar alcanza la superficie de la Tierra, esto se debe que las ondas ultravioletas más pequeñas, son retenidas por los gases de la atmósfera esencial por la capa de ozono.

La unidad de medida para la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, arribando en la superficie de la Tierra, siendo la unidad

[W/m²] [5], dicha teoría guarda una estrecha relación con la conclusión del estudio en que la radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017, en relación al cálculo del solarímetro, Atlas Solar del Perú y de la NASA en 5.13 Kw-h/m²; así como, en la tesis: *“Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo”*, concluye que al estudiar la energía solar, llega en grandes cantidades y no se están aprovechando de estos rayos solares para mitigar los problemas ambientales que se vive en la actualidad y en todo el mundo emitiendo CO₂; además, dañando la capa de ozono donde se filtran los rayos UV. Además, Ecuador se encuentra en la línea ecuatorial donde la radiación solar es mayor por lo tanto son beneficiados para generar este tipo de energía eléctrica donde es gratuita, limpia y sostenible [3]; y en la tesis: *“Implementación de un Panel Solar Móvil Automatizado para la Generación de Energía Limpia”*, afirma que el sistema implementado pueda tener un alto desempeño en un lugar geográfico que sea óptimo para transformar la energía eléctrica y se pueda aprovechar el Sol al máximo evitando que no existan obstrucciones cuando es implementado este sistema solar, buscando que este sistema sea eficiente y aprovechar esta energía al máximo porque es renovable e inagotable [4].

El sistema fotovoltaico domiciliario, produce energía eléctrica directamente de la radiación solar. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico se origina en el momento que el material silicio o material semiconductor absorbe parte de los fotones del Sol, esto quiere decir que en el interior de la celda se encuentra un electrón, generando así una corriente eléctrica porque estos ya están conectados entre sí mediante una bornera de conexión [5], en referencia a ello en la Municipalidad Distrital de Morococha la potencia eléctrica generada por

los paneles fotovoltaicos es medio, debido al promedio de 424.09 W/m^2 según la tabla 19; además dicha conclusión se sustenta en la Tesis: *“Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo”*, en la cual tomaron en cuenta la latitud para una inclinación óptima para el correcto funcionamiento del panel solar y no exista inconvenientes al momento de la captación de los rayos solares [3].

Finalmente, se concluye que el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo en un 24.88%, que guarda una estrecha relación con la tesis: *“Implementación del Sistema Electrónico de Energía Solar para Saga Falabella, Open Plaza”*, en donde afirma la reducción en la facturación mensual del consumo eléctrico en 50% por el uso de estos sistema solares [7].

CONCLUSIONES

- Se concluye que al implementar el sistema de energía solar fotovoltaico se reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, porque la probabilidad de resultado es menor al 5% (nivel de significancia), según tabla 33 – contrastación de hipótesis por *T-Student*.
- Se concluye que la radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017, en relación al cálculo del solarímetro, Atlas Solar del Perú y de la NASA en 5.13 Kw-h/m².
- Se concluye que el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es medio, en un 424.09 W/m² según la tabla 19.
- Se concluye que el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo en un 24.88 %.

RECOMENDACIONES

- Implementar este sistema de energía solar fotovoltaico, porque reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín.
- Aprovechar la radiación solar que existe en el distrito de Morococha, porque incide significativamente en los paneles fotovoltaicos.
- Utilizar la potencia y marca seleccionada del sistema de energía solar fotovoltaico para generar la potencia eléctrica, ya que se encuentra en el nivel medio y así aprovechar al máximo la potencia del panel.
- Este sistema de energía solar fotovoltaico reduce en un nivel bajo; por lo tanto, en la proporción de ahorro dentro de los 20 años es recomendable y viable implementar este sistema de energía solar fotovoltaico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALIAGA BAUTISTA, R., Tesis: *“Optimización de Costos en la Facturación Eléctrica Aplicados a la Pequeña y Micro Empresa Basados en una Correcta Aplicación del Marco Regulatorio y la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. DL 25844 – DS 093-2003”*. (Para optar el título de ingeniero electricista). Lima – Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2008.
- [2] ARENAS SÁNCHEZ, D., y ZAPATA, H., Proyecto *“Libro Interactivo sobre Energía Solar y Aplicaciones”*. (Para Optar El Título De Tecnólogo en Electricidad). Pereira – Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Eléctrica. 2011.
- [3] BEJARANO BEJARANO, N., Tesis: *“Diseño de un Sistema de Generación Eléctrica Solar para la Iluminación Externa del Modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo”*. (Para optar el grado de ingeniero mecánico). Riobamba – Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2011.
- [4] ESLAVIA ZULUAGA, A., y OLAYA, J., Tesis: *“Implementación de un Panel Solar Móvil Automatizado para la Generación de Energía Limpia”*. (Para optar el grado de ingeniero electrónico y de telecomunicaciones). Bogotá – Colombia. Universidad Católica de Colombia. 2015.
- [5] ORBEGOZO, C., ARIVILCA, R., Manual Técnico *“Energía Solar Fotovoltaica para Instalaciones Domiciliarias”*. Green Energy consultoría y Servicios SRL. Perú – 2010.
- [6] PINO GUTIÉRREZ, A., Tesis: *“Análisis de la Reducción del Costo de Consumo de Energía Eléctrica Usando un Sistema de Paneles Fotovoltaicos en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNSM - T”*. (Para optar el grado de ingeniero de sistemas e

informática). Tarapoto – Perú. Universidad Nacional del San Martín. Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. 2015.

[7] VILCA CORO, J., RUPAY, J., y BALTAZAR, S., Tesis: *“Implementación del Sistema Electrónico de Energía Solar para Saga Falabella, Open Plaza”*. (Para optar el grado de ingeniero electricista y electrónico). Callao – Perú. Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. 2013.

[8] ATLAS SOLAR DEL PERÚ [en línea] [fecha de consulta: 7 diciembre 2016]. Disponible en: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/atlas_Solar.pdf

[9] DECRETO LEGISLATIVO N° 1002 [en línea] [fecha de consulta: 11 enero 2017]. Disponible en: <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/D.%20Leg.%201002-CONCORDADO.pdf>

[10] ENERGÍAS RENOVABLES 2020 BARATAS EN TODO EL MUNDO [en línea] [fecha de consulta: 11 julio 2017]. Disponible en: <https://www.xataka.com/energia/en-tres-anos-las-energias-renovables-seran-las-energias-mas-baratas-en-todo-el-mundo-segun-morgan-stanley>

[11] ESTIMACIÓN RADIACIÓN SOLAR. “CPIS” – “ÁDSSA” – “OPS” – “OSP” – “OROMS” [en línea] [fecha de consulta: 26 agosto 2016] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/miscela/iEstimacionradiacion.pdf>

[12] HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA. *“Metodología de la Investigación”*. [en línea]. Quinta Edición. México, [consultado 20 enero 2017]. ISBN 978-607-15-0291-9. Disponible en:

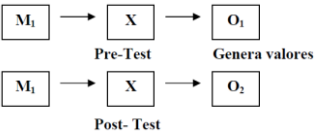
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

- [13] MORGAN STANLEY. “*En sólo tres años las energías renovables serán las más baratas del mundo*” [en línea]. 2017, Nueva York, Estados Unidos 2017 [consultado 20 julio 2017]. Disponible en: <http://gestion.pe/tecnologia/Solo-tres-anos-energias-renovables-seran-mas-baratas-mundo-2194814>
- [14] NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIONES EM 080 Instalaciones con Energía Solar [en línea] [fecha de consulta: 11 enero 2017]. Disponible en: <http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/RNE/8.pdf>
- [15] SCHALLENBERG RODRÍGUEZ, J., y otros. “*Energías Renovables y Eficiencia Energética*” [en línea]. 2008, Las Palmas de Gran, España, abril 2008 [consultado 15 junio 2017]. ISBN 978-84-69093-86-3. Disponible en: <http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
¿De qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín - 2017?	Determinar de qué manera la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín reduce en la facturación por consumo de energía eléctrica.	“La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico reduce considerablemente en la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017”.	Para demostrar y comprobar la hipótesis ya mencionada, la determinamos con variables independientes y dependientes que se mencionan a continuación: VARIABLE INDEPENDIENTE (X): <i>Sistema fotovoltaico.</i> VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Consumo de energía. DIMENSIONES: <i>Sistema fotovoltaico:</i> - Radiación solar - Potencia eléctrica generada - Costo del sistema fotovoltaico	El método son los lineamientos que nos conlleva a plantear, desarrollar y solucionar el problema planteado para la presente investigación de tesis, a través del método deductivo. Tipo de investigación: descriptivo, explicativo.
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS		DISEÑO
¿En qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017?	Determinar en qué medida la radiación solar incide en los paneles fotovoltaicos en el Distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017.	“La radiación solar incide significativamente en los paneles fotovoltaicos en el Distrito de Morococha, Yauli, Junín – 2017”.		Cuasi-experimental. DESCRIPTIVO: PRE Y POST TEST. Cuando hacemos un seguimiento a los resultados

<p>¿Cuál el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?</p>	<p>Identificar el nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017.</p>	<p>“El nivel de potencia eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, es medio”.</p>	<p><i>Consumo de energía:</i> - Facturación eléctrica.</p>	<p>PreTest genera valores Postest.</p> 
<p>¿En qué nivel la implementación del sistema solar fotovoltaico reduce la facturación por consumo de energía eléctrica en la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017?</p>	<p>Determinar el nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico.</p>	<p>“El nivel de reducción de la facturación por consumo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital de Morococha, Yauli, Junín – 2017, a través de la implementación del sistema solar fotovoltaico, es bajo”.</p>		

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO Y FACTURACIÓN POR CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA, YAULI”

Anexo 2 – LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA



Anexo 3 – RADIACIÓN SOLAR VALIDADO POR EL SENAMHI



ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERÚ DIRECCIÓN ZONAL 11

Fecha: 11-09-2017

Cuadro de resumen de la radiación solar incidente diaria Kw-h/m² de acuerdo al estudio elaborado por las siguientes entidades, para el estudio y fines convenientes:

- ✓ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI
- ✓ Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas – DEP-MEM
- ✓ Fondo Mundial para el Medio Ambiente – GEP
- ✓ Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD

Para la tesis elaborada en la Ciudad de Morococha la radiación solar es como se muestra en el cuadro siguiente validado por el Atlas Solar del Perú lo cual se sustenta por los estudios realizados por el Senamhi:

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA Kw-h/m ²		
N°	MES	RADIACIÓN SOLAR kw-h/m ²
1	ENERO	5.0 - 5.5
2	FEBRERO	5.5 - 6.0
3	MARZO	6.0 - 6.5
4	ABRIL	5.5 - 6.0
5	MAYO	5.0 - 5.5
6	JUNIO	5.0 - 5.5
7	JULIO	5.0 - 5.5
8	AGOSTO	5.0 - 5.5
9	SEPTIEMBRE	5.5 - 6.0
10	OCTUBRE	6.0 - 6.5
11	NOVIEMBRE	5.5 - 6.0
12	DICIEMBRE	4.5 - 5.0




Eusebio Rolando Sanchez Paucar
METEORÓLOGO
Asistente Hidrometeorológico
DIRECCIÓN ZONAL II
SENAMHI

Anexo 4 – ENTREVISTA



ENTREVISTA

"PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA MUNICIPALIDAD DE MOROCOCHA"

Buenos Días / Tardes, estamos realizando una encuesta para evaluar la participación para la implementación del sistema de energía solar fotovoltaico.

Bach. Jesús Manuel Lulo Niño.

Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas:



1. Para partir, me gustaría preguntarle ¿Conoce por algún medio que es un sistema de energía solar fotovoltaica?

a. Radio	<input type="checkbox"/>
b. Revistas Institucionales	<input checked="" type="checkbox"/>
c. Televisión	<input type="checkbox"/>
d. Charla informativa	<input type="checkbox"/>
e. Periódico	<input type="checkbox"/>

2. ¿Sabe cuál es la función de este sistema de energía solar fotovoltaica?

- a) Sí
b) No
c) No se

3. ¿Conoce que es la radiación solar?

- a) No conozco
 b) Conozco poco
c) Si Conozco

4. La última facturación por Electrocentro, ¿Esta conforme por el monto a pagar?

- a) nada de acuerdo
b) en desacuerdo
 c) indiferente
d) de acuerdo
e) muy de acuerdo

5. Sabe Ud. que tarifa eléctrica califica su vivienda?

- a) Nunca me informaron
b) No sé qué tarifas hay
c) Si se la tarifa

6. ¿Tiene algún concepto de cuanto potencia de energía consume?

- a) No tengo idea
 b) Algo referencial
c) Si tengo idea

7. A su juicio ¿Tiene idea del costo de un sistema de energía solar fotovoltaica?

- a) Si
- b) No
- c) No sé

8. Por lo que pudo observar, ¿cómo calificaría el consumo en la Municipalidad?

- a) No observe
- b) Consume poco
- c) Consume demasiado
- e) Consume extremadamente

9. ¿El servicio de Electrocentro informa de manera clara y comprensible a los usuarios?

- a) nada o poco
- b) sí, pero me es indiferente
- c) sí, es importante
- d) mucho, es primordial

10. En términos generales, ¿Conoce los equipos que utiliza más energía en la Municipalidad?

- a) No conozco
- b) Conozco poco
- c) Si conozco

11. ¿Le gustaría recibir una charla informativa sobre el sistema de energía solar fotovoltaica?

- a) No quiero
- b) Puede ser
- c) Claro que si
- d) Importante
- e) Excelente

12. ¿Conoce sobre las energías renovables?

- a) No conozco
- b) Conozco poco
- c) Si conozco

13. ¿Estaría de acuerdo con una instalación de los paneles solares fotovoltaicos sabiendo que el consumo del sol es inagotable?

- a) nada de acuerdo
- b) en desacuerdo
- c) indiferente
- d) de acuerdo
- e) muy de acuerdo

14. ¿El personal de la Municipalidad debe estar totalmente calificado y capacitado para enseñar sobre este tema?

- a) nada de acuerdo
- b) en desacuerdo
- c) indiferente
- d) de acuerdo
- e) muy de acuerdo



Luis R. Arias Herrera
ALCALDE
MUNICIPALIDAD DEL DISTRITO DE NEGROBLANCO

Anexo 5 – FICHA DE OBSERVACIÓN



FICHA DE OBSERVACIÓN

Fecha: 02/03/2016

Observador: Bach. Jesús Manuel Lulo Niño

ASPECTOS A OBSERVAR:

1. ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA:

Sr. Luis Rivelino Arias Herrera

	SI	NO	NO SÉ
a) Conoce la realidad de las instalaciones eléctricas en la MDM			✓
b) Sabe del monto que paga mensual a Electrocentro	✓		
c) Conoce equipos de mayor consumo	✓		
d) Tiene conocimiento del sistema solar		✓	

2. FUNCIONARIOS DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA:

	SI	NO	NO SÉ
a) Conocen el estado de las instalaciones eléctricas		✓	
b) Saben cuánto paga la municipalidad por el consumo de energía	✓		
c) Tienen idea del consumo de los equipos eléctrico que tienen en su oficina			✓
d) Conocen sobre las energías renovables y tipos		✓	
e) Tienen algún proyecto para reducir la facturación		✓	
f) En las reuniones hay propuestas para utilizar alguna energía renovable	✓		
g) Tienen conocimiento de la radiación solar en la ciudad de Morococha		✓	
h) Saben cuánto está la instalación de un sistemas solar fotovoltaico		✓	
i) Estaría de acuerdo con el estudio preliminar para la instalación de este sistema solar.	✓		

Luis R. Arias Herrera
ALCALDE
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA

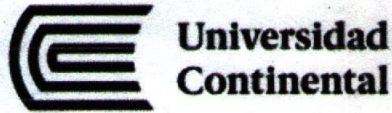
3. POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOROCOCHA

	SI	NO	NO SÉ
a) Conocen sobre las energías renovables solar	✓		
b) Saben qué tipo de tarifa eléctrica tienen en casa		✓	
c) Están de acuerdo con el monto facturado por Electrocentro.			✓
d) Están bien las instalaciones eléctricas en su domicilio		✓	
e) Tienen alguna idea del costo del sistema solar fotovoltaico		✓	
f) Les gustaría tener instalado este tipo de sistema solar fotovoltaico	✓		

Descripción de aspectos relevantes:


Luis R. Arias Pietsch
ALCALDE
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA

Anexo 6 – FICHA TOMA DE DATOS DE CAMPO



FICHA TOMA DE DATOS CAMPO

Se verificará todo el sistema solar para que no exista ningún evento no deseado, también se tomara los datos lo que el sistema de energía solar fotovoltaica está generando para luego ver las cargas que se pueden ir conectando al sistema.

BACH. JESÚS MANUEL LULO NIÑO

CANT.	COMPONENTES	ESTADO	LIMPIEZA	AJUSTE	FUNCIONAMIENTO
1	PANEL POLISCRIHALINO 200 W	✓	✓		✓
1	BATERÍA 100 Ah/24Vdc	✓	✓		✓
1	INVERSOR CARGADOR PURA 24Vdc-230Vca 800w 16A	✓			✓
1	REGULADOR máx 10 Amp	✓			✓

[Handwritten signature]
 Luis R. Arias Huayra
 ALCALDE
 MUNICIPALIDAD CENTRAL DE AROCAUCAMA

14-06-2017

DÍA	HORA	TEMPERATURA AMBIENTE °C	ENERGÍA GENERADA w-h		
			POTENCIA MÁX. (W)	CORRIENTE MÁX (A)	VOLTAJE MÁX (V)
18-07-2016	10:05	4°C	321		
03-08-2016	12:00	5°C	314		
22-09-2016	11:00	4°C	331		
27-10-2016	12:00	6°C	329		
17-11-2016	13:00	8°C	339		
13-12-2016	12:00	4°C	327		
25-01-2017	14:00	5°C	309		
15-02-2017	11:00	7°C	296		

CUADRO DE CARGAS				
TIPO DE RECEPTOR	Nº UNIDAD N	POTENCIA (W) P	HRS DE FUNC. DIARIO (h)	ENERGÍA E=N.P.HORAS (Wh)
Luminarias	01	100	4	400
Luminarias	02	100	2	400
Luminarias	02	100	3	600
Luminarias	01	100	4	400
Cargador de celular	01	20	6	120

Anexo 7 – RECIBOS DE FACTURACIÓN ELECTROCENTRO

RECIBO DE FACTURACIÓN DEL MES DE JULIO 2017

Recibo N° 870-08981020 Morococha/Yauli Recibo por Consumo del 01/04/2017 al 30/04/2017				Abril-2017																																																																																																									
Cliente CONSEJO DISTRITAL DE MOROCOCHA R.U.C. 20146501487 Dirección Ca. "D" V - 1 Sec. MOROCOCHA - Morococha, Yauli - Junin Referencia PALACIO MUNICIPAL Ruta 2479-54705-5445				CÓDIGO 71882823																																																																																																									
Tarifa BT3 Medición Baja Tension Tensión 380/220 V SED D-439641 Tipo Suministro Trifásica-Subterránea(C4.1)		Serie Medidor 00000003323143 - Electrón. N° Hilos Medidor 4 Modalidad Potencia Variable Inicio Contrato 29/11/2012 Termino Contrato 29/11/2017		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Promedio Máxima Demanda</th> <th>Potencia Contratada</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15.0600</td> <td style="text-align: center;">51.2100</td> </tr> </table>		Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada	15.0600	51.2100																																																																																																				
Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada																																																																																																												
15.0600	51.2100																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Calificación</th> <th>Fuera de Punta</th> <th>Horas Punta</th> <th>115</th> </tr> </table>				Calificación	Fuera de Punta	Horas Punta	115																																																																																																						
Calificación	Fuera de Punta	Horas Punta	115																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Magnitud Leída</th> <th>Lectura Anterior</th> <th>Lectura Actual</th> <th>Diferencia</th> <th>Demanda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energía Activa Total (KWh)</td> <td>2,755.1000</td> <td>2,821.7000</td> <td>66.6000</td> <td>2,664.0000</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa Hora Punta (KWh)</td> <td>437.0000</td> <td>447.2000</td> <td>10.2000</td> <td>408.0000</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa Fuera Punta (KWh)</td> <td>2,318.1000</td> <td>2,374.5000</td> <td>56.4000</td> <td>2,256.0000</td> </tr> <tr> <td>Energía Reactiva (KVarh)</td> <td>315.9000</td> <td>318.0000</td> <td>2.1000</td> <td>84.0000</td> </tr> <tr> <td>Potencia Hora Punta (KW)</td> <td>0.2970</td> <td>0.3570</td> <td>0.3570</td> <td>14.2800</td> </tr> <tr> <td>Potencia Fuera Punta (KW)</td> <td>0.3510</td> <td>0.3950</td> <td>0.3950</td> <td>15.8000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor Calificación : 0.2245</td> <td colspan="2">Fac.Medic. 40.0000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Energía Activa Total (KWh)	2,755.1000	2,821.7000	66.6000	2,664.0000	Energía Activa Hora Punta (KWh)	437.0000	447.2000	10.2000	408.0000	Energía Activa Fuera Punta (KWh)	2,318.1000	2,374.5000	56.4000	2,256.0000	Energía Reactiva (KVarh)	315.9000	318.0000	2.1000	84.0000	Potencia Hora Punta (KW)	0.2970	0.3570	0.3570	14.2800	Potencia Fuera Punta (KW)	0.3510	0.3950	0.3950	15.8000	Factor Calificación : 0.2245		Fac.Medic. 40.0000			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Consumo</th> <th>Precio Unitario</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cargo Fijo</td> <td></td> <td>8.4100</td> <td>8.41</td> </tr> <tr> <td>Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión</td> <td></td> <td></td> <td>4.21</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa HP</td> <td>408.0000</td> <td>0.2503</td> <td>102.12</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa FP</td> <td>2256.0000</td> <td>0.2094</td> <td>472.41</td> </tr> <tr> <td>Pot. Uso Redes Distrib.FP</td> <td>15.0600</td> <td>78.8600</td> <td>1187.63</td> </tr> <tr> <td>Pot. Activa Generación FP</td> <td>15.8000</td> <td>38.4500</td> <td>607.51</td> </tr> <tr> <td>Alumbrado Público (Alícuota : 8/ 0.6935)</td> <td></td> <td></td> <td>97.09</td> </tr> <tr> <td>Interés Compensatorio</td> <td>1.0000</td> <td>2.9823</td> <td>2.98</td> </tr> <tr> <td>SUB TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td>2482.36</td> </tr> <tr> <td>Imp. Gral. a las Ventas</td> <td></td> <td></td> <td>446.82</td> </tr> <tr> <td>Saldo por redondeo</td> <td>1.0000</td> <td>0.0100</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>Redondeo</td> <td></td> <td>0.0300</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>Aporte Ley Nro. 28749</td> <td>2664.0000</td> <td>0.0081</td> <td>21.58</td> </tr> <tr> <td>TOTAL RECIBO DE ABRIL-2017</td> <td></td> <td></td> <td>2860.80</td> </tr> <tr> <td>Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 52.45</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total	Cargo Fijo		8.4100	8.41	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			4.21	Energía Activa HP	408.0000	0.2503	102.12	Energía Activa FP	2256.0000	0.2094	472.41	Pot. Uso Redes Distrib.FP	15.0600	78.8600	1187.63	Pot. Activa Generación FP	15.8000	38.4500	607.51	Alumbrado Público (Alícuota : 8/ 0.6935)			97.09	Interés Compensatorio	1.0000	2.9823	2.98	SUB TOTAL			2482.36	Imp. Gral. a las Ventas			446.82	Saldo por redondeo	1.0000	0.0100	0.01	Redondeo		0.0300	0.03	Aporte Ley Nro. 28749	2664.0000	0.0081	21.58	TOTAL RECIBO DE ABRIL-2017			2860.80	Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 52.45			
Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda																																																																																																									
Energía Activa Total (KWh)	2,755.1000	2,821.7000	66.6000	2,664.0000																																																																																																									
Energía Activa Hora Punta (KWh)	437.0000	447.2000	10.2000	408.0000																																																																																																									
Energía Activa Fuera Punta (KWh)	2,318.1000	2,374.5000	56.4000	2,256.0000																																																																																																									
Energía Reactiva (KVarh)	315.9000	318.0000	2.1000	84.0000																																																																																																									
Potencia Hora Punta (KW)	0.2970	0.3570	0.3570	14.2800																																																																																																									
Potencia Fuera Punta (KW)	0.3510	0.3950	0.3950	15.8000																																																																																																									
Factor Calificación : 0.2245		Fac.Medic. 40.0000																																																																																																											
Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total																																																																																																										
Cargo Fijo		8.4100	8.41																																																																																																										
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			4.21																																																																																																										
Energía Activa HP	408.0000	0.2503	102.12																																																																																																										
Energía Activa FP	2256.0000	0.2094	472.41																																																																																																										
Pot. Uso Redes Distrib.FP	15.0600	78.8600	1187.63																																																																																																										
Pot. Activa Generación FP	15.8000	38.4500	607.51																																																																																																										
Alumbrado Público (Alícuota : 8/ 0.6935)			97.09																																																																																																										
Interés Compensatorio	1.0000	2.9823	2.98																																																																																																										
SUB TOTAL			2482.36																																																																																																										
Imp. Gral. a las Ventas			446.82																																																																																																										
Saldo por redondeo	1.0000	0.0100	0.01																																																																																																										
Redondeo		0.0300	0.03																																																																																																										
Aporte Ley Nro. 28749	2664.0000	0.0081	21.58																																																																																																										
TOTAL RECIBO DE ABRIL-2017			2860.80																																																																																																										
Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 52.45																																																																																																													
<p style="text-align: center;">Año 2017</p>																																																																																																													
<p style="text-align: center;">Año 2017</p>																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Importe 2 Últimos Meses Facturados</th> </tr> <tr> <th>Feb - 2017 S/ 2856.10</th> <th>Mar - 2017 S/ 2896.20</th> </tr> </thead> </table>				Importe 2 Últimos Meses Facturados		Feb - 2017 S/ 2856.10	Mar - 2017 S/ 2896.20																																																																																																						
Importe 2 Últimos Meses Facturados																																																																																																													
Feb - 2017 S/ 2856.10	Mar - 2017 S/ 2896.20																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="13">HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Abr</th> <th>May</th> <th>Jun</th> <th>Jul</th> <th>Ago</th> <th>Sep</th> <th>Oct</th> <th>Nov</th> <th>Dic</th> <th>Ene</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Abr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DHP kWh</td> <td>212</td> <td>208</td> <td>204</td> <td>202</td> <td>208</td> <td>218</td> <td>220</td> <td>218</td> <td>218</td> <td>218</td> <td>224</td> <td>218</td> <td>212</td> </tr> <tr> <td>DFP kWh</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>44</td> <td>48</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>48</td> <td>38</td> <td>38</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>PHP kW</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> </tr> <tr> <td>FP kW</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> <td>12.800</td> </tr> </tbody> </table>				HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS														Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	DHP kWh	212	208	204	202	208	218	220	218	218	218	224	218	212	DFP kWh	38	38	38	38	44	48	38	38	38	48	38	38	48	PHP kW	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	FP kW	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800																							
HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS																																																																																																													
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr																																																																																																
DHP kWh	212	208	204	202	208	218	220	218	218	218	224	218	212																																																																																																
DFP kWh	38	38	38	38	44	48	38	38	38	48	38	38	48																																																																																																
PHP kW	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800																																																																																																
FP kW	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800	12.800																																																																																																
Emisión 01/05/2017		Vencimiento 17/05/2017																																																																																																											
				TOTAL S/*****2,950.80																																																																																																									

RECIBO DE FACTURACIÓN DEL MES DE ENERO 2017

Recibo N° 870-08825733 Morococha/Yauli Recibo por Consumo del 01/01/2017 al 31/01/2017			
Cliente CONSEJO DISTRITAL DE MOROCOCHA R.U.C. 20146501487 Dirección Ca. "D" V - 1 Sec. MOROCOCHA - Morococha, Yauli - Junin Referencia PALACIO MUNICIPAL Ruta 2479-54705-5445		Enero-2017	
Tarifa BT3 Medición Baja Tension Tensión 360/220 V SED D-439541 Tipo Suministro Trifásica-Subterránea(C4.1)		Serie Medidor 000000003323143 - Electrón. N° Hilos Medidor 4 Modalidad Potencia Variable Inicio Contrato 29/11/2012 Termino Contrato 28/11/2017	
		CÓDIGO 71882823	
		Promedio Máxima Demanda 15.7000 Potencia Contratada 51.2100	
		Calificación Fuera de Punta 130	

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energía Activa Total (kWh)	2,554.5000	2,620.3000	65.8000	2,632.0000
Energía Activa Hora Punta (kWh)	408.0000	416.7000	8.7000	348.0000
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	2,146.5000	2,203.6000	57.1000	2,284.0000
Energía Reactiva (kVarh)	308.3000	311.0000	2.7000	108.0000
Potencia Hora Punta (kW)	0.3210	0.2880	0.2880	11.5200
Potencia Fuera Punta (kW)	0.3180	0.3400	0.3400	13.6000

Factor Calificación : 0.1968 Fac.Medic. 40.0000

Año 2017

Año 2017

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Nov - 2016 S/ 2540.90	Dic - 2016 S/ 2536.90

HISTÓRICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
SAFP kWh	202	260	267	213	256	284	252	308	249	220	288	254
SAFP kWh	52	52	40	38	38	34	44	44	36	34	40	34
PHP kW	13.600	13.200	13.300	13.800	13.800	14.000	14.800	14.200	13.800	14.000	13.200	13.800
PFP kW	13.600	14.000	13.200	13.800	13.800	13.800	13.800	13.800	13.800	14.200	13.800	13.200

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		8.3100	8.31
Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión			4.21
Energía Activa HP	348.0000	0.2592	90.20
Energía Activa FP	2284.0000	0.2181	498.14
Pot. Uso Redes Distrib.FP	15.7000	78.8900	1238.57
Pot. Activa Generación FP	13.6000	37.1200	504.83
Alumbrado Público (Alcuota : S/ 0.7220)			101.08
Interés Compensatorio	1.0000	23.8788	23.88
SUB TOTAL			2469.22
Imp. Gral. a las Ventas			444.46
Interés Moratorio	1.0000	2.7431	2.74
Saldo por redondeo	1.0000	0.0400	0.04
Redondeo		0.0200	0.02
Aporte Ley Nro. 28749	2632.0000	0.0081	21.32
TOTAL RECIBO DE ENERO-2017			2887.80
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 61.43			

Emisión 01/02/2017	Vencimiento 17/02/2017		TOTAL S/*****2,937.80
---------------------------	-------------------------------	--	------------------------------

RECIBO DE FACTURACIÓN DEL MES DE OCTUBRE DEL 2016

Recibo N° 870-08670835			
Morococha/Yauli			
Recibo por Consumo del 01/10/2016 al 31/10/2016			
Cliente	CONSEJO DISTRITAL DE MOROCOCHA		
R.U.C.	20146501487		
Dirección	Ca. "D" V - 1 Sec. MOROCOCHA - Morococha, Yauli - Junin		
Referencia	PALACIO MUNICIPAL		
Ruta	2479-54705-5445		
Tarifa	BT3	Serie Medidor	000000003323143 - Electrón.
Medición	Baja Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión	380/220 V	Modalidad	Potencia Variable
SED	D-439641	Inicio Contrato	29/11/2012
Tipo Suministro	Trifásica-Subterránea(C4.1)	Termino Contrato	28/11/2017

Octubre-2016	
CÓDIGO	71882823

	Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada
	15.8800	51.2100

Calificación	Fuera de Punta	Horas Punta	125
--------------	----------------	-------------	-----

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda		Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	2,360.8000	2,428.7000	67.9000	2,716.0000	Cargo Fijo		8.3432	8.34
Energía Activa Hora Punta (kWh)	379.0000	388.9000	9.9000	396.0000	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			4.21
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	1,981.8000	2,039.8000	58.0000	2,320.0000	Energía Activa HP	396.0000	0.2494	98.76
Energía Reactiva (kVArh)	300.6000	303.3000	2.7000	108.0000	Energía Activa FP	2320.0000	0.2092	485.34
Potencia Hora Punta (kW)	0.3240	0.3530	0.3530	14.1200	Pot. Uso Redes Distrib. FP	15.8800	79.6500	1264.84
Potencia Fuera Punta (kW)	0.4320	0.3450	0.3450	13.8000	Pot. Activa Generación FP	14.1200	34.7000	489.96
Factor Calificación : 0.2244		Fac. Medio. 40.0000						

Año 2016

Año 2016

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Ago - 2016 S/ 2973.30	Sep - 2016 S/ 3099.70

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS													
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
DNP kWh	208	204	214	215	294	267	212	208	204	202	248	261	202
DFNP kWh	404	380	384	312	322	402	388	380	380	384	404	404	388
PFP kW	13.8000	13.8400	13.9800	13.9600	18.2200	15.3200	13.8000	13.8000	14.9600	14.4000	14.1200	17.2000	13.8000
PHP kW	13.8000	13.8400	13.8800	13.4400	14.6200	13.3200	13.8000	13.8000	12.8000	12.8000	12.4000	13.8000	14.1200

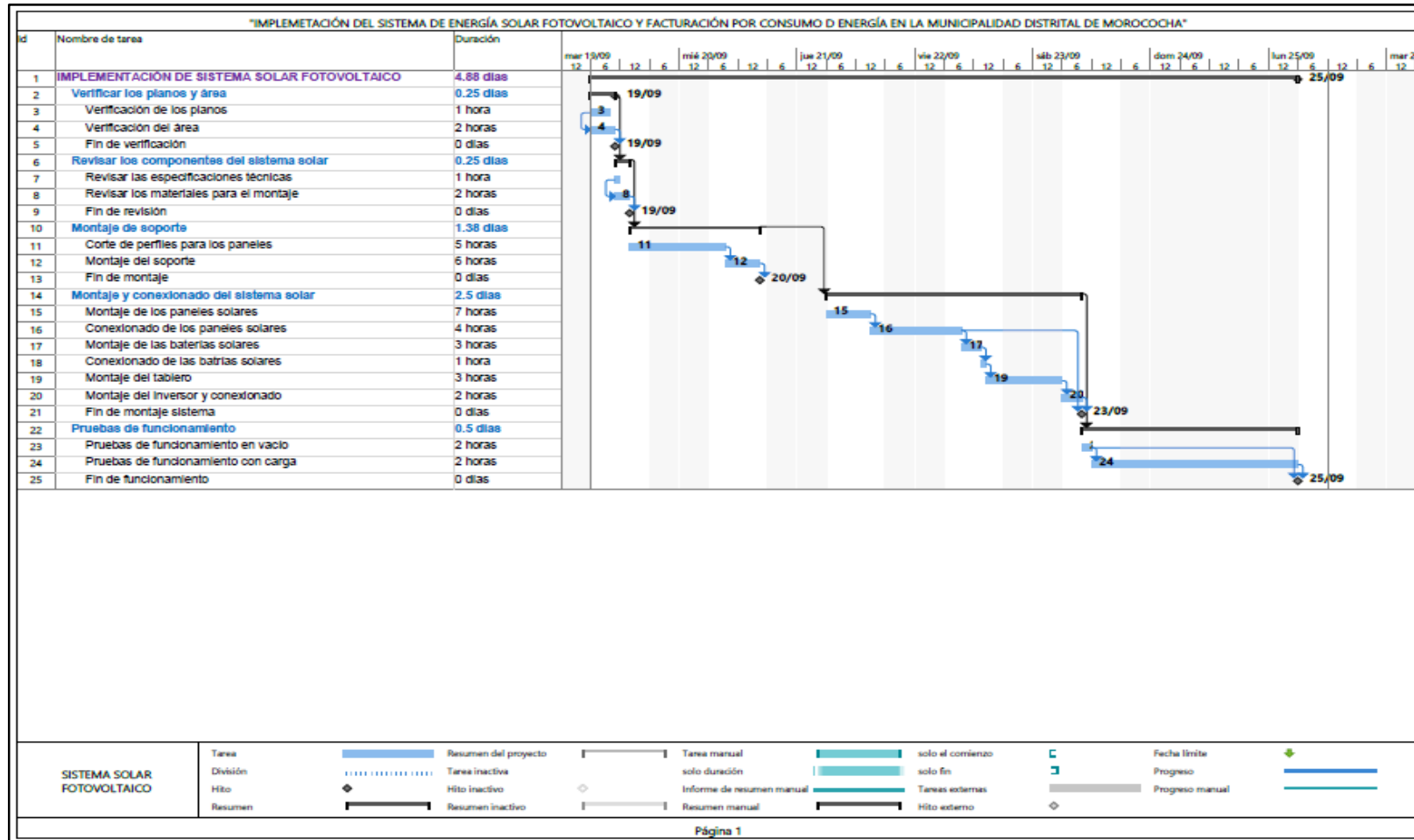
Emisión	01/11/2016	Vencimiento	17/11/2016
---------	------------	-------------	------------

	TOTAL
	S/*****6,071.70

RECIBO DE FACTURACIÓN DEL MES DE JULIO DEL 2016

Recibo Nº 870-08567796				Agosto-2016																																																																																																																																																																																								
Morococha/Yauli				CÓDIGO 71882823																																																																																																																																																																																								
Recibo por Consumo del 01/08/2016 al 31/08/2016																																																																																																																																																																																												
Cliente CONSEJO DISTRITAL DE MOROCOCHA R.U.C. 20146501487 Dirección Ca. "D" V - 1 Sec. MOROCOCHA - Morococha, Yauli - Junin Referencia PALACIO MUNICIPAL Ruta 2479-54705-5445		Serie Medidor 00000003323143 - Electrón. Nº Hilos Medidor 4 Modalidad Potencia Variable Inicio Contrato 29/11/2012 Término Contrato 28/11/2017		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Promedio Máxima Demanda</th> <th>Potencia Contratada</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">14.9200</td> <td style="text-align: center;">51.2100</td> </tr> </table>		Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada	14.9200	51.2100																																																																																																																																																																																			
Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada																																																																																																																																																																																											
14.9200	51.2100																																																																																																																																																																																											
Tarifa BT3 Medición Baja Tension Tensión 380/220 V SED D-439641 Tipo Suministro Trifásica-Subterránea(C4.1)				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Calificación</th> <th>Fuera de Punta</th> <th>Horas Punta</th> <th>130</th> </tr> </table>		Calificación	Fuera de Punta	Horas Punta	130																																																																																																																																																																																			
Calificación	Fuera de Punta	Horas Punta	130																																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Magnitud Leída</th> <th>Lectura Anterior</th> <th>Lectura Actual</th> <th>Diferencia</th> <th>Demanda</th> <th>Concepto</th> <th>Consumo</th> <th>Precio Unitario</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energía Activa Total (KWh)</td> <td>2,219.5000</td> <td>2,290.3000</td> <td>70.8000</td> <td>2,832.0000</td> <td>Cargo Fijo</td> <td></td> <td>8.2810</td> <td>8.28</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa Hora Punta (KWh)</td> <td>358.8000</td> <td>368.9000</td> <td>10.1000</td> <td>404.0000</td> <td>Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión</td> <td></td> <td></td> <td>4.18</td> </tr> <tr> <td>Energía Activa Fuera Punta (KWh)</td> <td>1,860.7000</td> <td>1,921.4000</td> <td>60.7000</td> <td>2,428.0000</td> <td>Energía Activa HP</td> <td>404.0000</td> <td>0.2461</td> <td>99.42</td> </tr> <tr> <td>Energía Reactiva (KVarh)</td> <td>294.7000</td> <td>298.1000</td> <td>3.4000</td> <td>136.0000</td> <td>Energía Activa FP</td> <td>2428.0000</td> <td>0.2064</td> <td>501.14</td> </tr> <tr> <td>Potencia Hora Punta (KW)</td> <td>0.3150</td> <td>0.3120</td> <td>0.3120</td> <td>12.4800</td> <td>Pot. Uso Redes Distrib. FP</td> <td>14.9200</td> <td>79.0500</td> <td>1179.43</td> </tr> <tr> <td>Potencia Fuera Punta (KW)</td> <td>0.3620</td> <td>0.3530</td> <td>0.3530</td> <td>14.1200</td> <td>Pot. Activa Generación FP</td> <td>14.1200</td> <td>34.3400</td> <td>484.88</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Factor Calificación : 0.2201</td> <td colspan="2">Fac.Medic. 40.0000</td> <td></td> <td>Alumbrado Público (Alcuota : S/ 0.7117)</td> <td></td> <td></td> <td>99.64</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> <td colspan="3"> Interés Compensatorio 1.0000 3.6101 3.61 Corte de servicio 1.0000 31.8500 31.85 Reconexión del servicio 1.0000 49.6500 49.65 Ajuste Tarifario 1.0000 2.7500 2.75 SUB TOTAL 2464.83 Imp. Gral. a las Ventas 443.67 CASE - Pot. Activa Generación FP 14.1200 3.0000 42.36 Saldo por redondeo 1.0000 0.0300 0.03 Redondeo 0.0400 0.04 0.04 Aporte Ley Nro. 28749 2832.0000 0.0079 22.37 TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2016 2878.30 Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 65.30 </td> </tr> <tr> <td colspan="6"> </td> <td colspan="3"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Importe 2 Últimos Meses Facturados</th> </tr> <tr> <td>Jun - 2016 S/ 2841.10</td> <td>Jul - 2016 S/ 2895.20</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"> HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS </td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ag</td> <td>Set</td> <td>Oct</td> <td>Nov</td> <td>Dic</td> <td>Ene</td> <td>Feb</td> <td>Mar</td> <td>Abr</td> <td>May</td> <td>Jun</td> <td>Jul</td> <td>Ag</td> </tr> <tr> <td>SAPP kWh</td> <td>228</td> <td>228</td> <td>218</td> <td>204</td> <td>214</td> <td>222</td> <td>260</td> <td>267</td> <td>212</td> <td>206</td> <td>204</td> <td>202</td> <td>248</td> </tr> <tr> <td>SAPP kWh</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>41</td> <td>30</td> <td>34</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>40</td> <td>38</td> <td>36</td> <td>36</td> <td>34</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>PFP KW</td> <td>13.480</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.480</td> <td>13.200</td> <td>13.200</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>14.000</td> <td>14.400</td> <td>14.000</td> </tr> <tr> <td>PFP KW</td> <td>13.480</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.480</td> <td>13.200</td> <td>13.200</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.800</td> <td>13.480</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Emisión</td> <td>01/09/2016</td> <td>Vencimiento</td> <td>17/09/2016</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>TOTAL</td> <td>S/*****2,973.30</td> </tr> </table> </td> </tr> </tbody> </table>						Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total	Energía Activa Total (KWh)	2,219.5000	2,290.3000	70.8000	2,832.0000	Cargo Fijo		8.2810	8.28	Energía Activa Hora Punta (KWh)	358.8000	368.9000	10.1000	404.0000	Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión			4.18	Energía Activa Fuera Punta (KWh)	1,860.7000	1,921.4000	60.7000	2,428.0000	Energía Activa HP	404.0000	0.2461	99.42	Energía Reactiva (KVarh)	294.7000	298.1000	3.4000	136.0000	Energía Activa FP	2428.0000	0.2064	501.14	Potencia Hora Punta (KW)	0.3150	0.3120	0.3120	12.4800	Pot. Uso Redes Distrib. FP	14.9200	79.0500	1179.43	Potencia Fuera Punta (KW)	0.3620	0.3530	0.3530	14.1200	Pot. Activa Generación FP	14.1200	34.3400	484.88	Factor Calificación : 0.2201		Fac.Medic. 40.0000			Alumbrado Público (Alcuota : S/ 0.7117)			99.64							Interés Compensatorio 1.0000 3.6101 3.61 Corte de servicio 1.0000 31.8500 31.85 Reconexión del servicio 1.0000 49.6500 49.65 Ajuste Tarifario 1.0000 2.7500 2.75 SUB TOTAL 2464.83 Imp. Gral. a las Ventas 443.67 CASE - Pot. Activa Generación FP 14.1200 3.0000 42.36 Saldo por redondeo 1.0000 0.0300 0.03 Redondeo 0.0400 0.04 0.04 Aporte Ley Nro. 28749 2832.0000 0.0079 22.37 TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2016 2878.30 Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 65.30									<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Importe 2 Últimos Meses Facturados</th> </tr> <tr> <td>Jun - 2016 S/ 2841.10</td> <td>Jul - 2016 S/ 2895.20</td> </tr> </table>			Importe 2 Últimos Meses Facturados		Jun - 2016 S/ 2841.10	Jul - 2016 S/ 2895.20	HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS							Ag	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	SAPP kWh	228	228	218	204	214	222	260	267	212	206	204	202	248	SAPP kWh	30	40	41	30	34	32	32	40	38	36	36	34	41	PFP KW	13.480	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480	13.200	13.200	13.800	13.800	14.000	14.400	14.000	PFP KW	13.480	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480	13.200	13.200	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Emisión</td> <td>01/09/2016</td> <td>Vencimiento</td> <td>17/09/2016</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>TOTAL</td> <td>S/*****2,973.30</td> </tr> </table>						Emisión	01/09/2016	Vencimiento	17/09/2016		TOTAL	S/*****2,973.30
Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total																																																																																																																																																																																				
Energía Activa Total (KWh)	2,219.5000	2,290.3000	70.8000	2,832.0000	Cargo Fijo		8.2810	8.28																																																																																																																																																																																				
Energía Activa Hora Punta (KWh)	358.8000	368.9000	10.1000	404.0000	Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión			4.18																																																																																																																																																																																				
Energía Activa Fuera Punta (KWh)	1,860.7000	1,921.4000	60.7000	2,428.0000	Energía Activa HP	404.0000	0.2461	99.42																																																																																																																																																																																				
Energía Reactiva (KVarh)	294.7000	298.1000	3.4000	136.0000	Energía Activa FP	2428.0000	0.2064	501.14																																																																																																																																																																																				
Potencia Hora Punta (KW)	0.3150	0.3120	0.3120	12.4800	Pot. Uso Redes Distrib. FP	14.9200	79.0500	1179.43																																																																																																																																																																																				
Potencia Fuera Punta (KW)	0.3620	0.3530	0.3530	14.1200	Pot. Activa Generación FP	14.1200	34.3400	484.88																																																																																																																																																																																				
Factor Calificación : 0.2201		Fac.Medic. 40.0000			Alumbrado Público (Alcuota : S/ 0.7117)			99.64																																																																																																																																																																																				
						Interés Compensatorio 1.0000 3.6101 3.61 Corte de servicio 1.0000 31.8500 31.85 Reconexión del servicio 1.0000 49.6500 49.65 Ajuste Tarifario 1.0000 2.7500 2.75 SUB TOTAL 2464.83 Imp. Gral. a las Ventas 443.67 CASE - Pot. Activa Generación FP 14.1200 3.0000 42.36 Saldo por redondeo 1.0000 0.0300 0.03 Redondeo 0.0400 0.04 0.04 Aporte Ley Nro. 28749 2832.0000 0.0079 22.37 TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2016 2878.30 Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 65.30																																																																																																																																																																																						
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Importe 2 Últimos Meses Facturados</th> </tr> <tr> <td>Jun - 2016 S/ 2841.10</td> <td>Jul - 2016 S/ 2895.20</td> </tr> </table>			Importe 2 Últimos Meses Facturados		Jun - 2016 S/ 2841.10	Jul - 2016 S/ 2895.20																																																																																																																																																																																
Importe 2 Últimos Meses Facturados																																																																																																																																																																																												
Jun - 2016 S/ 2841.10	Jul - 2016 S/ 2895.20																																																																																																																																																																																											
HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS																																																																																																																																																																																												
	Ag	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag																																																																																																																																																																															
SAPP kWh	228	228	218	204	214	222	260	267	212	206	204	202	248																																																																																																																																																																															
SAPP kWh	30	40	41	30	34	32	32	40	38	36	36	34	41																																																																																																																																																																															
PFP KW	13.480	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480	13.200	13.200	13.800	13.800	14.000	14.400	14.000																																																																																																																																																																															
PFP KW	13.480	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480	13.200	13.200	13.800	13.800	13.800	13.800	13.480																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Emisión</td> <td>01/09/2016</td> <td>Vencimiento</td> <td>17/09/2016</td> <td style="text-align: center;"></td> <td>TOTAL</td> <td>S/*****2,973.30</td> </tr> </table>						Emisión	01/09/2016	Vencimiento	17/09/2016		TOTAL	S/*****2,973.30																																																																																																																																																																																
Emisión	01/09/2016	Vencimiento	17/09/2016		TOTAL	S/*****2,973.30																																																																																																																																																																																						

Anexo 8 – TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO



Anexo 9 – COSTO Y PRESUPUESTO DEL SISTEMA SOLAR

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="font-size: small;"> <p>S/D RESP. BACH. JESUS MANUEL LULO NINO</p> </div> <div style="text-align: right; font-size: small;"> <p>Página 1</p> </div> </div>					
Presupuesto					
Presupuesto	0403001	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO			
Subpresupuesto	001	INSTALACION DE SISTEMA SOLAR			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MOROCOCHA			Costo a	21/09/2017
Lugar	JUNIN - YAULI - MOROCOCHA				
01	ESTRUCTURA METALICA				998.82
01.01	ACERBORIOS				998.82
01.01.01	TABLERO DE DISTRIBUCION PANEL SOLAR 1x0.64x0.21 m	und	1.00	253.00	253.00
01.01.02	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4"	m	6.00	3.27	19.62
01.01.03	PLANCHA METALICA DE 1.20 X 2.40 m x 0.90 mm	m2	1.00	48.00	48.00
01.01.04	PERNO DE F*9" DE 1/4" x 1/2" INCL T/C	und	100.00	0.20	20.00
01.01.05	ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 2.0 6m	und	1.00	13.00	13.00
01.01.06	ANGULO DE FIERRO 1 1/4" x 1 1/4" x 2.0 6m	und	3.00	19.00	57.00
01.01.07	CABLE THW CABLEADO DE 6 mm2	m	60.00	3.20	192.00
02	SISTEMA SOLAR				29,786.16
02.01	COMPONENTES				29,786.16
02.01.01	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 300 Wp	und	14.00	1,061.00	14,854.84
02.01.02	BATERIA 300 Ah/24Vdc	und	7.00	883.65	6,185.55
02.01.03	INVERSOR ONDA PURA 24Vdc-230Vac 60Hz 4Kw	und	2.00	4,022.36	8,044.76
03	INSTALACIONES ELECTRICAS				11,669.09
03.01	MANO DE OBRA				11,669.09
03.01.01	MANO DE OBRA DE APOYO	die	5.00	1,090.00	5,450.00
03.01.02	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	ser	10.00	500.00	5,000.00
03.01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	glt	1.00	300.00	300.00
03.01.04	CONSUMIBLES MENORES	und	1.00	800.00	800.00
	COSTO DIRECTO				41,948.77
SON : CUARENTIUN MIL NOVECIENTOS CUARENTITRES Y 77/100 NUEVOS SOLES					

Anexo 10 – ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

SID		RESP. BACH. JESÚS MANUEL LULO NIÑO		Página: 1		
Análisis de precios unitarios						
Presupuesto	0403001	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO			Fecha presupuesto	21/09/2017
Subpresupuesto	001	INSTALACIÓN DE SISTEMA SOLAR				
Partida	01.01.01	TABLERO DE DISTRIBUCION PANEL SOLAR 1x0.84x0.21 m				
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		253.00
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
0258080033	TABLERO DE DISTRIBUCION		und		1.0000	253.00
						253.00
						253.00
Partida	01.01.02	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m		3.27
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
02150100010005	TUBERIA CPVC DE 3/4"		m		1.0000	3.27
						3.27
						3.27
Partida	01.01.03	PLANCHA METALICA DE 1.20 X 2.40 m x 0.80 mm				
Rendimiento	m2/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2		48.00
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Equipos				Parcial Si.
03010300080007	PLANCHA METALICA		dia		1.0000	48.00
						48.00
						48.00
Partida	01.01.04	PERNO DE F*6" DE 1/4" x 1 1/2" INCL TIC				
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		0.26
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
0271050081	PERNO ACERO, ARANDELA Y TUERCA		und		1.0000	0.26
						0.26
						0.26
Partida	01.01.05	ANGULO DE FIERRO 1" x 1" x 2.0 6m				
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		13.00
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
0204020009	ANGULO DE FIERRO		ver		1.0000	13.00
						13.00
						13.00
Partida	01.01.06	ANGULO DE FIERRO 1 1/4" x 1 1/4" x 2.0 6m				
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		19.00
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
0204020010	ANGULO DE FIERRO...		ver		1.0000	19.00
						19.00
						19.00
Partida	01.01.07	CABLE THW CABLEADO DE 6 mm2				
Rendimiento	m/DIA	MO. 560.0000	EQ. 560.0000	Costo unitario directo por : m		3.20
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Si.
		Materiales				Parcial Si.
0270010054	CABLE THW 6 mm2		m		1.0000	3.20
						3.20
						3.20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0409001 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO					Fecha presupuesto		21/09/2017
Subpresupuesto		001 INSTALACIÓN DE SISTEMA SOLAR							3.29
Partida	02.01.01	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 300 Wp							
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und				1,061.06	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Materiales								
0231220004	PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	und		1.0000	1,061.06	1,061.06	1,061.06		
Partida	02.01.02	BATERIA 300 Ah/24Vdc							
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und				983.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Materiales								
0290040001	BATERIAS	und		1.0000	983.65	983.65	983.65		
Partida	02.01.03	INVERSOR ONDA PURA 24Vdc-230Vac 60Hz 4Kw							
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und				4,022.38	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Materiales								
02900400010008	INVERSOR	und		1.0000	4,022.38	4,022.38	4,022.38		
Partida	03.01.01	MANO DE OBRA DE APOYO							
Rendimiento	día/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : día				1,090.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	80.00	640.00	640.00		
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	40.00	320.00	320.00		
0103010013	INGENIERO ELECTRICISTA	día	1.0000	1.0000	130.00	130.00	130.00		
						1,090.00	1,090.00		
Partida	03.01.02	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO							
Rendimiento	ser/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ser				600.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Mano de Obra								
01020100000013	TECNICO ELECTRICISTA	ser		2.0000	250.00	500.00	500.00		
						600.00	600.00		
Partida	03.01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES							
Rendimiento	gib/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : gib				300.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.			
	Materiales								
0203030002	TRANSPORTE	gib		1.0000	300.00	300.00	300.00		
						300.00	300.00		
Partida	03.01.04	CONSUMIBLES MENORES							
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und				800.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0403001 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO				Fecha presupuesto		21/09/2017	
Subpresupuesto		001 INSTALACIÓN DE SISTEMA SOLAR							
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.			
02901300010007	CONSUMO Materiales	gb		1.0000	800.00	800.00		800.00	

Anexo 11 – COTIZACIÓN DE LOS PANELES

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



GLOBAL ENERGY SOLAR S.A.C.
Plaza de la 28ª o de Arellano

Cotización	06/06/2017 18:22
Fecha	martes 6 de Junio de 2017
Urb. Los Alamos de Cto Grande Mz. 8 Lt. 14 S.J.L.	
Telefono:	14682669
RUC:	20601360218
web:	www.globalenergy.solar

CLIENTE	JESUS MANUEL LULO NIÑO	TELEFONO	979378888
----------------	------------------------	-----------------	-----------

Equipos clase A				
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
1	14	Panel Solarworld monocristalino marca Solarworld de 300 W	1061.06	14,854.84
2	07	Bateria 24V 300 A/h RITAR Secas / Libre mantenimiento	983.65	6,885.55
3	3	INVERSOR ONDA PURA MPP SOLAR 24V 4000W 230V/60HzPIP-MS/MSX 2424MS	4,022.38	8,044.76
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
TOTAL				29,785.15
INCL. IGV				

CONDICIONES DE OFERTA:

1. Fecha de Emisión: 06/06/2017
2. Validez de Oferta: 15 días calendario.
3. Tiempo de Entrega: Dentro de las 24 horas realizado el depósito (Según disponibilidad de stock)
4. Lugar de Entrega: Lima
5. Forma de Pago: Contado.
6. Moneda de Oferta: Nuevos soles
7. Garantía 12 Meses

Comentario:
PRECIO ESPECIAL, NO INCLUYE SERVICIO DE INSTALACIÓN, NI TRANSPORTE. (Salvo se exprese en la cotización)

NO VALIDO COMO FACTURA

Edwin Landeo
Gerencia comercial
Global Energy Solar S.A.C.
Móvil 996409552



GLOBAL ENERGY SOLAR S.A.C.





CUENTATA CORRIENTE BCP
CTA. CTE. SOLES 191-2350534-0-66
CCI SOLES 002-191-002350534066-53
CTA. CTE. DOLARES 191-2175067-1-82
CC DOLARES 00219100217506718254

Anexo 12 – VERIFICACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO



EL PANEL SOLAR TIENE UNA INCLINACIÓN DE 14.6°



SOLARÍMETRO CASERO



Anexo 13 – PROTOCOLO DE PRUEBAS EN VACÍO



Universidad
Continental

PROTOCOLO DE PRUEBAS EN VACÍO DEL SISTEMA SOLAR

Proyecto:

Fecha:

Cliente:

Lugar:

Item	C=Cumple, NC=No cumple y NA=No aplica	
1.0	PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	
1.1	Soporte metálico fijo en estructura	
1.2	Inclinación del panel 15° con el distanciometro	
1.3	Conexionado paralelo	
1.4	Medición de la tensión de vacío 24 Vcd	
1.5	Medición de la corriente de vacío nominal	
2.0	BATERÍA SOLAR	
2.1	Tablero de almacenamiento de las baterías	
2.2	Conexionado paralelo	
2.3	Ajuste de bornes	
2.4	Medición de la tensión de vacío 24 Vcd	
2.5	Medición de la corriente de vacío nominal	
3.0	INVERSOR	
3.1	Montaje y ajuste	
3.2	Conexionado	
3.3	Medición de la tensión de vacío 24Vcd - 220 Vca	
3.4	Medición de la corriente de vacío nominal	

Observaciones:

Técnico Electricista

Ingeniero Electricista

Anexo 14 – PROTOCOLO DE PRUEBAS CON CARGA



Universidad
Continental

PROTOCOLO DE PRUEBAS CON CARGA DEL SISTEMA SOLAR

Proyecto:

Fecha:

Cliente:

Lugar:

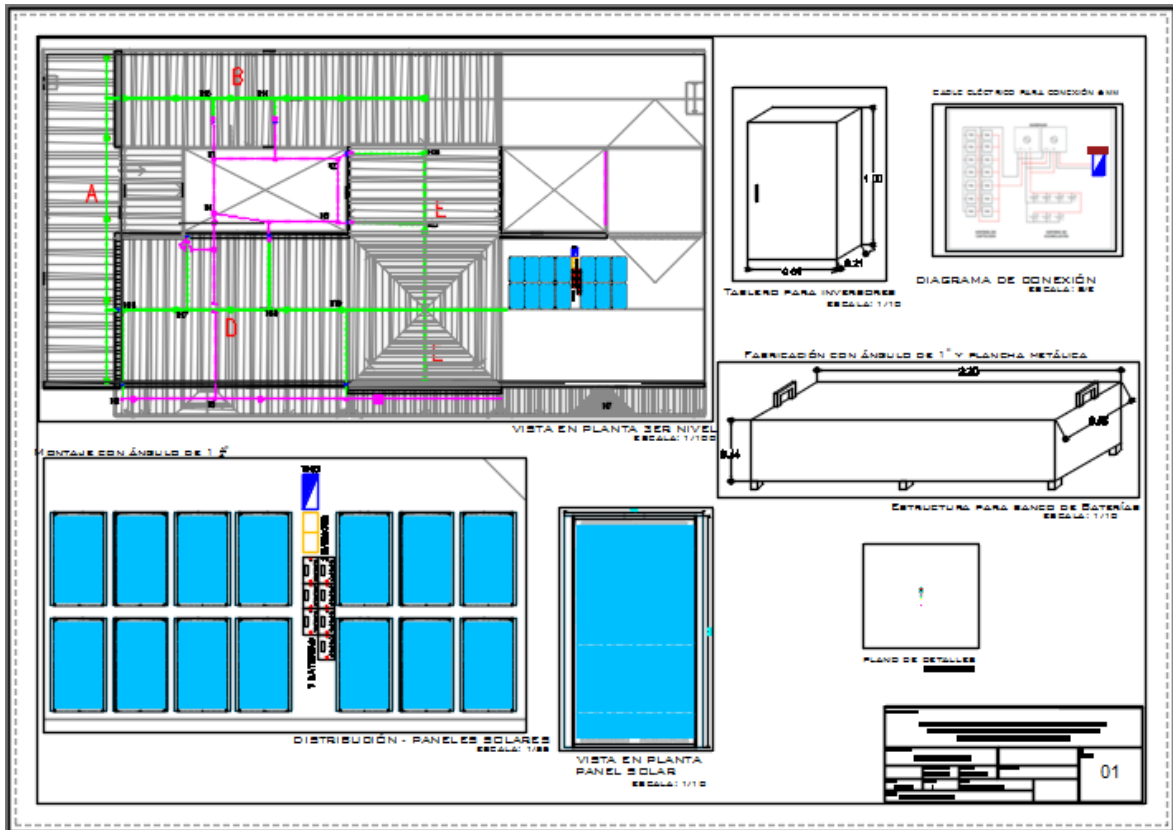
Item	C=Cumple, NC=No cumple y NA=No aplica	
1.0	PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	
1.2	Medición de la corriente a 50 % de carga	
1.3	Medición de la corriente a 100 % de carga	
1.4	Medición de la tensión de entrada 24 Vcd	
1.5	Medición de la tensión de salida 220 Vca	
2.0	BATERÍA SOLAR	
2.1	Medición de la corriente a 50 % de carga	
2.2	Medición de la corriente a 100 % de carga	
2.3	Medición de la tensión 24 Vcd a 50 % de carga	
2.4	Medición de la tensión 24 Vcd a 100 % de carga	
	Medición de tensión sin luz solar	
2.5	Medición de tensión con luz solar	
3.0	INVERSOR	
3.1	Medición de tensión de entrada de 24 Vcd	
3.2	Medición de tensión de salida de 220 Vca	
3.3	Medición de la corriente a 50 % de carga	
3.4	Medición de la corriente a 100 % de carga	
3.5	Medición de tensión sin luz solar	
3.6	Medición de tensión con luz solar	

Observaciones:

Técnico Electricista

Ingeniero Electricista

Anexo 16 – PLANO DE CONEXIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA SOLAR



Anexo 17 – DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

