



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA



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 Título de:
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Presentado por el Bachiller

MIGUEL ANGEL PINO GUTIÉRREZ

Tarapoto – Perú

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA


**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**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
 INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Presentado por:

Bachiller : Miguel Ángel Pino Gutiérrez

Asesor : Ing. Carlos Armando Ríos López



 Firma

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente : Lic. M.Sc. Carlos Rodríguez Grandez




 Firma

Secretario : Ing. M.Sc. Jorge Damian Valverde Iparraguirre



 Firma

Miembro : Ing. Humberto Valdera Rodríguez



 Firma

Dedicado a mis padres Aquilino Pino y Lorenza Gutiérrez, que siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo incondicional y la confianza necesaria para culminar mi carrera profesional.

Dedicado a mis hermanos Jailer Javier, Victor Thony, Ronald Edwan y Elio Rubén por su apoyo incondicional que me dieron durante mi formación profesional.

Agradecer en primer lugar a Dios por brindarme una linda familia.

A todos los docentes por la gran enseñanza que me brindaron durante el desarrollo de mi carrera profesional.

A mi Asesor: Ing. Carlos Armando Ríos López, por su orientación profesional y la motivación constante para la culminación de esta investigación.

A los ingenieros Gilberto Paredes y José Celis, quienes me apoyaron en la elaboración de esta investigación de estudio.

RESUMEN

La presente investigación, **“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”**; tuvo como objetivos comparar los costos de consumo del sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional, como su determinación en la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos, se determinó la potencia máxima de consumo de energía y la rentabilidad sobre el uso del sistema de paneles fotovoltaicos en comparación con la energía eléctrica convencional en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.

El propósito de esta investigación estuvo orientado a brindar información actualizada y relevante a la FISI, a fin de que formule estrategias orientadas al manejo y afrontamiento de acuerdo al resultado obtenido. El tipo de estudio fue de método aplicada y transversal, asimismo el diseño aplicado fue pre experimental (Pre y pos test), por otro lado el universo y la muestra estuvo constituida por los 03 laboratorios de telemática, redes y soporte técnico. El instrumento utilizado fue una cartilla de observación directa.

En conclusión para la verificación de Hipótesis se utilizó el método t – student; determinando que la T calculada (3.984) es mayor que la T tabulada (1.701). Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, este hecho nos permite afirmar 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 haberse conseguido un resultado significativo.

SUMMARY

The following research, "ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION COST REDUCING USING A SYSTEM OF PHOTOVOLTAIC PANELS IN THE LABORATORY OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND COMPUTER SYSTEMS OF UNSM - T"; had as objectives to compare the costs of consumption of the system of photovoltaic panels and conventional electricity, as his determination system using photovoltaic panels, high power energy consumption and cost on the use panel system was determined photovoltaic compared with conventional electrical energy in the laboratories of the Faculty of Engineering and Information Systems.

The purpose of this research was oriented to providing updated and relevant information to FISI, to formulate oriented management and facing of strategies according to the results. The study was applied and transversal method was also applied experimental design: Pre and Posttest (with the same unit of analysis), the universe and the sample were constituted by 03 networks telematics laboratories and support. The instrument used was a direct observation card.

So it was concluded that Hypothesis verification was performed with the t-student method; determining that the calculated T (3984) is greater than the tabulated t (1701). Therefore the alternative hypothesis is accepted, this fact allows us to state categorically that the use of photovoltaic panels system reduce the cost of electric energy consumption in the laboratories of the Faculty of Systems Engineering and Informatics, National University of San Martín for having achieved significant results.

ÍNDICE

NOMENCLATURAS	10
a) Lista de cuadros	10
b) Lista de gráficos	11
c) Lista de figuras	12
d) Lista de siglas, abreviaturas y símbolos	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	15
I. EL PROBLEMA	15
1.1. Antecedentes del problema.....	15
1.2. Definición del problema.....	16
1.3. Formulación del problema.....	20
1.4. Justificación e importancia.	20
1.5. Alcance y limitaciones	21
CAPÍTULO II	22
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	22
2.2. Definición de términos.....	24
2.3. Bases teóricas.....	27
2.4. Hipótesis	34
2.4.1. Hipótesis Alternas.....	34
2.4.2. Hipótesis Nula.....	34
2.5. Sistema de variables	35
2.6. Escala de medición	35
2.7. Objetivos	36
2.7.1. Objetivo general.....	36
2.7.2. Objetivos específicos.....	36

CAPÍTULO III	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Universo y muestra	37
3.1.1. Universo	37
3.1.2. Muestra.....	37
3.2. Ámbito geográfico	38
3.3. Diseño de la investigación.....	38
3.4. Procedimientos y técnicas.....	39
3.4.1. Procedimientos	39
3.4.2. Técnicas	39
3.5. Instrumentos	40
3.5.1. Instrumentos de recolección de datos	40
3.5.2. Instrumentos de procesamientos de datos	40
3.6. Prueba de Hipótesis.....	42
CAPÍTULO IV	48
IV. RESULTADOS	48
CAPÍTULO V	62
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
CAPÍTULO VI	63
VI. CONCLUSIONES	63
CAPÍTULO VII	64
VII. RECOMENDACIONES	64
CAPÍTULO VIII	65
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CAPÍTULO IX	67
IX. ANEXOS	67

NOMENCLATURAS

a) Lista de cuadros

Cuadro N° 01: Laboratorio de Soporte Técnico.....	17
Cuadro N° 02: Laboratorio de Redes.....	18
Cuadro N° 03: Laboratorio de Telemática.....	19
Cuadro N° 04: Costo por mes de los 03 laboratorios del tercer piso.....	20
Cuadro N° 05: Variables de medición.....	35
Cuadro N° 06: Universo de la investigación.....	37
Cuadro N° 07: Muestra de la investigación.....	37
Cuadro N° 08: Técnicas e instrumentos de la investigación.....	39
Cuadro N° 09: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.) con energía eléctrica convencional y sistema de paneles fotovoltaicos.....	43
Cuadro N° 10: Estadísticos descriptivos.....	44
Cuadro N° 11: Prueba de muestras independientes.....	46
Cuadro N° 12: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.).....	48
Cuadro N° 13: Datos estadísticos del consumo de energía eléctrica convencional en tomacorrientes.....	49
Cuadro N° 14: Datos estadísticos del costo total de energía eléctrica convencional en tomacorrientes.....	49
Cuadro N° 15: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.).....	50
Cuadro N° 16: Datos estadísticos del consumo de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación.....	51

Cuadro N° 17: Datos estadísticos del costo total de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación.....	51
Cuadro N° 18: Comparación de consumo de energía entre el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional.....	52
Cuadro N° 19: Potencia máxima en Kw por día.....	54
Cuadro N° 20: Costo de inversión inicial del Sistema de Paneles Fotovoltaicos.....	56
Cuadro N° 21: Costo de inversor de 5 KW.....	56
Cuadro N° 22: Datos del costo de inversión para el sistema de paneles fotovoltaicos.....	57
Cuadro N° 23: Costo total del sistema de paneles fotovoltaicos.....	58
Cuadro N° 24: Datos del consumo de energía eléctrica convencional.....	58
Cuadro N° 25: Costo total de la energía eléctrica convencional.....	59
Cuadro N° 26: Costos en nuevos soles por Kw/h anual (Y_1).....	60

b) Lista de gráficos

Gráfico N° 01: Diseño pre experimental de la investigación.....	38
Gráfico N° 02: Comparación de consumo de energía en Kw/h para el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional.....	53
Gráfico N° 03: Potencia máxima en Kw.....	55
Gráfico N° 04: Comparación prospectiva a 20 años entre el costo del sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional.....	61

c) Lista de figuras

Figura N° 01: Panel Fotovoltaico.....	30
Figura N° 02: Sistema del panel fotovoltaico conectado a la energía eléctrica convencional.....	34
Figura N° 03: Gráfica de distribución de T – student.....	47

d) Lista de siglas, abreviaturas y símbolos

UNSM	: Universidad Nacional de San Martín
FISI	: Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
SPSS	: Statistical Product and Service Solutions
Kw/h	: Kilowatt por hora
H_1	: Hipótesis Alterna
H_0	: Hipótesis Nula

INTRODUCCIÓN

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, es el título del presente trabajo de investigación.

El problema fundamental que aborda la presente investigación es el elevado costo de consumo de energía eléctrica de los 03 laboratorios del tercer piso de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, es por ello que despertó el interés de realizar este estudio ya que se planteó reducir los costos de consumo de energía para el beneficio de la UNSM utilizando un sistema de paneles fotovoltaicos.

El sistema de paneles fotovoltaicos, básicamente consiste en reemplazar a la energía eléctrica convencional que nos brinda una empresa prestadora de servicio eléctrico; para ello se hicieron las mediciones de consumo de energía sobre las luminarias y los tomacorrientes de los 03 laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, utilizando una cartilla de observación directa.

La hipótesis que se plantea es la siguiente: 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 UNSM –T, una vez hecha la recolección de datos esta fue sometida a su respectiva verificación usando la distribución de t-student. Los resultados obtenidos permitieron demostrar la hipótesis.

El trabajo de investigación se dividió en cinco capítulos fundamentales:

- Capítulo I, denominado El Problema, en donde se expone los antecedentes del problema, definición del problema, la justificación, el alcance y limitaciones.
- Capítulo II, denominado Marco teórico, comprende los antecedentes del problema, las bases teóricas, la hipótesis, sistemas de variables y los objetivos.

- Capítulo III, denominado Materiales y Métodos, Comprende la metodología realmente aplicada, las técnicas y herramientas empleadas, donde además se hace la prueba de hipótesis.
- Capítulo IV y V, denominado Resultados y Discusión de los Resultados, respectivamente, en donde se describe el comportamiento de las variables, el resultado de ambas y contraste entre ellas.

Finalmente se presentan las conclusiones que vienen a ser las consecuencias lógicas, las deducciones y los logros más importantes del trabajo de investigación; y las recomendaciones, en donde se redactan un conjunto de sugerencias dirigidas a la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

CAPÍTULO I

I. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes del problema.

La presente investigación se pretende realizar un análisis en la reducción del costo de consumo de energía eléctrica usando un sistema de paneles fotovoltaicos existentes en la actualidad en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Según José Antonio Morales Sánchez (2012), la generación de energía eléctrica mediante el sistema fotovoltaico constituye una alternativa viable, la energía solar como vector energético sostenible en la actualidad podría ser una solución a los problemas energéticos que existe en el mundo, a la vez impide la emisión de gases tóxicos.

Según Sergio Mancilla (2009), hace mención que el uso de fuentes de energías alternativas, son medidas que permiten aliviar el uso de las energías eléctricas convencionales, logrando con esto alcanzar una cierta independencia, consiguiendo además, disminuir (crisis energética) los niveles de contaminación al dejar de utilizar en parte combustibles fósiles.

Cuando hablamos de crisis energética nos damos cuenta del problema que nos afecta a todos, como es el aumento en la mayoría de los casos, el costo de la energía eléctrica en relación con la empresa prestadora del servicio, así como la disminución de la producción mundial de petróleo, el riesgo de accidentes nucleares, entre otros. Es por esto que desde hace un tiempo se ha desarrollado el interés por buscar alternativas que permitan reducir o anular estos problemas, y para esto, se ha visto utilizar la energía solar mediante paneles fotovoltaicos que puede ser usado de forma eficiente y consiente la energía.

Según Tatiana Arango (2013), hace mención en su artículo sobre un estudio realizado en el año 2011 por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), el sector industrial colombiano tiene los valores más altos de la energía de Suramérica con

un valor de US\$15,5 centavos por Kw/h, seguidos por los valores de Chile US\$10,7 centavos por Kw/h y Uruguay con US\$10 centavos por Kw/h. Si se incluye Centroamérica dentro del ranking, Colombia ocuparía el cuarto lugar después de Guatemala, El Salvador y Panamá con US\$23,3 ctvs, US\$19,43 ctvs y US\$16,95 ctvs, respectivamente.

Como vemos, el sector de la energía solar en diferentes lugares del mundo y del País; va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable. Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes edificaciones expuestas como estacionamientos, fábricas industriales, universidades, entre otros.

En el Perú se viene desarrollando poco a poco proyectos pilotos de electrificación fotovoltaica aunque en la Región San Martín, aun no es notable la utilización de un sistema de paneles fotovoltaicos para empresas que tienen gran envergadura, esto hace que aún exista desconocimiento de aquellos sectores que pueden aprovecharlo más intensamente.

1.2. Definición del problema

La problemática que se está dando en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática es que no existe una medición total del consumo de energía eléctrica convencional; sabiendo que la empresa prestadora del servicio eléctrico emite una factura total del consumo de energía que utiliza la Ciudad Universitaria de la UNSM – T.

En el Tercer Piso de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e informática existe un tablero general que se usa para la distribución de la energía eléctrica convencional que provee a los equipos electrónicos que son: aires acondicionados, ventiladores, equipos de cómputos, proyectores

entre otros, y el sistema de paneles fotovoltaicos que están solamente conectadas a las iluminaciones de los laboratorios.

En la actualidad la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática hace uso de los laboratorios de redes y telemática, en donde los docentes de cada asignatura dictan sus respectivas clases a los estudiantes, para realizar sus prácticas e investigaciones que son de lunes a viernes en horarios diferentes desde 06:00 horas hasta las 20: 00 horas, solo el laboratorio de soporte técnico está disponible hasta las 15: 00 horas, ya que estos laboratorios necesitan energía constantemente; por lo cual es conveniente y necesario buscar una alternativa de energía eléctrica técnicamente factible y económicamente viable que permita reducir el costo de consumo de energía eléctrica utilizando un sistema de paneles fotovoltaicos.

A continuación se detalla los siguientes cuadros de los equipos electrónicos de cada laboratorio y su estimación calculada de potencia promedio teórico del costo de consumo de energía eléctrica:

Cuadro N° 01: Laboratorio de Soporte Técnico

N°	Descripción	Cantidad	Consumo en (Kw/h)	Costo de Kw/h (S/.)	Costo Total por 8 Horas (S/.)
01	Computadoras	02	0.5	S/. 0.5689	S/. 4.55
02	Ventiladores	01	0.08	S/. 0.5689	S/. 0.36
03	Focos Fluorescentes	08	0.04	S/. 0.5689	S/. 1.46
Total					S/. 6.37

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 01 se especifica que las siguientes mediciones son cálculos estimados que se obtuvo de cada equipo electrónico, además se observa claramente el consumo de energía eléctrica durante las 08 horas de cada día respectivamente representado por Kw/h y este es multiplicado por el

costo de Kw/h (S/. 0.5689) que factura la empresa prestadora del servicio, el cual nos da el resultado del costo por hora.

Entonces si se suman todos los costos de los equipos electrónicos durante los 08 horas del día tenemos un **costo total de S/. 6.37 por día** que es el laboratorio de soporte técnico. Eso quiere decir que durante la semana que son 5 días se multiplica por el costo total del día el resultado es el siguiente **S/. 31.85 por semana.**

Costo por mes

Si el costo en una semana es de **S/. 31.85** y este se multiplica por las cuatro semanas que tiene un mes, se obtiene un total de **S/. 127.40 al mes**, solo por utilizar el laboratorio de soporte técnico durante las 08 horas diarias de lunes a viernes.

Cuadro N° 02: Laboratorio de Redes

N°	Descripción	Cantidad	Consumo en (Kw/h)	Costo de Kw/h (S/.)	Costo Total por 5 Horas (S/.)
01	Computadoras	20	0.465	S/. 0.5689	S/. 26.45
02	Proyector	01	0.275	S/. 0.5689	S/. 0.78
03	Focos Fluorescentes	16	0.04	S/. 0.5689	S/. 1.82
Total					S/. 29.05

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 02 se especifica que las siguientes mediciones son cálculos estimados que se obtuvo de cada equipo electrónico, además se observa claramente el consumo de energía eléctrica durante las 05 horas de cada día respectivamente representado por Kw/h y este es multiplicado por el costo de Kw/h (S/. 0.5689) que factura la empresa prestadora del servicio, el cual nos da el resultado del costo por hora.

Entonces si se suman todos los costos de los equipos electrónicos durante los 05 horas del día tenemos un **costo total de S/. 29.05 por día** que es el laboratorio de redes. Eso quiere decir que durante la semana que son 5 días se multiplica por el costo total del día el resultado es el siguiente **S/. 145.25 por semana.**

Costo por mes

Si el costo en una semana es de **S/. 145.25** y este se multiplica por las cuatro semanas que tiene un mes, se obtiene un total de **S/. 581.00 al mes**, solo por utilizar el laboratorio de redes durante las 05 horas diarias de lunes a viernes.

Cuadro N° 03: Laboratorio de Telemática

N°	Descripción	Cantidad	Consumo en (Kw/h)	Costo de Kw/h (S/.)	Costo Total por 5 Horas (S/.)
01	Computadoras	06	0.465	S/. 0.5689	S/. 7.94
02	Proyector	01	0.275	S/. 0.5689	S/. 0.78
03	Focos Fluorescentes	16	0.04	S/. 0.5689	S/. 1.82
Total					S/. 10.54

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 03 se especifica que las siguientes mediciones son cálculos estimados que se obtuvo de cada equipo electrónico, además se observa claramente el consumo de energía eléctrica durante las 05 horas de cada día respectivamente representado por Kw/h y este es multiplicado por el costo de Kw/h (S/. 0.5689) que factura la empresa prestadora del servicio, el cual nos da el resultado del costo por hora.

Entonces si se suman todos los costos de los equipos electrónicos durante los 05 horas del día tenemos un **costo total de S/. 10.54 por día** que es el laboratorio de telemática. Eso quiere decir que durante la semana que son 5 días se multiplica por el costo total del día el resultado es el siguiente **S/. 52.70 por semana.**

Costo por mes

Si el costo en una semana es de **S/. 52.70** y este se multiplica por las cuatro semanas que tiene un mes, se obtiene un total de **S/. 210.80 al mes**, solo por utilizar el laboratorio de telemática durante las 05 horas diarias de lunes a viernes.

Cuadro N° 04: Costo por mes de los 03 laboratorios del tercer piso

LABORATORIOS	COSTO POR MES (S/.)
Laboratorio de Soporte Técnico	S/. 127.40
Laboratorio de Redes	S/. 581.00
Laboratorio de Telemática	S/. 210.80
TOTAL	S/. 919.20

Fuente: Elaboración propia

Al mes los laboratorios del tercer piso se obtiene un costo total de **S/. 919.20** y este monto es resultado solo de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín – T.

1.3. Formulación del problema

¿En qué medida se reducirá el costo de consumo de energía eléctrica utilizando un sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNSM – T?

1.4. Justificación e importancia.

1.4.1. Teórico

El trabajo de investigación permitirá conocer cuánto es el costo de consumo de energía eléctrica usando un sistema de paneles fotovoltaicos, las ventajas que esta tiene frente a la energía eléctrica convencional, de tal manera que las demás facultades de la Universidad Nacional de San Martín utilicen esta energía y

además servirá como sustento teórico para futuras investigaciones.

1.4.2. Práctica

La presente investigación se podrá constatar los beneficios y ventajas que tiene el sistema de paneles fotovoltaicos, es decir, reducirá el costo de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, siendo esto favorable para la Universidad.

1.5. Alcance y limitaciones

1.5.1. Alcance

El proyecto de investigación se realizará en los 3 laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e informática de la Universidad Nacional de San Martín, que no incluye la parte del pabellón de la ampliación de Aulas, tampoco incluye los aires acondicionados.

1.5.2. Limitaciones

Recopilación de documentos respecto al consumo de energía eléctrica convencional de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e informática de la Universidad Nacional de San Martín.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

DIAZ NARVAEZ, Hedier y DIEZ CARDONA, Fabian (2007) en su tesis “ANÁLISIS, MODELADO, SIMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR AUTÓNOMO” han concluido lo siguiente:

1. El uso de la energía fotovoltaica y el papel tan importante que juega en el acontecer cotidiano; la energía fotovoltaica no podrá ser limpia pero es una de la mejores alternativas para reemplazar las que actualmente dominan al mundo y lo impactan tan brutalmente al utilizar energía convencional.

CHÁVEZ GUERRERO, Mónica Alejandra (2012) en su tesis “PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA USO DE PANELES SOLARES EN GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DE ELECTRICIDAD EN EL COMPLEJO HABITACIONAL “SAN ANTONIO” DE RIOBAMBA”. Ha concluido lo siguiente:

1. El sol al ser una fuente de energía inagotable, resulta en la implementación de paneles solares fotovoltaicos es muy rentable ya que la adaptación de la energía emanada no es dificultosa, además que es una manera ecológica de generación de energía.

2. Implementando el sistema de generación fotovoltaico a la larga se recupera la inversión hecha, aparte que en caso de cortes imprevistos de la empresa eléctrica, no se verá afectado el usuario ya que el sol es una fuente inagotable de energía, no sufrirá cortes, ya que el sistema está perfectamente diseñado en función de la carga pico. Y las baterías de los sistemas fotovoltaicos son de ciclo profundo.

BEJARANO BEJARANO, Néstor Ángel (2011) en su tesis “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SOLAR PARA LA

ILUMINACIÓN EXTERNA DEL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO” ha concluido lo siguiente:

1. Al estudiar la energía solar, por ende la insolación solar, se notó que la radiación solar llega a la tierra en grandes cantidades el mismo que no se está aprovechando en mayor parte, el uso de esta energía renovable ayudaría a mitigar los problemas ambientales que se viven en la actualidad ya que evitaría las emisiones de CO₂ hacia la atmosfera.
2. El diseño del sistema de alumbrado exterior de la Escuela en Ecoturismo se realizó en base a estudios de sistemas de alumbrado público, que se han venido aplicando según las normas correspondientes, los criterios y valores asumidos se basan a estudios profundos y recomendaciones de países desarrollados. Se tomó mucho en cuenta estos criterios ya que en nuestro país no existe aún una norma a la cual se debe respaldar estos criterios.
3. En el diseño del sistema fotovoltaico se concluye que para cada latitud hay una inclinación óptima del panel solar, y para cada longitud hay un ángulo de azimut, y se determinó que para sistemas fotovoltaicos autónomos fijos el ángulo de inclinación del panel varía según las estaciones del año.
4. En el diseño de la estructura en donde se montó el sistema fotovoltaico autónomo, se rige a estándares de alturas de postes de alumbrado público, se realizó un breve análisis estructural, sin dejar a un lado la parte decorativa.
5. Al realizar el respectivo análisis financiero del proyecto notamos que el tiempo que tarda en recuperar la inversión es superior al tiempo de vida útil del sistema, por lo tanto este proyecto desde el punto de vista financiero no es viable.

ORDINOLA CASTILLO, Mario Alfonso (2009) en su tesis “DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS” ha concluido lo siguiente:

1. Si bien existen diferentes tipos de tecnologías para poder generar energía eléctrica en las comunidades campesinas, ninguna de ellas proporciona un control del consumo, ya que solamente proveen de ella, pero no ayudan a controlar su consumo.
2. Los Medidores Prepago aparecen como una buena alternativa para realizar un control del consumo de la energía eléctrica en estos lugares.
3. Sin embargo, la mejor alternativa para realizar el control del consumo es el empleo en conjunto de sensor, microcontrolador, conversor análogo - digital y un dispositivo de corte, ya que pueden realizar esta tarea satisfactoriamente y no tienen un alto precio. En otras palabras, este conjunto de elementos representa a la alternativa más eficiente y eficaz.
4. Por un lado, la simulación del programa que se emplearía en el microcontrolador proporcionó los resultados esperados; y, por otro lado, la simulación del circuito de potencia funcionó correctamente. Por ello, se concluye que tanto el programa como también el circuito de potencia podrían emplearse para realizar la implementación del sistema de control.
5. Este sistema surge también como una buena alternativa para emplearse en las viviendas como un dispositivo de control de la energía consumida por esta, pudiendo los usuarios con ello regular la cantidad de energía que desean consumir.

2.2. Definición de términos

Batería GEL: Como concepto general hay dos tipos de batería que se usan con más frecuencias en sistemas fotovoltaicos: Plomo – Ácido regulada por válvulas (PARV) y Plomo Ácido Humeda (PAH). La tecnología PARV incluye baterías de electrolito gelatinoso y baterías de esponja de fibra de vidrio (EFV o AGM por sus siglas en inglés).

Capa de Ozono: En la atmosfera terrestre existe una capa gaseosa rica en ozono situada entre 10 y 50 km de la superficie terrestre. La capa de ozono actúa como un filtro que retiene la radiación ultravioleta, protegiendo a los seres vivos de sus efectos nocivos al producir

alteraciones en las células de las capas más profundas de su epidermis.

Celda Fotovoltaica: Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos.

Costo de Consumo: Es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio, que equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora.

Consumo Eléctrico: Número de Vatios de hora (WH) o kilovatios hora (KWH) utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo.

Crisis Energética: Una crisis energética es una gran carestía (o una subida de precio) en el suministro de fuentes energéticas a una economía. Normalmente hace referencia a una disminución de la disponibilidad de petróleo, electricidad u otros recursos naturales. La crisis a menudo repercute en el resto de la economía, provocando una recesión en alguna forma. En particular, los costes de producción de electricidad crecen, lo que eleva los costes de las manufacturas. Para el consumidor, el precio de la gasolina (petróleo) para automoción aumenta, lo que lleva al consumidor a una reducción de sus gastos y a una menor confianza.

Efecto Invernadero: Es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura.

Energía Eléctrica convencional: Se denomina así a todas las energías que son de uso frecuente en el mundo o que son las fuentes más comunes para producir energía eléctrica. En este caso, algunas veces se utiliza como agente de locomoción la fuerza del agua, como medio de

producir energía mecánica, a través del movimiento de una rueda con cucharas y alabes, que canalizan el poder natural de las aguas y cuyos dispositivos se denominan turbinas. El agua utilizada para este fin pertenece al medio ambiente natural en que vivimos y por su fertilidad pertenece a la clase renovable.

Energía Eléctrica: La Energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores. Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético. Ej.: La transportada por la corriente eléctrica en nuestras casas y que se manifiesta al encender una bombilla.

Energía Fotovoltaica: La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos.

Inversor: La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

Medidor Trifásico: El medidor trifásico es utilizado para conexiones trifásicas (cuenta con tres cables de ingreso), que alimentan potencias superiores a 6 kW y que permiten el funcionamiento de motores eléctricos y artefactos como: termas, cocinas eléctricas, hornos eléctricos, etc.

Panel Fotovoltaico: Es un dispositivo lo que hace es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad. Asociadas eléctricamente para proporcionar los valores de corriente y voltaje necesarios para una aplicación determinada, y convenientemente encapsuladas para proporcionar aislamiento y proteger a las células de la humedad y la corrosión.

Potencia Eléctrica: Capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo (la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo). La unidad de medida es el Vatio (W), el kilovatio (KW) o el megavatio (MW).

Regulador de Carga: También llamado unidad de control o controlador de carga. Componente que controla el flujo de corriente hacia la batería y de esta hacia los equipos para protegerla de sobrecargas y sobre descargas.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Producción de la energía eléctrica a partir del sol

La producción está basada en el fenómeno físico denominado "efecto fotovoltaico", que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas.

Las células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa.

Las células se montan en serie sobre paneles fotovoltaicos para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra, creando una corriente proporcional a la radiación incidente. Una capa antirreflejo, instalada en la superficie de la célula, aumenta la eficacia de la misma.

La energía proveniente del sol puede servir para distintos propósitos. Uno de ellos es la generación de electricidad, conocida como 'electricidad solar'. Con la ayuda de paneles solares, la luz del sol es convertida directamente en energía eléctrica. Este proceso es denominado efecto fotovoltaico o FV.

El uso de electricidad solar presenta muchas ventajas, puesto que se trata de una fuente de energía limpia, silenciosa y confiable.

Hoy en día, el uso de la electricidad solar se ha generalizado. En zonas remotas donde no hay conexión a la red de distribución pública, esta forma de energía solar es empleada para satisfacer la demanda de electricidad de los hogares y para alimentar bombas de agua y refrigeradores para vacunas; con frecuencia, estos sistemas cuentan con baterías para almacenar electricidad.

2.3.2. Definición de la energía fotovoltaica

Es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica.

Esta definición de la energía solar fotovoltaica, aunque es breve, contiene aspectos importantes sobre los cuales se puede profundizar:

1. La energía solar se puede transformar de dos maneras:

La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor. A la energía obtenida se le llama energía solar térmica. La transformación se realiza mediante el empleo de colectores térmicos.

La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad. A la energía obtenida se le llama energía solar fotovoltaica. La transformación se realiza por medio de paneles fotovoltaicos.

2. La energía solar fotovoltaica se utiliza para hacer funcionar lámparas eléctricas, para iluminación o para hacer funcionar radios, televisores y otros electrodomésticos de bajo consumo energético, generalmente, en aquellos lugares donde no existe acceso a la energía eléctrica convencional.

3. Es necesario disponer de un sistema formado por equipos especialmente contruidos para realizar la transformación de la energía solar en energía eléctrica. Este sistema recibe el

nombre de sistema fotovoltaico y los equipos que lo forman reciben el nombre de componentes fotovoltaicos.

2.3.3. Sistema Fotovoltaico

Un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

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

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

- ✓ El panel fotovoltaico
- ✓ La batería
- ✓ El regulador de carga
- ✓ El inversor

2.3.3.1. Panel Fotovoltaico

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado panel fotovoltaico. Los paneles fotovoltaicos son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

Figura N°01. Panel Fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2. Baterías.

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

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

- Almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar y/o bajo consumo de energía eléctrica. Durante el día los paneles fotovoltaicos producen más energía de la que realmente se consume en ese momento. Esta energía que no se utiliza es almacenada en la batería.
- Proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar. Normalmente en aplicaciones de

electrificación rural, la energía eléctrica se utiliza intensamente durante la noche para hacer funcionar tantas lámparas o bombillas así como un televisor o radio, precisamente cuando la radiación solar es nula. Estos aparatos pueden funcionar correctamente gracias a la energía eléctrica que la batería ha almacenado durante el día.

- Proveen un suministro de energía eléctrica estable y adecuada para la utilización de aparatos eléctricos. La batería provee energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y permite, además, operar aparatos eléctricos que requieran de una corriente mayor que la que puede producir los paneles (aún en los momentos de mayor radiación solar). Por ejemplo, durante el encendido de un televisor o durante el arranque de una bomba o motor eléctrico.

2.3.3.3. El Regulador o Controlador de carga

Este es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los paneles fotovoltaicos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad. Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los paneles fotovoltaicos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas.

2.3.3.4. Inversor

Proveer adecuadamente energía eléctrica no sólo significa hacerlo en forma eficiente y segura para la instalación y las personas; sino que, también significa proveer energía en la cantidad, calidad y tipo que se necesita.

El tipo de la energía se refiere principalmente al comportamiento temporal de los valores de voltaje y corriente con los que se suministra esa energía. Algunos aparatos eléctricos, como lámparas, radios y televisores funcionan a 12 voltios (V) de corriente directa, y por lo tanto pueden ser energizados a través de una batería cuyo voltaje se mantiene relativamente constante alrededor de 12 V.

2.3.4. Aplicación de los Sistemas Fotovoltaicos:

En general, los sistemas fotovoltaicos pueden tener las mismas aplicaciones que cualquier sistema generador de electricidad. Sin embargo, las cantidades de potencia y energía que se pueden obtener de un sistema fotovoltaico están limitadas por la capacidad de generación y almacenamiento de los equipos instalados, especialmente de los paneles fotovoltaicos y la batería respectivamente, y por la disponibilidad del recurso solar. Técnicamente, un sistema fotovoltaico puede producir tanta energía como se desee; sin embargo desde el punto de vista económico, siempre existen limitaciones presupuestarias en cuanto a la capacidad que se puede instalar.

2.3.4.1. Sistemas de Paneles fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica convencional

Los sistemas de paneles fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica convencional constituyen una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que más atención están recibiendo en los últimos años, dado su elevado potencial de utilización en zonas urbanizadas próximas a la energía eléctrica.

Estos sistemas están compuestos por paneles fotovoltaicos que se encuentran conectados a la energía eléctrica convencional a través de un inversor, por lo que se produce un intercambio energético entre la energía eléctrica convencional y el sistema de paneles fotovoltaicos. Uno de los factores favorables de los sistemas de paneles fotovoltaicos conectados a la energía eléctrica convencional es la posibilidad de mejorar la calidad del servicio de la energía suministrada, procurando que la máxima producción del sistema de paneles fotovoltaicos coincida con horas en que los problemas de suministro de las compañías eléctricas sean más graves.

La energía distribuida representa ventajas en comparación con la transmisión convencional que se realiza mediante las plantas termoeléctricas. La energía generada por estas plantas es transportada a altos voltajes a través de grandes distancias, hasta una carga distribuidora donde el voltaje es disminuido para ser utilizado, provocando así considerables pérdidas de energía. En cambio, las plantas fotovoltaicas son construidas cercanas a la demanda eléctrica y son muchos más fáciles de construir, de instalar y de

expandirse en la medida en que la demanda se incrementa. A lo anterior se le añade la ventaja de que no consumen combustibles fósiles, no contaminan el aire ni el agua, y son silentes.

Figura Nº 02. Sistema del panel fotovoltaico conectado a la energía eléctrica convencional



Fuente: <http://www.elergone.com/>

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis Alterna (H_1)

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 UNSM –T.

2.4.2. Hipótesis Nula (H_0)

La utilización del sistema de paneles fotovoltaicos no reducirá el costo de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNSM –T.

2.5. Sistema de variables

Variable Dependiente: Costo de consumo de energía eléctrica en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e informática de la UNSM – T.

Variable Independiente: Esta variable son manipulables y están muy vinculadas a la aplicación y metodología del investigador por lo que tenemos.

Variable Explicativa: Utilización del sistema de paneles fotovoltaicos

Cuadro N° 05: Variables de medición

VARIABLES	
Dependiente	Costo de consumo de energía eléctrica (Y_1)
Independiente	Utilización del sistema de paneles fotovoltaicos (X_1)

Fuente: Elaboración propia

2.6. Escala de medición

La escala de medición para la investigación es en Kilowatts (Kw).

Indicadores

VARIABLE Y: COSTO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Indicadores

Y_1 = Costos en nuevos soles por Kw/hora (CNS/K)

VARIABLE X: UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Indicadores

X_1 = Costo del consumo de energía eléctrica convencional en tomacorrientes en Kw/h (CETK)

X_2 = Costo del consumo del Sistema de Paneles Fotovoltaicos en iluminación en Kw/h (CSPK)

2.7. Objetivos

2.7.1. Objetivo general

- Analizar la reducción del costo de consumo de energía eléctrica mediante el uso del sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín – T.

2.7.2. Objetivos específicos

- Comparar los costos de consumo del sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional.
- Determinar la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- Determinar la potencia máxima de consumo de energía de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
- Determinar la rentabilidad sobre el uso del sistema de paneles fotovoltaicos en comparación con la energía eléctrica convencional.

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Universo y muestra

3.1.1. Universo

El universo corresponde a los 03 laboratorios: laboratorio de telemática, laboratorio de redes y laboratorio de soporte técnico que se ubican en el tercer piso de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática donde se harán la investigación propuesta.

Cuadro N° 06: Universo de la investigación

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
03 Laboratorios del tercer piso	100 %

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Muestra

La muestra está constituida también por los 03 laboratorios de telemática, redes y soporte técnico, donde se realizarán dichos estudios acerca de la reducción del costo de consumo de energía eléctrica con la utilización de un sistema de paneles fotovoltaicos.

Cuadro N° 07: Muestra de la investigación

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
03 Laboratorios del tercer piso	100 %

Fuente: Elaboración propia

3.2. Ámbito geográfico

La investigación se centra en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Martín, siendo el lugar principal de contexto en donde se realizarán los previos estudios. Para más detalles, se presenta la descripción exacta en donde se realizará la investigación:

Departamento: San Martín.

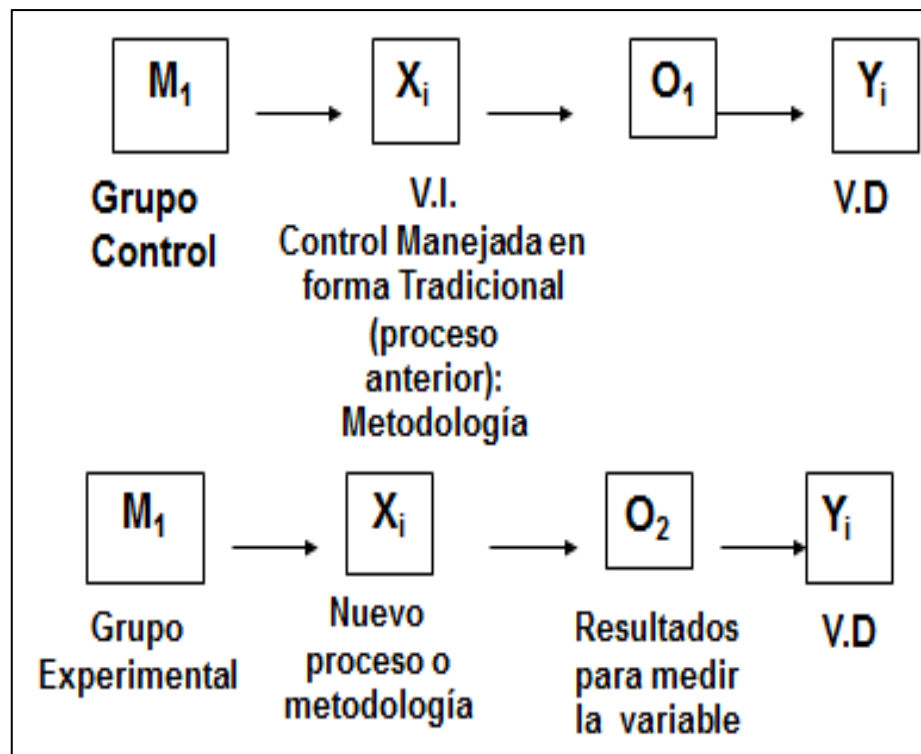
Provincia: San Martín.

Distrito: Morales.

3.3. Diseño de la investigación

Diseño Pre Experimental

Gráfico N° 01: Diseño pre experimental de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.4. Procedimientos y técnicas

3.4.1. Procedimientos

La presente investigación se realizó usando la observación directa, para realizar las mediciones se trabajó con los 03 laboratorios (Soporte técnico, redes y telemática), es decir para saber el consumo de energía eléctrica las mediciones se hicieron por día (lunes a viernes), por lo tanto las primeras 05 semanas se obtuvieron mediciones de los laboratorios conectados a la energía eléctrica convencional en tomacorrientes y las siguientes 05 semanas se hizo utilizando el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación.

3.4.2. Técnicas

Cuadro N° 08: Técnicas e instrumentos de la investigación

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación Directa	Podremos observar a la energía eléctrica convencional junto al sistema de paneles fotovoltaicos.	Guía de observación.	Procesos de medición que se dan dentro del desarrollo de los laboratorios la FISI.
Análisis de documentos	Para obtener la información de los libros, informes, artículos, páginas de internet, etc. Referentes temas relacionados con la investigación.	Fichas bibliográficas. Subrayado.	La bibliografía necesaria para desarrollar el marco teórico y la información complementaria.

Fuente: Elaboración propia

3.5. Instrumentos

3.5.1. Instrumentos de recolección de datos

Para poder realizar las mediciones de los laboratorios de soporte técnico, redes y telemática, se usó un medidor trifásico con las siguientes características:

- ✓ Medidor trifásico electrónico A1R 3H 2.5-20A 57.7-240V. Modelo Alpha plus. Pantalla LCD. 8 dígitos programación.
- ✓ Tensión: 57.7-240v, corriente: 2.5.....20amp, hilos: 3. CL: 0.2, medición: energía activa/reactiva, máxima/manda 4 tarifas, valor instrumental de corriente y tensión, factor de potencia.

Se utilizó una cartilla de observación directa para realizar los apuntes de consumo de energía (Kw/h) durante 15 días tanto para el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional de los laboratorios de soporte técnico, redes y telemática. Ver anexo 01.

3.5.2. Instrumentos de procesamientos de datos

Para el procesamiento de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

Para hallar que hay en los datos:

- **La media aritmética o promedio (M):** Es el estadístico de tendencia central más significativo y corresponde variables de cualquier nivel de medición pero particularmente a las mediciones de intervalo y de razón.

$$M = \frac{X_1 + X_2 + X \dots}{N}$$

Dónde: M, media aritmética; X, frecuencia de un valor cualquiera de la variable y N, número total de los valores considerados.

- **La mediana (Me):** Es el estadístico que determina el valor de la variable que se ubica en una escala ordinal de manera que deja debajo y encima suyo igual número de los valores con frecuencias mayores y menores respectivamente. Corresponde típicamente a las variables de medición ordinal, establece valores de clasificación y distinción jerárquica de una variable.
- **La moda (Mo):** Se define como el valor estadístico de la variable que tiene o reúne mayor frecuencia. También corresponde a las variables de medición nominal.

Para conocer qué tanto varían los datos:

- **Rango o intervalo:** Es simplemente la distancia entre los dos valores más extremos de una medición.
- **Desviación estándar (S):** Es el promedio de las desviaciones o dispersiones de las puntuaciones respecto a la media o promedio, permite medir el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los datos de la población objeto de medición. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos respecto a la media mayor será la desviación estándar, lo cual significa mayor heterogeneidad entre las mediciones. La fórmula para calcular la desviación estándar de una muestra de observaciones de datos es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dónde: X_i , enésimo dato; \bar{X} , valor medio o media de la muestra, n , número de datos (de 1, 2,3,..., n).

- **La varianza:** Se define como la elevación al cuadrado de la desviación estándar, S^2 .

Para describir las diferencias entre grupos y variables:

- **Prueba t-student:** Es una prueba estadística para evaluar hipótesis en torno a una media cuando los tamaños de la muestra n son menores que 30 mediciones para saber si hay diferencia significativa entre la media de la muestra \bar{X} y la media poblacional μ .

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s}$$

Aunque también puede usarse para muestras más grandes ($n > 100$) siempre y cuando los grupos a evaluar se distribuyan según la Ley Normal (criterio de “Normalidad”).

El programa de computador que se utilizó para el procesamiento de datos y realizar las pruebas respectivas fue el **SPSS** que es un instrumento de análisis multivariante de datos cuantitativos que está diseñado para el manejo de datos estadísticos.

3.6. Prueba de Hipótesis

Para la prueba de hipótesis se usaron los datos correspondientes a las mediciones de la variable dependiente “Costo de consumo de energía eléctrica” de los laboratorios de la FISI. Se realizaron las mediciones de los consumos de energía con el uso de la energía eléctrica convencional y el sistema de paneles fotovoltaicos durante 5 semanas, 15 días para el grupo de energía eléctrica convencional y 15 días para el sistema de paneles fotovoltaicos; los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 09: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.) con energía eléctrica convencional y sistema de paneles fotovoltaicos.

Nro de días	Pre test		Pos test	
	Energía eléctrica convencional		Sistema de Paneles Fotovoltaicos	
	Consumo de energía Kw/h	Costo total de energía S/.	Consumo de energía Kw/h	Costo total de energía S/.
1	12.6609	S/. 7.20	10.9155	S/. 6.21
2	16.6479	S/. 9.47	14.193	S/. 8.07
3	15.336	S/. 8.72	13.263	S/. 7.55
4	30.955	S/. 17.61	15.459	S/. 8.79
5	26.609	S/. 15.14	12.000	S/. 6.83
6	40.8775	S/. 23.26	23.9685	S/. 13.64
7	25.1535	S/. 14.31	14.3715	S/. 8.18
8	23.571	S/. 13.41	14.484	S/. 8.24
9	21.7735	S/. 12.39	14.5515	S/. 8.28
10	33.597	S/. 19.11	21.156	S/. 12.04
11	33.645	S/. 19.14	26.049	S/. 14.82
12	25.686	S/. 14.61	14.973	S/. 8.52
13	21.2715	S/. 12.10	14.8665	S/. 8.46
14	25.8125	S/. 14.68	17.8395	S/. 10.15
15	28.743	S/. 16.35	19.890	S/. 11.32

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó la prueba de T–Student para la verificación de hipótesis, se trabajó con los siguientes valores:

$$\alpha = 5\% \text{ ó } 0.05$$

$$gl = n_1 + n_2 - 2 = 28$$

$$T_t = 1.701$$

$$T_c = ?$$

Dónde:

- ❖ α : Es el nivel de significación de la prueba.
- ❖ gl : Es el grado de libertad.
- ❖ n_1 : Es el tamaño de la muestra correspondiente al grupo de la energía eléctrica convencional.
- ❖ n_2 : Es el tamaño de la muestra correspondiente al grupo del sistema de paneles fotovoltaicos.
- ❖ T_t : Es el valor de t–student tabulada, es decir que se obtiene de la tabla estadística al comparar el nivel de significancia (α) y los grados de libertad (gl).
- ❖ T_c : Es el valor de t–student calculado.

Después de procesar los datos de “Costo total de energía” del cuadro N°9 usando el programa estadístico SPSS, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 10: Estadísticos descriptivos

	Tipo de Energía Eléctrica	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Costo total de energía (S/.)	Energía eléctrica convencional (Pre test)	15	14.5000	4.28038	1.10519
	Sistema de Paneles Fotovoltaicos (Pos test)	15	9.4067	2.48801	0.64240

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 10 los estadísticos resumen en cada grupo N (tamaño), la media, la desviación típica o estándar y el error típico de la media tanto para la energía eléctrica convencional y el sistema de paneles fotovoltaicos.

Una prueba de homogeneidad de varianzas (la prueba de Levene), que nos va a informar sobre el segundo requisito para aplicar la comparación de medias mediante la prueba T de Student: la homogeneidad de varianzas. El programa hace un contraste a través del estadístico F de Snedecor y nos aporta una significación estadística, o valor “p” asociado a la hipótesis nula de que “las varianzas son homogéneas”. Cuando ese valor “p” es significativo ($p < 0.05$) debemos dudar de la homogeneidad de varianzas.

Cuadro N° 11: Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Costo total de energía (S/.)	Se han asumido varianzas iguales	2.284	.142	3.984	28	.000	5.09333	1.27833	2.47479	7.71187
	No se han asumido varianzas iguales			3.984	22.491	.001	5.09333	1.27833	2.44559	7.74107

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro anterior la prueba de Levene no es significativa ($p = 0.142$), por lo que asumimos la homogeneidad de varianzas y leemos la t de Student en la fila superior (“se han asumido varianzas iguales”): el estadístico t vale 3.984 (con 28 grados de libertad).

Entonces tenemos que:

A un nivel de significancia alfa de 5% $\rightarrow \alpha=0.05$

Grados de libertad $\rightarrow gl=28$

T de Student calculado $\rightarrow T_c = 3.984$

T de Student de tabla $\rightarrow T_t = 1.701$

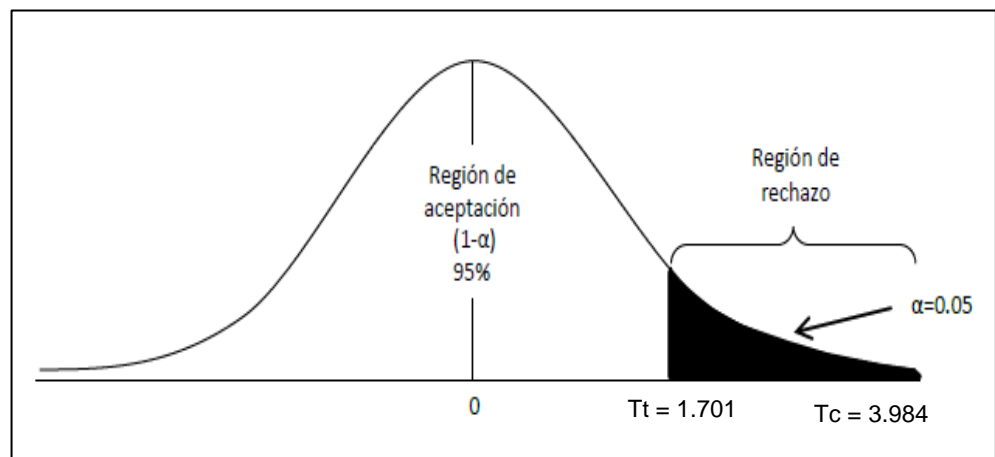
Partiendo de los considerandos:

$H_0: \mu_{Pre}=\mu_{Pos}$ (No existe diferencia entre los datos del pre test con el pos test)

Rechazo la hipótesis Nula si: $T_c > T_t$ ó $-T_c < -T_t$

Acepto la hipótesis Nula si $T_c \leq T_t$ ó $-T_c \geq -T_t$

Figura N°03: Gráfica de distribución de T – student



Fuente: Elaboración propia

Entonces Como $T_c > T_t$ ($3.984 > 1.701$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Este hecho nos permite afirmar 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 haberse conseguido un resultado significativo.

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS

Costo del consumo para la energía eléctrica convencional en tomacorrientes (X_1)

Cuadro N° 12: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.)

Pre test		
Energía eléctrica convencional (Tomacorrientes)		
Nro de días	Consumo de energía Kw/h	Costo total de energía S/.
1	10.9155	S/. 6.21
2	14.193	S/. 8.07
3	13.263	S/. 7.55
4	15.459	S/. 8.79
5	12.0000	S/. 6.83
6	23.9685	S/. 13.64
7	14.3715	S/. 8.18
8	14.484	S/. 8.24
9	14.5515	S/. 8.28
10	21.156	S/. 12.04
11	26.049	S/. 14.82
12	14.973	S/. 8.52
13	14.8665	S/. 8.46
14	17.8395	S/. 10.15
15	19.89	S/. 11.32

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 12 se muestra los 15 días del consumo de energía en Kw/h y el costo total para la energía eléctrica convencional en tomacorrientes; estos datos al ser sometidos al programa estadístico SPSS, se obtienen lo siguiente:

Cuadro N° 13: Datos estadísticos del consumo de energía eléctrica convencional en tomacorrientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza
Consumo de energía (Kw/h)	15	10.92	26.05	16.532	14.8665	10.92	4.37218	19.116

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 13 el valor mínimo y máximo del consumo de energía eléctrica convencional, así como las medidas de tendencia central (Media, Mediana, Moda); también se encuentra la desviación típica o estándar con un valor de 4.37218, el cual nos indica que existe una alta variación con respecto a la media que es 16.5320 Kw/h, entre una observación y otra.

Cuadro N° 14: Datos estadísticos del costo total de energía eléctrica convencional en tomacorrientes

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza
Costo total de energía (S/.)	15	6.21	14.82	9.4051	8.4576	6.21	2.48733	6.187

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 14 el valor mínimo y máximo del costo total de energía eléctrica convencional, así como las medidas de tendencia central (Media, Mediana, Moda); también se encuentra la desviación típica o estándar con un valor de 2.48733, el cual nos indica que existe poca variación con respecto a la media que es S/.9.40, entre una observación y otra.

Costo del consumo para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación (X₂)

Cuadro N° 15: Consumo de energía (Kw/h) y Costo total de energía (S/.)

Pos test		
Sistema de Paneles Fotovoltaicos (Iluminación)		
Nro de días	Consumo de energía Kw/h	Costo total de energía S/.
1	1.7454	S/. 0.99
2	2.4549	S/. 1.40
3	2.073	S/. 1.18
4	15.496	S/. 8.82
5	14.609	S/. 8.31
6	16.909	S/. 9.62
7	10.782	S/. 6.13
8	9.087	S/. 5.17
9	7.222	S/. 4.11
10	12.441	S/. 7.08
11	7.596	S/. 4.32
12	10.713	S/. 6.09
13	6.405	S/. 3.64
14	7.973	S/. 4.54
15	8.853	S/. 5.04

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 15 se muestra los 15 días del consumo de energía en Kw/h y el costo total de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación; estos datos al ser sometidos al programa estadístico SPSS, se obtienen lo siguiente:

Cuadro N° 16: Datos estadísticos del consumo de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza
Consumo de energía (Kw/h)	15	1.75	16.91	8.9573	8.853	1.75	4.70968	22.181

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 16 el valor mínimo y máximo del consumo de energía eléctrica convencional, así como las medidas de tendencia central (Media, Mediana, Moda); también se encuentra la desviación típica o estándar con un valor de 4.70968, el cual nos indica que existe poca variación con respecto a la media que es 8.9573 Kw/h, entre una observación y otra.

Cuadro N° 17: Datos estadísticos del costo total de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos en iluminación

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza
Costo total de energía (S/.)	15	0.99	9.62	5.0958	5.0365	0.99	2.67934	7.179

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 17 el valor mínimo y máximo del costo total de energía para el sistema de paneles fotovoltaicos, así como las medidas de tendencia central (Media, Mediana, Moda); también se encuentra la desviación típica o estándar con un valor de 2.67934, el cual nos indica que existe poca variación con respecto a la media que es S/.5.09, entre una observación y otra.

Para la variable independiente (X): Utilización del sistema de paneles fotovoltaicos.

Para determinar la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos se realizó las mediciones por 15 días en Kw/h.

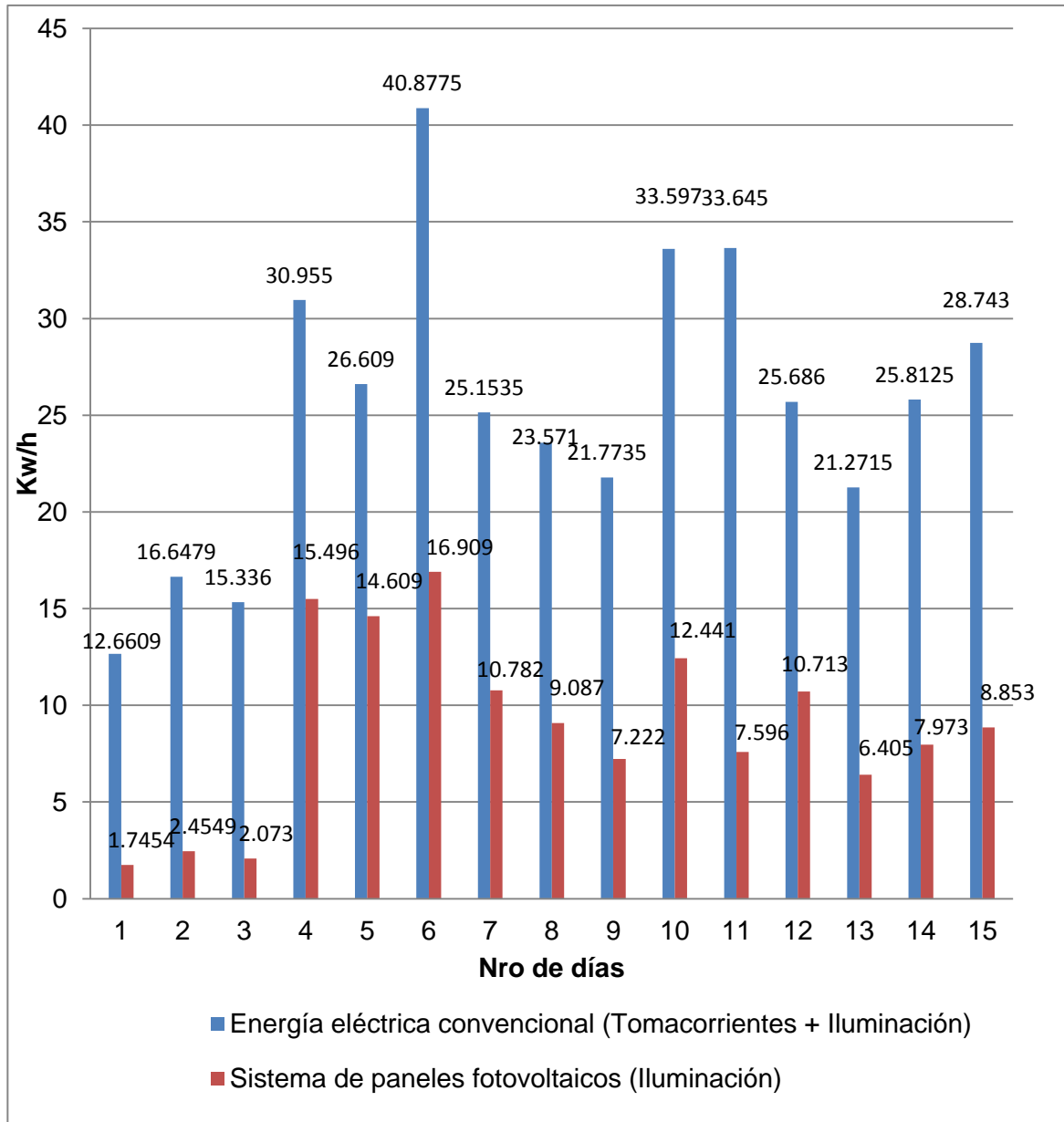
Cuadro N° 18: Comparación de consumo de energía entre el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional

Nro de días	Consumo de energía Kw/h		Porcentaje de utilización
	Energía eléctrica convencional (Tomacorrientes + Iluminación)	Sistema de paneles fotovoltaicos (Iluminación)	
1	12.6609	1.7454	14%
2	16.6479	2.4549	15%
3	15.336	2.073	14%
4	30.955	15.496	50%
5	26.609	14.609	55%
6	40.8775	16.909	41%
7	25.1535	10.782	43%
8	23.571	9.087	39%
9	21.7735	7.222	33%
10	33.597	12.441	37%
11	33.645	7.596	23%
12	25.686	10.713	42%
13	21.2715	6.405	30%
14	25.8125	7.973	31%
15	28.743	8.853	31%
Promedios	25.489	8.957	33%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 18 se muestra los 15 días comparativas de consumos de energía tanto para el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional, asimismo el promedio de utilización es 33% lo que equivale solo una parte del total del 100% del consumo de energía.

Gráfico N° 02: Comparación de consumo de energía en Kw/h para el sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 02 se observa que el día 06 la energía eléctrica convencional tiene un consumo de 40.8775 Kw/h mayor, al sistema de paneles fotovoltaicos que equivale a 16.909 Kw/h. En consecuencia durante los 15 días de prueba que se realizó el sistema de paneles fotovoltaicos será menor, a diferencia de la energía eléctrica convencional.

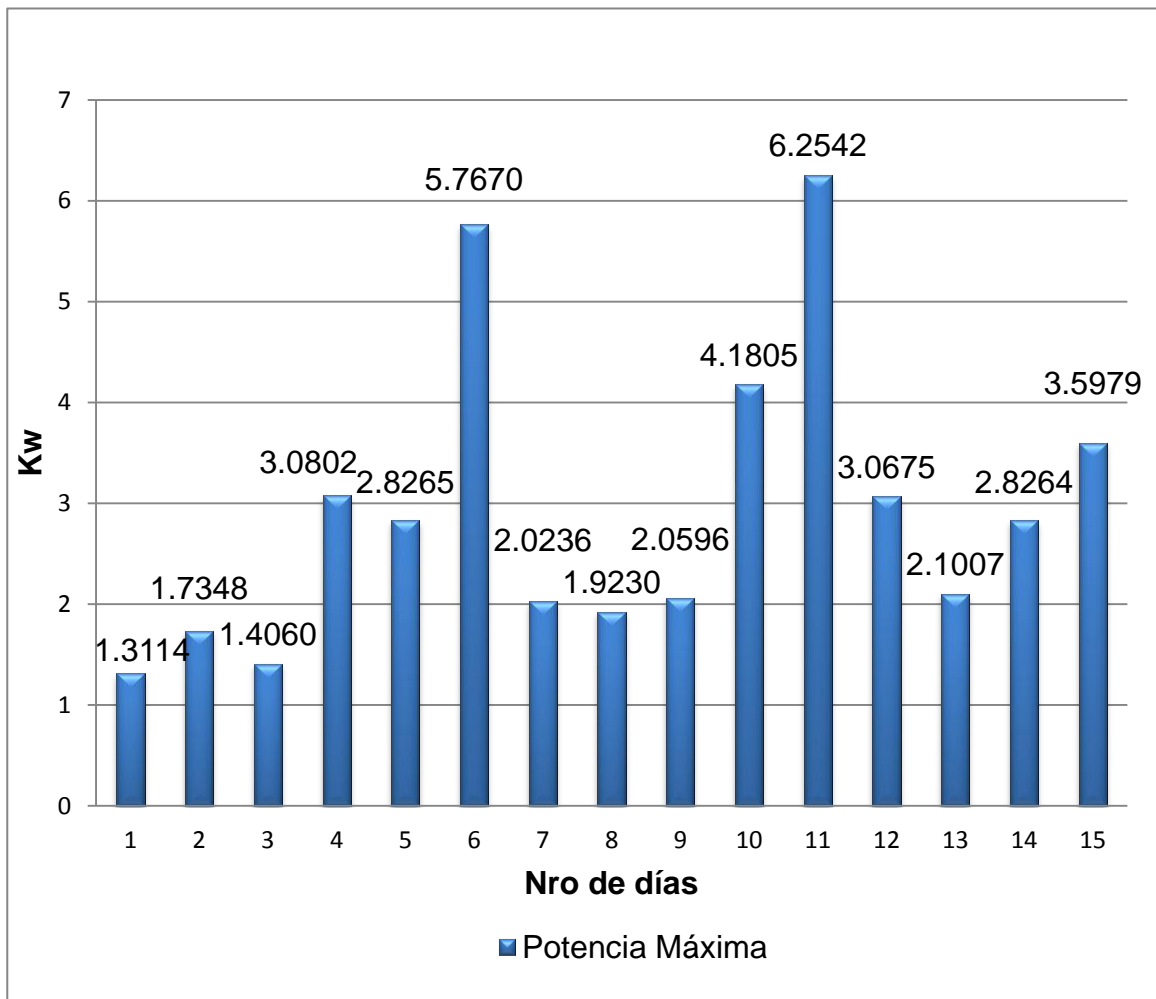
Determinación de la potencia máxima de consumo de energía de los laboratorios de la FISI

Cuadro N° 19: Potencia máxima en Kw por día

Nro de días	Energía eléctrica convencional (Tomacorrientes)	Sistema de paneles Fotovoltaicos (Iluminación)	Potencia máxima en Kw
	Potencia en Kw	Potencia en Kw	
1	1.091356954	0.220036361	1.3114
2	1.139715754	0.595086548	1.7348
3	1.050428484	0.355550278	1.406
4	1.564159838	1.516021108	3.0802
5	1.615114857	1.211339754	2.8265
6	3.680504857	2.086516715	5.767
7	1.243680023	0.779958973	2.0236
8	1.284	0.639049294	1.923
9	1.020282314	1.039330554	2.0596
10	2.471774262	1.708707114	4.1805
11	4.877354201	1.376802092	6.2542
12	1.787285092	1.280249976	3.0675
13	1.480395893	0.620322497	2.1007
14	1.656	1.170422146	2.8264
15	2.142008403	1.455939559	3.5979

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 19 se muestra los 15 días de potencia en Kw tanto para la energía eléctrica convencional y el sistema de paneles fotovoltaicos, por lo tanto para determinar la potencia máxima se realizó la suma de ambas variables y se encontró como resultado que **6.25 Kw** es la potencia máxima que consume los 03 laboratorios de la FISI.

Gráfico N° 03: Potencia máxima en Kw

Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico 03 se muestra que el día 11 se encontró la potencia máxima que equivale a **6.25 Kw** que consume los 03 laboratorios de la FISl, durante los 15 días de prueba que se realizaron.

Dimensión de equipamiento usando un sistema de paneles fotovoltaicos.

Con la potencia máxima que se encontró en el cuadro 19 equivalente a **6.25 Kw** por día, se dimensiona el equipamiento de paneles fotovoltaicos que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 20: Costo de inversión inicial del Sistema de Paneles Fotovoltaicos

Descripción de los bienes	Cantidad	Precio Unitario	Total (S/.) + IGV
Panel Solar 150W / 24 VDC	20	S/. 986.48	S/. 19,729.60
Controlador de carga	02	S/. 646.64	S/. 1,293.28
Inversor 5Kw / 24 VDC	01	S/. 4,112.30	S/. 4,112.30
Batería ciclo profundo sellada	12	S/. 828.36	S/. 9,940.32
Mano de obra	01	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Accesorios	01	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
		Total	S/. 38,075.50

Fuente: Comercializadora y Servicios Hambert E.I.R.L

En el cuadro 20 se muestra la adquisición de bienes acerca del panel solar, controlador de carga, inversor de **5 Kw**, batería ciclo profundo, mano de obra y los accesorios que actualmente cuenta la FISl, asimismo se observa que el inversor que se ha adquirido para los 03 laboratorios de la FISl tiene una potencia máxima de **5 Kw**, esto indica que no puede abastecer a los 03 laboratorios de la FISl, ya que la potencia máxima del cuadro 19 es mayor a **6.25 Kw**.

Por lo tanto para cubrir la potencia máxima que emite los 03 laboratorios de la FISl, se necesita adquirir otro inversor de las mismas características:

Cuadro N° 21: Costo de inversor de 5 KW

Descripción de los bienes	Cantidad	Precio Unitario	Total (S/.) + IGV
Inversor 5Kw / 24 VDC	01	S/. 4,112.30	S/. 4,112.30
Mano de obra	01	S/. 500.00	S/. 500.00
		Total	S/. 4,612.30

Fuente: Comercializadora y Servicios Hambert E.I.R.L

Una vez conseguida los 02 inversores se obtendrá una suma total de **10 Kw**, que esto si cubre la potencia máxima que equivale a **6.25 Kw** de los 03 laboratorios de la FISI.

Para la variable dependiente (Y): Costo de consumo de energía eléctrica

Para el sistema de paneles fotovoltaicos:

Cuadro N° 22: Datos del costo de inversión para el sistema de paneles fotovoltaicos

Descripción de los bienes	Cantidad	Precio unitario	Total (S/.) + IGV
Panel solar 150W / 24 VDC	20	S/. 986.48	S/. 19,729.60
Controlador de carga	02	S/. 646.64	S/. 1,293.28
Inversor 5Kw / 24 VDC	02	S/. 4,112.30	S/. 8,224.60
Batería ciclo profundo sellada	12	S/. 828.36	S/. 9,940.32
Mano de obra	01	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00
Accesorios	01	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
TOTAL			S/. 42,687.80

Fuente: Comercializadora y Servicios Hambert E.I.R.L

En el siguiente cuadro nos muestra el costo inversión del sistema de paneles fotovoltaicos que equivale a **S/. 42,687.80**.

Ahora se deduce la siguiente formula:

$$\text{CTSPF} = \text{CI} + \text{MANT} * \text{NA}$$

Dónde:

- ✓ CTSPF: Costo total del Sistema de Paneles Fotovoltaicos
- ✓ CI: Costo de inversión
- ✓ MANT: Mantenimiento del Sistema de Paneles Fotovoltaicos equivale a = S/. 800.00
- ✓ NA: Número de años

Reemplazando estos valores tenemos los siguientes resultados:

Cuadro N°23: Costo total del sistema de paneles fotovoltaicos

N°	Costo de inversión	Mantenimiento	Número de años	Total
1	S/. 42,687.80	S/. 800.00	1	S/. 43,487.80
2		S/. 800.00	5	S/. 46,687.80
3		S/. 800.00	10	S/. 50,687.80
5		S/. 800.00	15	S/. 54,687.80
6		S/. 800.00	20	S/. 58,687.80

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro nos muestra el costo de inversión, mantenimiento, número de años y el total en nuevos soles.

Para la energía eléctrica convencional:

Cuadro N° 24: Datos del consumo de energía eléctrica convencional

Energía eléctrica convencional	
Nro de días	Consumo de energía Kw/h
1	12.6609
2	16.6479
3	15.336
4	30.955
5	26.609
6	40.8775
7	25.1535
8	23.571
9	21.7735
10	33.597
11	33.645
12	25.686
13	21.2715
14	25.8125
15	28.743
Total	382.3393

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro nos muestra el total de consumo de energía (Kw/h) para la energía eléctrica convencional realizado durante 15 días, por lo tanto se necesita llevar esto a 1 año, así podremos realizar los cálculos

correspondientes, y hacer la comparación del sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional.

Se realizó el siguiente cálculo llevado a 1 año:

Consumo de energía eléctrica convencional en 15 días equivale a **382.3393 Kw/h**, luego multiplicamos por 2 y se obtiene un valor de **764.6786 Kw/h** que viene ser un mes, y para llevar a 1 año multiplicamos por los números de meses que viene ser 12 y el consumo de energía eléctrica convencional equivale a **9176.1432 Kw/h**. Y por último este valor se multiplica por el costo de energía que equivale **S/. 0.5689**.

Ahora se deduce la siguiente formula:

$$\text{CTEC} = \text{IMT} + \text{CEC} * \text{NA}$$

Dónde:

- ✓ CTEC: Costo total de energía eléctrica convencional
- ✓ IM: Instalación del medidor trifásico
- ✓ CT: Costo de energía eléctrica convencional
- ✓ NA: Número de años

Reemplazando estos valores tenemos los siguientes resultados:

Cuadro N° 25: Costo total de la energía eléctrica convencional

N°	Instalación del medidor trifásico	Costo de energía eléctrica convencional	Número de años	Total
1	S/. 1,500.00	S/. 5,220.31	1	S/. 6,720.31
2		S/. 26,101.54	5	S/. 27,601.54
3		S/. 52,203.08	10	S/. 53,703.08
5		S/. 78,304.62	15	S/. 79,804.62
6		S/. 104,406.16	20	S/. 105,906.16

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro nos muestra la instalación del medidor trifásico, costo de energía eléctrica convencional, número de años y el total en nuevos soles.

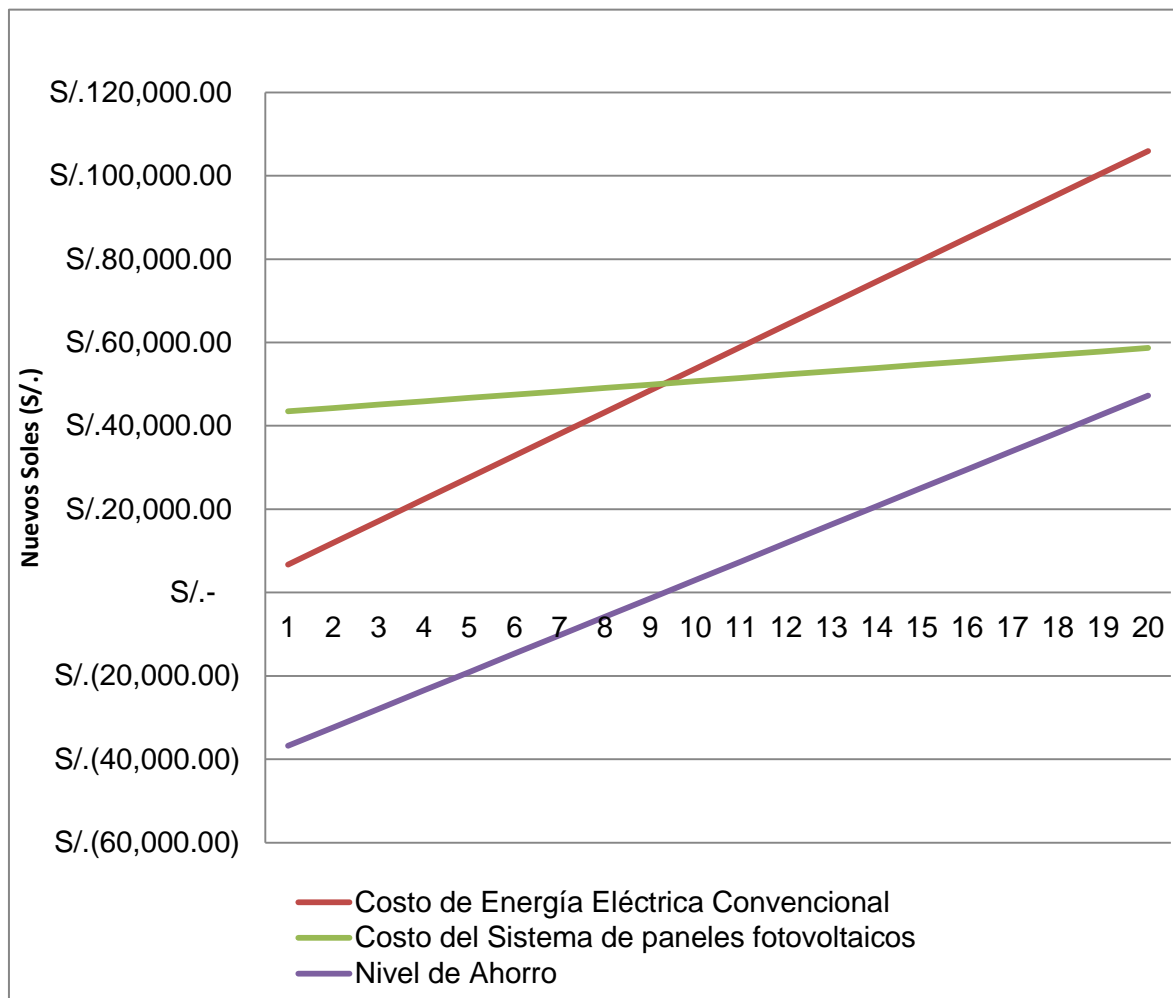
Cuadro 26: Costos en nuevos soles por Kw/h anual (Y₁)

N° de Años	Consumo de Energía Kw/h	Costo de Energía Eléctrica Convencional	Costo del Sistema de paneles fotovoltaicos	Nivel de Ahorro
1	9176.1432	S/. 6,720.31	S/. 43,487.80	S/. -36,767.49
2	18352.286	S/. 11,940.62	S/. 44,287.80	S/. -32,347.18
3	27528.43	S/. 17,160.92	S/. 45,087.80	S/. -27,926.88
4	36704.573	S/. 22,381.23	S/. 45,887.80	S/. -23,506.57
5	45880.716	S/. 27,601.54	S/. 46,687.80	S/. -19,086.26
6	55056.859	S/. 32,821.85	S/. 47,487.80	S/. -14,665.95
7	64233.002	S/. 38,042.16	S/. 48,287.80	S/. -10,245.64
8	73409.146	S/. 43,262.46	S/. 49,087.80	S/. -5,825.34
9	82585.289	S/. 48,482.77	S/. 49,887.80	S/. -1,405.03
10	91761.432	S/. 53,703.08	S/. 50,687.80	S/. 3,015.28
11	100937.58	S/. 58,923.39	S/. 51,487.80	S/. 7,435.59
12	110113.72	S/. 64,143.69	S/. 52,287.80	S/. 11,855.89
13	119289.86	S/. 69,364.00	S/. 53,087.80	S/. 16,276.20
14	128466	S/. 74,584.31	S/. 53,887.80	S/. 20,696.51
15	137642.15	S/. 79,804.62	S/. 54,687.80	S/. 25,116.82
16	146818.29	S/. 85,024.93	S/. 55,487.80	S/. 29,537.13
17	155994.43	S/. 90,245.23	S/. 56,287.80	S/. 33,957.43
18	165170.58	S/. 95,465.54	S/. 57,087.80	S/. 38,377.74
19	174346.72	S/. 100,685.85	S/. 57,887.80	S/. 42,798.05
20	183522.86	S/. 105,906.16	S/. 58,687.80	S/. 47,218.36

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 26 se observa la relación del consumo y costo de energía en proyección prospectiva a 20 años, desde el primer año al noveno hay un incremento en el consumo y un déficit de nivel de ahorro. Sin embargo en el décimo año la diferencia del costo de energía eléctrica convencional (S/. 53,703.08) y el costo del sistema de paneles fotovoltaicos (S/. 50,687.80) es de S/. 3,015.25 (nivel de ahorro) a un consumo de energía 91761.432 Kw/h.

Gráfico N° 04: Comparación prospectiva a 20 años entre el costo del sistema de paneles fotovoltaicos y la energía eléctrica convencional



Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico 04 se observa que el costo de energía eléctrica convencional desde el primer año la inversión es bajo, pero durante los años tiende a subir, y esto afectaría en la economía del consumidor, a diferencia del costo del sistema de paneles fotovoltaicos se muestra que la inversión inicial del primer año es alto, pero a su vez se mantiene significativamente constante durante los años. En cuanto a la intersección en el décimo año entre el costo de energía eléctrica convencional y el costo del Sistema de Paneles Fotovoltaicos, hay un nivel de ahorro favorable durante los siguientes años sucesivos.

CAPÍTULO V

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. De acuerdo a uno de los objetivos específicos, se llegó a comparar que el costo de inversión inicial del sistema de paneles fotovoltaicos es alta a diferencia de la energía eléctrica convencional, que viene a ser mucho menor. Sin embargo en el estudio titulado “Análisis, modelado, simulación y validación de un sistema generación de energía solar autónomo” presentado por Díaz Narvaez, Hedier y Diez Cardona, Fabian (2007), cuyos resultados han definido que el uso de energía fotovoltaica no podrá ser limpia pero es una de las mejores alternativas para reemplazar actualmente a la energía eléctrica convencional.
2. En relación a uno de los objetivos específicos para determinar la rentabilidad sobre el uso del sistema de paneles fotovoltaicos. Se determinó que los resultados son similares con el estudio titulado “Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional “San Antonio” de Riobamba, realizado por Chávez Guerrero, Monica Alejandra (2012). Concluye que los paneles solares fotovoltaicos es muy rentable ya que la adaptación de la energía emanada no es dificultosa, además que es una manera ecológica de generación de energía, que a su vez menciona que el sistema de generación fotovoltaico a la larga se recupera la inversión hecha, aparte que en caso de cortes imprevistos de la empresa eléctrica, no se verá afectado el usuario ya que el sol es una fuente inagotable de energía. Esto es corroborado en la presente investigación que la recuperación de la inversión en el sistema de paneles fotovoltaicos es a partir de los 10 años.

CAPÍTULO VI

VI. CONCLUSIONES

1. 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 en el sistema de Paneles fotovoltaicos la inversión inicial es S/. 43,487.80 y el mantenimiento anual es S/. 800.00
2. 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 03 laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
3. Se logró encontrar la potencia máxima equivalente a 6.25 Kw que consume los 03 laboratorios del tercer piso de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
4. 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 03 laboratorios del tercer piso la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
5. La verificación de Hipótesis se realizó con el método t-student; determinando que la T calculada (3.984) es mayor que la t tabulada (1.701). Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, este hecho nos permite afirmar 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 haberse conseguido un resultado significativo.

CAPÍTULO VII

VII. RECOMENDACIONES

1. Que, la Universidad Nacional de San Martín de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática adquiera un inversor de 5 Kw para así cubrir la necesidad de potencia máxima que emite los 03 laboratorios del tercer piso.
2. Que, la Universidad Nacional de San Martín promueva la utilización del sistema de paneles fotovoltaicos en las demás facultades a fin de aprovechar los beneficios y recursos demostrados en la investigación, reducción en el consumo de energía y el ahorro económico que esta nos brinda.
3. Que, la Universidad Nacional de San Martín promueva en la sociedad general, empresas industriales, entidades privadas y públicas, el uso del sistema de paneles fotovoltaicos ya que es una energía inagotable de gran impacto positivo tanto en su economía y para el medio ambiente.
4. Que, la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, capacite a los estudiantes de los distintos asignaturas referente a la investigación a crear celdas fotovoltaicas debido a la gran demanda que existe en el mundo laboral.
5. Que esta investigación sirva como antecedentes para próximos estudios sobre el tema realizado.

CAPÍTULO VIII

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARANGO T. (2013, 13 de Agosto). Colombia tiene la energía más cara de Suramérica. La República.
2. ARANGO T. (2013, 13 de Agosto). Colombia tiene la energía más cara de Suramérica. La República.
3. BEJARANO BEJARANO, N. A. (2011). *Diseño de un sistema de generación eléctrica solar para la iluminación externa del modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo.* ". Tesis de grado publicada de Ingeniería Mecánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador.
4. CHÁVEZ GUERRERO, M. A. (2012). *Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional "San Antonio" de Riobamba*". Tesis de grado publicada de Ingeniería Mecánica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador.
5. DIAZ NARVAEZ, H., DIEZ CARDONA, F. (2007). *Análisis, modelado, simulación y validación de un sistema generación de energía solar autónomo.* Tesis de grado publicada de Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Santiago de Cali, Colombia.
6. ENRÍQUEZ HARPER, G. (2009). *Tecnologías de generación de energía eléctrica.* México: Editorial Limusa. Pág. 54.
7. GARCÍA VILLAS, M. (1999). *Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo.* Madrid: Editorial Iepala. Pag.61.
8. HERNÁNDEZ SAMPIERE, R. (2006), *Metodología de la Investigación.* (4ta ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. De C.V.
9. MANCILLA, S. (2009) *Crisis energética en Chile.* Santiago de Chile: RIL Editores.

10. MORALES SANCHEZ, J. A. (2012). *Aplicación de sistemas fotovoltaicos*. Veracruz, México.
11. MARTÍNEZ ESPINOZA, J. D. (2011). *Evaluación económica de un sistema fotovoltaico en punta arenas con diseño de emulación potencia suministrada por paneles solares*. Tesis de Grado publicada de Ingeniería de Electricidad. Universidad de Magallanes. Facultad de Ingeniería. Región de Magallanes, Chile.
12. ORDINOLA CASTILLO, M. A (2009). *Diseño de un sistema de control del consumo de energía eléctrica en las comunidades campesinas*. Tesis de Grado publicada de Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú.
13. PONCE DE LEÓN, J. M. (2001). *Medio ambiente y desarrollo sostenido*. Universidad Pontificia Comillas, España. Pág. 119
14. ©Copyright 2002, BUN-CA *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*. (1a ed). San José, Costa Rica. Recuperado en Setiembre de 2002, de <http://www.bun-ca.org/publicaciones/FOTOVOLT.pdf>.

CAPÍTULO IX

IX. ANEXOS

Anexo 01. Cartilla de observación directa

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

La presente cartilla de observación se hace uso para anotar las mediciones correspondientes para cada laboratorio y para cada tipo de energía eléctrica, la fecha, la potencia (Kw), el consumo de energía (Kw/h) y el costo de consumo de energía.

Datos generales:

Laboratorio : Soporte Técnico, Redes y Telemática

Fecha :

Costo de Kw/h : S/. 0.5689

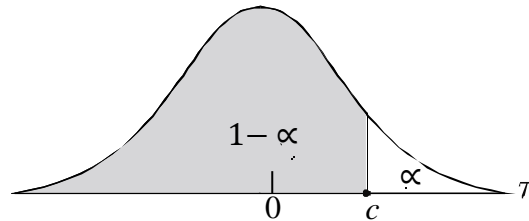
Tipo de Energía Eléctrica : Sistema de Paneles Fotovoltaicos / Energía eléctrica convencional.

ASPECTOS A OBSERVAR:

Nº de días	Hora	Potencia (Kw)	Consumo de energía (Kw/h)	Costo Total de energía (S/.)
1	08:00			
	09:00			
	10:00			
	11:00			
	12:00			
	13:00			
2	13:00			
	14:00			
	15:00			
	16:00			
	17:00			
	18:00			
3	09:00			
	10:00			
	11:00			
	12:00			
	13:00			
	14:00			
4	11:00			
	12:00			
	13:00			
	14:00			
	15:00			
	16:00			
5	18:00			
	19:00			
	20:00			
	21:00			
	22:00			
	23:00			

Anexo 02. Tabla de la distribución t-Student

La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c_{t_{1-\alpha}, r}$, donde, $P[T \leq c] = 1 - \alpha$, y donde T tiene una distribución t – student con r grados de libertad.



r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898

18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

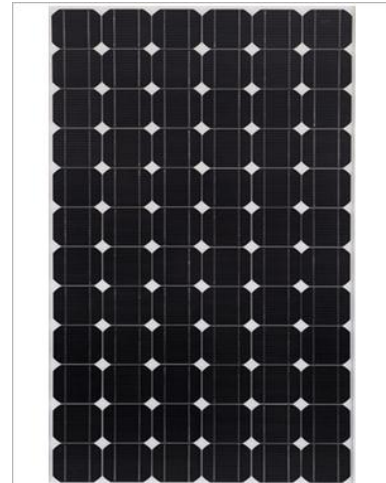
Anexo 03. Información técnica del sistema de paneles fotovoltaicos

Panel Solar de 150 Watts Monocristalino

MARCA: SOLAR WORLD

Características técnicas

Potencia nominal (Pm): 150 vatios
 Subsidio de alimentación: $\pm 3\%$
 Optimizado tensión de trabajo (Vm): 34.8V
 Optimizado de trabajo actual (Im): 4.74A
 Tensión de circuito abierto (Voc): 44.0V
 Corriente de cortocircuito (Isc): 5.18A
 La eficiencia del módulo: 12.90%
 Voltaje que soporta: DC1000V
 Peso neto (Kg): 15 kg
 Embalaje (pcs carton): 2pcs
 Peso bruto (Kg / cartón): 32
 Tiempo retornables y sustituibles: 1 año
 Tiempo de vida: 10 años $20 \text{ años} \leq 10\% \leq 20\%$



INVERSOR:

MARCA: SOLAR WORLD

Convertor 5000VA

Inversor de senoidal pura muy robusto con recarga de baterías a través de la red. Para instalaciones fijas en casas con un fuerte consumo eléctrico y para arrancar grandes refrigeradoras.

Voltaje de entrada : 48VDC
 Voltaje de salida : 220VAC/60Hz
 Potencia nominal : 5000VA

Indicadores de estado de funcionamiento mediante LEDs, Pantalla indicadora de voltaje de batería de tensión de red.


 HUMBERTO PORTOCARRERO S.



Batería: POWER SAFE

Capacidad nominal

12V 155 Ah

Tensión de voltaje:

2.29 Vpc 20 °C

2.27 Vpc 77 °F

**Controlador de carga****MARCA: MORNINGSTAR (TRISTAR)****TriStar**May be used for solar,
wind, or hydroelectric

45A or 60A at 12/24/48 VDC



TRISTAR	TS-45	TS-60
Corriente especificada Solar, de Carga o Derivación	45A	60A
Voltaje del sistema	12-48V	12-48V
OPCIONES:		
Medidor Tristar	sí	sí
Medidor remoto TriStar	sí	sí
Sensor remoto de temperatura	sí	sí

HUMBERTO PORTOCARRERO S.
DIRECCIÓN

Anexo 04. Energía eléctrica convencional



Anexo 05. Sistema de Paneles fotovoltaicos

