



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**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**



**Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología  
Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de  
Tarapoto**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática**

**AUTOR:**

**José Isaac Ventura Abril**

**ASESOR:**

**Ing. Mtro. John Antony Ruíz Cueva**

**Tarapoto – Perú**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**



**Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología  
Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de  
Tarapoto**

**AUTOR:**

**José Isaac Ventura Abril**

**Sustentada y aprobada el 24 de noviembre del 2020, ante el honorable jurado:**

.....  
**Ing. Mg. Alberto Alva Arévalo**

**Presidente**

.....  
**Ing. Richard Enrique Injante Ore**

**Secretario**

.....  
**Ing. Dr. Miguel Angel Valles Coral**

**Vocal**

## Declaración de autenticidad

**José Isaac Ventura Abril**, con DNI N° 48044752, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido autoplagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por lo tanto, la investigación debe considerarse como parte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 24 de noviembre del 2020.



**Bach. José Isaac Ventura Abril**

DNI N° 48044752

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Ventura Absil Jose' Isaac		
Código de alumno :	127151	Teléfono:	947466027
Correo electrónico :	Isaacescorpio2020@gmail.com	DNI:	48044752

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Profesional de:	Ingeniería de Sistemas e Informático

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( X )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la Metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los Semáforos de Tarapoto.
Año de publicación:	2020

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	( X )	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

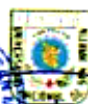
  
.....  
Firma del Autor



## 8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

10 / 12 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología  
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM.

.....  
Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea  
Responsable

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A mis padres Lucas Ventura López y Pascuala Abril Flores, quienes son y serán el pilar fundamental de todo lo que hasta el momento he podido conseguir, y ahora con este nuevo objetivo con mucha más razón.

A mis abuelitos Julio Abril Bernilla y Isabel Flores Ventura, quienes en mi niñez han contribuido con mi educación, brindando en momentos el calor de padres con un apoyo incondicional de mucho sacrificio pero con grandes valores.

A todos mis hermanos en especial a Deisy Ventura Abril y Roiser Ventura Abril por ser siempre el soporte de hermandad y por el ejemplo de perseverancia, dedicación y desvelo, además de las grandes motivaciones recibidas por todos que me han permitido ser los indicados para dedicarles mis logros.

Y a toda mi familia por estar siempre en todo momento con mi persona, es un logro más y también merecen ser parte de este sueño cumplido.

## **Agradecimiento**

A Dios, por brindarme la salud y el pan de cada día para poder realizar mis actividades con total normalidad y sin ningún inconveniente.

A mi asesor Ing. Mtro. John Antony Ruíz Cueva, por su elevado espíritu, capacidad y profesionalismo de poder siempre estar pendiente de las diferentes actividades para finalizar de manera adecuada este proyecto.

A los expertos considerados en el proyecto, por contribuir con la validación de datos y por haberse dispuesto hacer partícipe de este proyecto con la valoración de cada criterio establecido.



## Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos.....	vii
Índice general .....	viii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación .....	4
1.2. Bases teóricas.....	8
1.3. Definición de términos básicos .....	17
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
ANEXOS .....	50

## Índice de tablas

Tabla 1. Opinión sobre la cobertura de la propuesta. ....	37
Tabla 2. Opinión sobre la velocidad de la propuesta. ....	38
Tabla 3. Opinión sobre la proyección de semáforos. ....	39
Tabla 4. Opinión sobre la tecnología utilizada. ....	40
Tabla 5. Opinión sobre la distribución de dispositivos. ....	41
Tabla 6. Opinión sobre el control de la propuesta. ....	42
Tabla 7. Opinión sobre la seguridad de la propuesta. ....	43

## Índice de Figuras

Figura 1: Componentes de la radiación .....	6
Figura 2: Fases de la metodología Top Down.....	12
Figura 3: Modelo tradicional de semáforos en Tarapoto.....	20
Figura 4: Regulador solar de la propuesta.....	21
Figura 5: Switching de la propuesta.....	21
Figura 6: Tarjeta de control de la propuesta.....	22
Figura 7: Semáforos de la propuesta.....	23
Figura 8: Programación de la tarjeta de Control.....	24
Figura 9: Programación de la tarjeta de Control – Semáforos.....	24
Figura 10: Flujograma final de la propuesta.....	25
Figura 11: Representación gráfica sobre la cobertura de la propuesta.....	37
Figura 12: Representación gráfica de la velocidad de la propuesta.....	38
Figura 13: Representación gráfica de la proyección de semáforos.....	39
Figura 14: Representación gráfica de la tecnología utilizada.....	40
Figura 15: Representación gráfica de distribución de dispositivos.....	41
Figura 16: Representación gráfica del control de la propuesta.....	42
Figura 17: Representación gráfica de la seguridad de la propuesta.....	43

## Resumen

En el marco del uso de herramientas tecnológicas que se haya podido establecer en los semáforos de Tarapoto para que sigan funcionando con total normalidad cuando suceda una interrupción eléctrica, la Sub Gerencia de Tránsito de la Municipalidad Provincial de San Martín ha iniciado desde el año 2014 un proyecto con enfoque de cambio de modalidad del funcionamiento de los semáforos en Tarapoto, en donde se hace referencia el cambio de focos de los semáforos de incandescentes a un nuevo sistema de funcionamiento con tecnología Leds, el cual contribuye a una mejora respecto al ciclo de vida, reducción de costos, apariencia mejorada y adaptabilidad a nuevos medios tecnológicos que se puedan utilizar a partir de esta nueva modalidad. Si bien es cierto es muy importante, pero que carece de un sistema que contribuya al bienestar de la ciudadanía y a resolver el caos vehicular al momento de que exista una interrupción eléctrica y los semáforos dejen de funcionar. El objetivo del proyecto se enfoca en disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto con la propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica, con el fin de responder a la pregunta de la investigación ¿es posible minimizar las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto?. Para validar el modelo propuesto se ha recurrido al método de validación por juicio de expertos o también llamado prueba de Delphi, en donde se establecieron 7 criterios de evaluación cada una de ellas con sus respectivos indicadores, aspectos de validación, opinión de aplicabilidad y su respectivo promedio. La valoración que se ha obtenido de los expertos han sido los esperados ya que el promedio por cada experto es eficiente y superior al 90%, con lo que se concluye que la propuesta para responder a la pregunta establecida en el párrafo anterior, es válido.

**Palabras clave:** Propuesta, aplicabilidad, incandescente, semáforo.

## Abstract

In the framework of the use of technological tools that have been established in the traffic lights of Tarapoto so that they continue to function normally when there is an electrical interruption, the Sub Management of Traffic of the Provincial Municipality of San Martín has initiated since 2014 a project with a focus on changing the mode of operation of the traffic lights in Tarapoto, where reference is made to the change of traffic light bulbs from incandescent to a new system of operation with LED technology, which contributes to an improvement in the life cycle, cost reduction, improved appearance and adaptability to new technological means that can be used from this new mode. Although it is very important, it lacks a system that contributes to the well-being of the citizens and to solve the vehicular chaos when there is an electrical interruption and the traffic lights stop working. The objective of the project focuses on reducing electrical interruptions in the traffic lights of Tarapoto with the proposal of a photovoltaic solar energy system, in order to answer the research question: Is it possible to minimise electrical interruptions in the traffic lights of Tarapoto? To validate the proposed model, the method of validation by expert judgement or also called Delphi test was used, where 7 evaluation criteria were established, each with their respective indicators, aspects of validation, opinion of applicability and their respective average. The evaluation obtained from the experts has been as expected since the average for each expert is efficient and above 90%, which concludes that the proposal to answer the question set out in the previous paragraph, is valid.

**Key words:** Proposal, applicability, incandescent, traffic light, traffic light.



## **Introducción**

En la actualidad la energía solar fotovoltaica juega un papel muy importante en el desarrollo y aprovechamiento de las energías renovables. Cada día se refleja un crecimiento enorme de la potencia global fotovoltaica con cifras muy avanzadas entre los diversos países que sacan provecho de este recurso importante. La agencia Internacional de la Energía (IEA) en el 2014, destaca que el mercado fotovoltaico mundial ha crecido al menos en un 32,8 Gigavatios (GW), y que esta representa el 3,5% de la demanda eléctrica en toda Europa.

En el Perú – Noviembre del 2006, el Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería (CER - UNI) ha venido ejecutando desde 1996 el proyecto piloto de electrificación fotovoltaica en la comunidad insular de Taquila en el Lago Titicaca (Puno). En el marco de este proyecto se instalaron 427 SFD (Sistema Fotovoltaico Domiciliario) que hasta la fecha están en funcionamiento.

Considerando la importancia de las energías renovables y su empleo en los diversos ámbitos, los diversos medios nacionales han tratado de aprovecharlo como el SENATI en setiembre del 2016, a través del proyecto “fortalecimiento sostenible de profesionalización en energía solar fotovoltaica: focalización en sistemas conectados a la red On- Grid y criterios de calidad en aplicaciones fotovoltaicos”, ha culminado la instalación de un centro solar fotovoltaico con dos plantas solares en su sede central en Independencia (Lima). El objetivo del proyecto fue la difusión, promoción y desarrollo de la tecnología solar fotovoltaica, promoviendo su inserción en la matriz energética de forma competitiva.

En el plan regional de electrificación rural con energías renovables en los años 2010 - 2014 de la Dirección Regional de Energía y Minas, Gobierno Regional de San Martín; se establece el proyecto “Electrificación rural a través de sistemas fotovoltaicos de 05 localidades, jurisdicción del distrito de Chazuta y Sauce, provincia de San Martín, departamento de San Martín”, con el objetivo de brindar el acceso a la electrificación rural para cinco localidades usando energía a través de sistemas fotovoltaicos, verificando una vez más la importancia de la energía fotovoltaica.

En Tarapoto se han implementado algunos proyectos relacionados a la energía fotovoltaica, pero que en su mayoría los propósitos han sido por temas de reducir costos y otras alternativas en beneficio personal. Para el enfoque de la presente investigación en

preciso considerar lo que afirma Electro Oriente Tarapoto, que desde el mes de enero a mayo del 2017, se han registrado aproximadamente 100 interrupciones eléctricas con un promedio de 20 interrupciones al mes en los diversos tramos que rodean a la ciudad de Tarapoto. Además se constata que la duración de la misma promedia los 10 segundos como mínimo y 3 horas como máximo, de acuerdo a esta estadística, las consecuencias de las interrupciones han creado mucho descontento en la población.

La problemática también se extiende al funcionamiento de los semáforos y, que se centra en generar el caos vehicular, malestar poblacional, accidentes de tránsito que frecuentemente se concluye con un problema mayor al momento de que existe una interrupción eléctrica y los semáforos dejan de funcionar. Hasta el momento no existe un plan de respaldo a esta situación emergente que se puede ocasionar en cualquier momento, más que el mantenimiento al sistema tradicional que actualmente existe.

En ese sentido, esto implica realizar la presente investigación como propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto, siendo una alternativa de competencia para su implementación por alguna entidad pública y privada en el futuro.

En el estudio se realizó una investigación del tipo aplicada, ya que según Padrón (2006), este tipo de investigación hace énfasis, en general, a aquel tipo de estudio científico orientado y enfocado a resolver problemas de la vida cotidiana o desarrollar situaciones prácticas. El resultado ha sido validado mediante el método Delphi en función a las respuestas obtenidas por los expertos quienes han manifestado su respuesta y calificación con gran profesionalismo, permitiendo que la propuesta tenga el resultado esperado llegando a la conclusión que si es viable.



# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación.

En la elaboración del proyecto de tesis, se está considerando la información recopilada de otras tesis, trabajos de investigación y artículos científicos; considerados como un aporte de carácter fundamental y provechoso en el desarrollo de la investigación.

#### 1.1.1. A nivel internacional.

La presente tesis “Diseño y simulación de una instalación fotovoltaica de autoconsumo” presentada a la Universidad Piloto de Colombia, facultad de Ingeniería Mecatrónica de Bogotá. Considera que el objetivo principal es la siguiente: minimizar el consumo energético de la Red convencional y generación de CO<sub>2</sub> asociada a estas por medio de una instalación fotovoltaica como uso de las energías renovables. (Barón, 2015, p.8).

Dentro de sus objetivos específicos especifica tres puntos importantes de las que destacan:

- ✓ Analizar las cargas diarias, mensuales y anuales que se tendrá en un edificio similar.
- ✓ Diseñar un sistema solar que supla las necesidades requeridas.
- ✓ Realizar la simulación de la instalación fotovoltaica con los parámetros finales.

Las conclusiones generales e impactos fueron las siguientes:

Con el desarrollo de esta instalación fotovoltaica se concluye que esta producción de energía puede desarrollar planeta limpio y sostenible, puesto que no contamina, por lo tanto no produce emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases. La tecnología utilizada se alimenta de una fuente inagotable la cual es el sol, por lo tanto no consume combustible, así mismo no necesita de otros recursos como el agua o el viento, reduciendo la dependencia energética que existe en la actualidad.

No se utiliza un sistema de almacenamiento, puesto que este genera un gasto mayor, haciendo que el costo de la instalación aumente, así mismo que el retorno de la inversión sea mayor.

Salamanca, Ávila, S. (2017). Hace público la propuesta del diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. Revista Científica, señala que la 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 denominada célula solar de película fina. Las células fotovoltaicas que se fabrican con materiales semiconductores son el componente básico de un sistema fotovoltaico. Un número de células solares conectadas eléctricamente entre sí forman un módulo fotovoltaico. Múltiples módulos pueden ser conectados para formar un arreglo, a su vez, estos arreglos pueden ser conectados entre sí en paralelo o serie para obtener más corriente o más potencia.

### **Componentes de sistemas PV**

#### **Bloque de generación**

El bloque de generación está conformado por los paneles fotovoltaicos, donde el número y tipo de conexión existente entre ellos depende de varios factores como: el valor promedio de la insolación del lugar, la carga y la máxima potencia nominal de salida del panel (García, 2016).

#### **Bloque de acumulación**

El bloque de acumulación es la parte del sistema fotovoltaico encargado de almacenar y controlar la carga y descarga del sistema (García, 2016).

#### **Bloque de carga**

El bloque de carga está encargado de suministrar la energía producida por los paneles solares a los equipos que requieran energía eléctrica

- Inversor

Su función es convertir la corriente continua proveniente de las baterías o directamente del panel en corriente alterna para su aprovechamiento.

- Cableado

Es lo más básico del sistema y su selección tiene un rol importante en la reducción de pérdidas de energía.

Dentro de las conclusiones encontramos el dimensionamiento del sistema solar tiene gran cantidad de variables, las cuales están a disposición del diseñador, por lo cual la elección de estos componentes debe hacerse teniendo en cuenta las necesidades de diseño y, adicionalmente, hay que tener en cuenta el aspecto económico del proyecto. Considerando

que se puede tener infinitas configuraciones del sistema, por ejemplo, de los paneles solares que se elija, ya que el precio de los paneles se eleva considerablemente a medida que sea más grande el valor de potencia nominal.

La revista Centro Azúcar Vol.46, octubre-diciembre 2019, publicó una investigación sobre el Sistema fotovoltaico conectado a la red para aumentar la división territorial de Copextel Cienfuegos. Anteproyecto y simulación. El objetivo de tal investigación se basó en proponer un estudio de oportunidad de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en la división territorial COPEXTEL Cienfuegos (DTCC) en aras de reducir el consumo de energía eléctrica. (Domínguez, 2019. p.39 - 49).

Dentro de los principales resultados encontrados, destacan la rentabilidad del parque fotovoltaico en zona de azoteas que están conectados a la red de cargas internas, con una potencia nominal instalada de 150 KW, en donde el ahorro para la DTCC puede ser de 2,86 millones de CUC y se dejan de emitir 155 Dióxido de carbono anualmente, evidenciándose grandes beneficios económicos y medioambientales para el país.

### **1.1.2. A nivel nacional.**

(D. Santos, 2019), presenta la tesis de Bachiller “Energía eólica y solar fotovoltaica para generar energía eléctrica en el caserío llushcapampa en Chota departamento de Cajamarca”. Investigación enfocada en solucionar la problemática de falta de suministro eléctrico en el caserío LLushcapampa aprovechando la energía solar fotovoltaica y energía eólica, las cuales son energías renovables y limpias, lo que ayudará a la no utilización de combustibles fósiles y de esta manera contribuye a la conservación de nuestro medio ambiente, creando de esta manera una cultura enfocada a la conservación de nuestro medio ambiente.

El objetivo principal de la investigación se base en utilizar la energía eólica y la energía solar fotovoltaica para generar energía eléctrica en el caserío LLushcapampa ubicado en el distrito de Huambos provincia de Chota en la región Cajamarca. Dentro de los objetivos específicos destacan:

- ✓ Calcular la energía eléctrica promedio diaria proyectada y la máxima demanda en el caserío Llushcapampa y obtener el porcentaje de distribución entre energía eólica y energía solar fotovoltaica.

- ✓ Obtener datos de la velocidad del viento y la irradiación solar en el caserío LLushcapampa perteneciente a la provincia de Chota.
- ✓ Dimensionar y seleccionar los equipos para el sistema eólico- solar fotovoltaico.

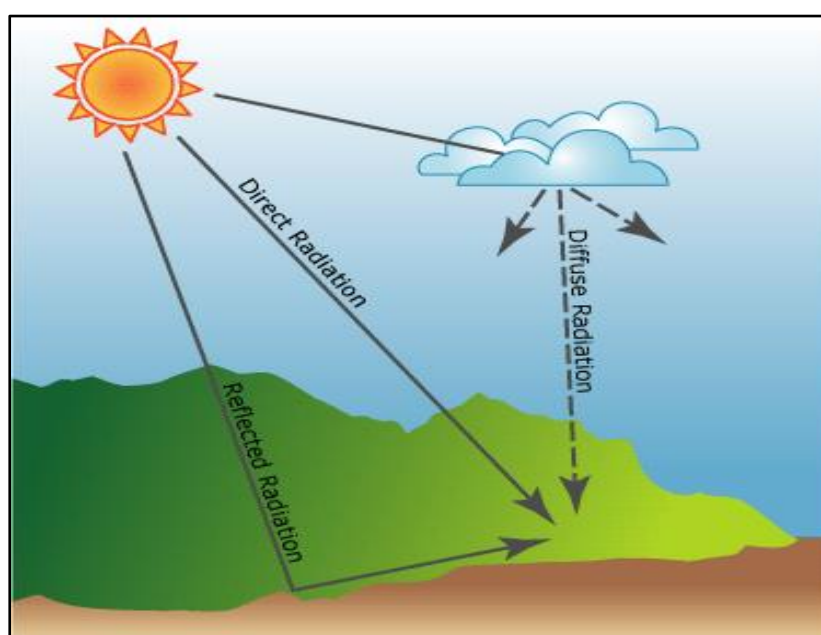
### Componentes de la Radiación Solar

La radiación solar que llega a la superficie terrestre consta de tres componentes, los cuales son: la Radiación Directa, la Radiación Difusa y la Radiación Reflejada:

**La radiación solar** directa es aquella que llega al cuerpo desde la dirección del Sol.

**La radiación difusa** es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la radiación directa es muy baja, la radiación difusa supone un porcentaje mucho mayor. Por otra parte, las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que "ven" toda la semiesfera celeste, mientras que aquellas superficies verticales son los que reciben menos, porque al margen de todo, solo "ven" la mitad de aquellas semiesferas celestes.

**La radiación reflejada** es, como su propio nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Por otra parte, las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no "ven" superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que más reciben.



**Figura 1.** Componentes de la Radiación Solar: Difusa/directa/reflejada.

La radiación directa es la mayor y la más importante en el diseño de un sistema fotovoltaico.

### Conclusiones

- a) La energía promedio diaria proyectada para el caserío LLushcapampa es de 49,432 KWh/día para 28 viviendas y 01 local comunal. La máxima demanda es de 16, 844 KW. Para el mes crítico el aerogenerador aporta el 49,72% de la energía a la carga mientras que el generador fotovoltaico el 50,28 % restante. En el mes de agosto de mayor velocidad de viento el aerogenerador aporta el 85,4% y el generador fotovoltaico el 14,6%.
- b) Se dimensionó y seleccionó los equipos para el sistema híbrido eólico solar fotovoltaico el cual está compuesto por 01 aerogenerador ENAIR 30 PRO de 3 kW, 40 paneles fotovoltaicos de la marca SIMAX de 190 Wp, la potencia del generador fotovoltaico es de 7,6 kWp ; 24 baterías de acumuladores ROLLS de 503 Ah, 02 controladores de carga VICTRON ENERGY 150/85 y 02 inversor 140 Must Solar 48/10 000-230 V, conductores eléctricos para la red secundaria 1x16/25 y 2x16/25.

(Vásquez, Zúñiga, Malú, 2015) presentan la siguiente tesis “Proyecto de prefactibilidad para la implementación de energía Solar fotovoltaica y térmica en el campamento minero Comihuasa”, universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de Ingeniería Industrial. Dicho trabajo de investigación tiene como objetivo principal proponer un proyecto de energía solar para la generación de energía eléctrica según la demanda del campamento minero Comihuasa que se ubica en la mina Caudalosa, ubicado en el departamento de Huancavelica.

La finalidad del proyecto se basó en lograr un ahorro económico en cuanto al gasto mensual por KWH consumido, además de contribuir con los impactos causados al medio ambiente y diversificar la matriz energética de la minera, con el fin de no depender únicamente de un tipo de energía, sino de buscar nuevas alternativas, incursionando en las energías renovables, las cuales nos brindan mayores oportunidades tanto en el aspecto económico, ambiental y social, al mejorar la imagen de la minera frente a la población, organizaciones externas y entidades financieras.

Dentro de las conclusiones de dicha investigación destacan las siguientes:

- El Perú cuenta con una matriz energética poco diversificada la cual tiene con mayor porcentaje el uso de energías no renovables como lo son el gas natural y la hidroeléctrica

(mayor a 20 MW). Esto conlleva a que se creen nuevas políticas para promover e incentivar la diversificación de la matriz energética peruana con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética; de tal manera que se promuevan proyectos e inversiones para lograr y garantizar la seguridad energética del país.

- Para determinar los impactos del proyecto, se utilizó una matriz de impactos en la cual se definieron los criterios, los indicadores y la forma en que estos podrán ser medidos. Esto nos 184 permitirá medir el nivel de impactos ocasionados tanto al nivel social, como económico y ambiental. Este proyecto tiene mayores impactos positivos y por medio de estos cumpliría con lo planeado, aportando a la solución del problema identificado.

### **1.1.3. A nivel local.**

Los antecedentes en nuestra región San Martín y el ámbito local no se han encontrado, motivo por el cual no se está considerando.

## **1.2. Marco teórico**

### **1.2.1. Energía solar.**

En el marco de las energías renovables, es preciso mencionar a uno de los elementos que hacen posible su adecuada utilización.

#### ***1.2.1.1. ¿Qué es la energía solar?***

La **energía solar** es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para generar energía que dan lugar a los **distintos tipos de energía solar**: la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la foto térmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).

La energía solar cumple un rol fundamental en nuestras vidas, esto porque sin ella sería imposible. La energía absorbida por la atmósfera, la tierra y los océanos permite una serie de procesos naturales, como por ejemplo mantener una temperatura promedio, la evaporación, que permite la generación de precipitaciones, movimiento de masas de aire, fotosíntesis, generación de biomasa. (Danilo, 2009, p.131).

M. Méndez (2009) afirma. “La energía solar directa es la energía del sol sin transformar, que calienta e ilumina y que para su captación y almacenamiento se puede realizar de varias maneras”.

- **Utilización directa:** Mediante la incorporación de acristalamientos y otros elementos arquitectónicos con elevada masa y capacidad de absorción de energía térmica, es la llamada energía solar térmica pasiva.
- **Transformación en calor:** Es la llamada energía solar térmica, que consiste en el aprovechamiento de la radiación que proviene del sol para calentar fluidos que circulan por el interior de los captadores solares térmicos. Este fluido se puede destinar para el agua caliente sanitario (ACS), dar apoyo a la calefacción para atemperar piscinas, etc.
- **Transformación en electricidad:** Es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de manera directa, se puede almacenar en acumuladores para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica.

#### *1.2.1.2. Aplicaciones y ventajas de la energía solar.*

El mundo tecnológico fotovoltaico siempre se ha caracteriza por ser uno de los principales elementos que han influido en la solución de problemas en beneficio de la sociedad. No estamos ajenos a descubrir que su distribución y utilización en los semáforos que actualmente incorporan tecnología LED sea de gran importancia.

#### **Aplicaciones**

Generalmente es utilizada en zonas rurales donde es muy escasa tener una distribución eléctrica normal, a continuación, veremos sus principales aplicaciones:

- ✓ **Electrificación de:** Sistemas de bombas de agua, repetidores de TV y telefonía, etc.
- ✓ **Electrificación de edificaciones aisladas:** Alumbrado, pequeños electrodomésticos, pequeños consumos no destinados a calentamientos.
- ✓ **Alumbrado público aislado:** Aparcamientos, áreas de descanso, etc.



- ✓ **Conexión a la red eléctrica:** A través de pequeñas centrales eléctricas que permiten disminuir las pérdidas en la red, ya que se acerca el consumo a la generación. Esta solución es la que está generando actualmente el mayor desarrollo de esta energía, ya que se vende a la red con un precio muy atractivo.

### **Ventajas**

- ✓ No produce polución ni contaminación ambiental.
- ✓ Silenciosa.
- ✓ Tiene una vida útil superior a 20 años.
- ✓ Resistente a condiciones climáticas extremas: granizo, viento, etc.
- ✓ No requiere mantenimiento complejo, solo limpieza del módulo solar y estado de baterías.
- ✓ Se puede aumentar la potencia aislada y autonomía de la instalación, incorporando nuevos módulos y baterías respectivamente.
- ✓ No consume combustible.

## **1.2.2. Energía Solar Fotovoltaica.**

### **1.2.2.1. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica?**

Conociendo lo que puede significar la energía solar fotovoltaica en la investigación, debemos primero tener conocimiento de lo que significa. Meléndez, (2009) afirma. “La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y, por tanto, inagotable, limpia y se puede aprovechar en el mismo lugar que se produce (auto gestionada) p.15”.

Por su parte el descubridor del efecto fotovoltaico, Alexandre Edmond (1891) menciona. “La energía solar fotovoltaica se basa en aprovechar la radiación que es propiciada por el sol transformándola en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico”

### **1.2.3. Interrupción eléctrica.**

Las interrupciones eléctricas que se producen por diferentes causas en la Región San Martín, han traído consecuencias poco agradables que han provocado tomar iniciativas de respuesta a la problemática, dentro de los cuales está el uso de la energía solar fotovoltaica.

### ***1.2.3.1. ¿Qué es una interrupción eléctrica?***

Agüero, (2012) menciona que una interrupción eléctrica (apagón) “es un corte no programado de la energía o suministro eléctrico conocido como corte de luz”.

### ***1.2.3.2. Origen de las interrupciones eléctricas.***

Comúnmente estas se originan por los siguientes indicadores:

- ✓ Plantas generadoras donde se produce la energía eléctrica (gran parte ubicada lejos de los centros de consumo).
- ✓ Muchos sistemas de distribución que entregan el suministro eléctrico, en baja o media tensión a los consumidores: empresas, comercios, fábricas, organismos públicos y privados.
- ✓ Daños en las líneas eléctricas del sistema de transporte en alta tensión, cuyos orígenes pueden ser accidentales (Contacto con árboles, fuertes vientos o tornado, nieve, huracanes, etc.).
- ✓ Desperfectos o daños en subestaciones eléctricas (fallas en: transformadores, descargadores, interruptores, seccionadores, etc.).
- ✓ Exceso de consumo, especialmente en redes estructuralmente que pueden conducir al colapso de la tensión.

### **1.2.4. Metodología de diseño Top Down.**

La metodología Top Down se basa en el paradigma “divide y vencerás”, lo que se traduce en dividir el problema en un conjunto de sub problemas menores, los cuales pueden ser divididos aún más, en sub problemas de menor categoría que puedan ser manejados y sencillos de resolver buscando el bienestar social. (Archuby, 2017)

El uso de esta metodología en mención busca dar solución a los problemas menores, para luego analizarlos y de esta forma lograr solucionar el problema principal.

- **Modularización.**

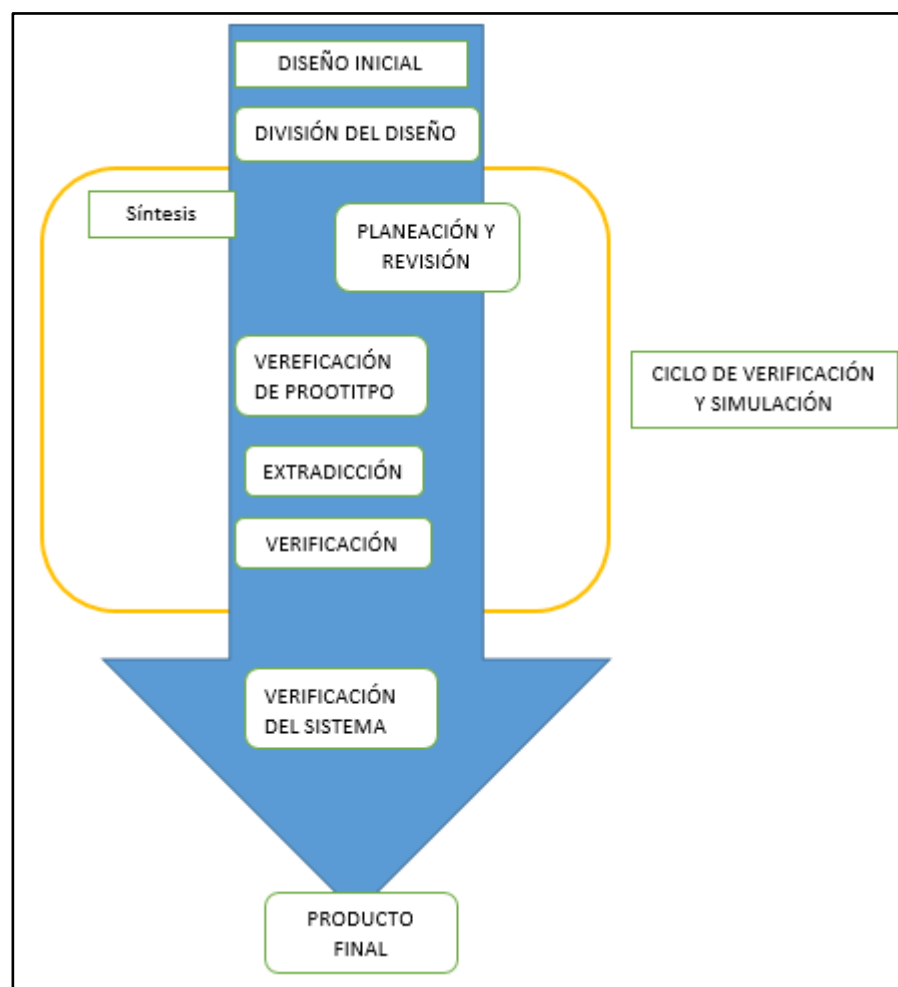
El uso de la metodología Top Down nos ayuda a pensar el problema y empezar con un diseño inicial de cómo debería resolverse. Esto nos puede ayudar a pensar de antemano como debería estructurarse el código final, es decir, cuales son los módulos que podrían realizarse para poder solucionar el problema.

Los módulos que se desarrollan deben tener una alta cohesión con los problemas que buscan atacar, además de que tengan una baja interacción con el resto de los módulos, es decir, que sean lo más independientes posibles.

- **Ventajas**

Si bien la modularización y la metodología Top Down tienen varias ventajas, para nuestra investigación nos vamos a concentrar solamente en dos:

- ✓ **Mayor legibilidad:** al dividir el problema en varios problemas menores, es fácil de entender que es lo que quiere hacer la persona que diseñó la solución. Además esto facilita a la persona que plantea la solución, ya que solo se tiene que concentrar en un solo problema a la vez.
- ✓ **Mayor productividad:** sucede al dividir el problema principal es posible que se le asignen los sub problemas a diferentes personas encargadas, con lo que se podría llegar a la solución final de una forma más rápida como respuesta al problema.



**Figura 2.** Fases de la Metodología Top Down

## **Fase 1: Diseño Inicial**

El diseño inicial comprende el análisis de una situación tradicional existente, y la necesidad de trabajar con principales indicadores que resuelvan y favorezcan al integrado de un circuito. Después de haber armado la base de inicio de todos los componentes que obtendrá el diseño, se especifica los diversos niveles según el lenguaje VHDL

### **Funcional o comportamental**

En este ámbito funcional se describe la forma en que se comporta el circuito digital elaborado, se tiene en cuenta solo las características del circuito respecto al comportamiento de las entradas y de las salidas. Esta es la forma que más se ejecuta a los lenguajes del software ya que la descripción en la mayoría de casos es secuencial, además de combinar características concurrentes. Las sentencias mencionadas se encuentran dentro del proceso en VHDL.

### **Flujo de datos**

Se describen asignaciones concurrentes (en paralelo) de señales.

### **Estructural**

Se describe el circuito con instancias de componentes. Estas instancias mencionadas forman un diseño con una jerarquía superior, al conectar los diversos puertos de estas instancias con las señales internas del circuito, o con puertos del circuito de jerarquía superior. Es la recomendada cuando el diseño digital se vuelve complejo o está conformado por múltiples bloques de hardware.

## **Fase 2: División del Diseño**

Comprende la modularidad que viene hacer uno de los conceptos principales de todo diseño. En la metodología Top-down consiste en que un diseño complejo se divide en diseños más sencillos que se puedan diseñar (o describir) más fácilmente. Pero no dejemos de mencionar la metodología Bottom-up que consiste en construir un diseño complejo a partir de módulos, ya diseñados, más simples. En la práctica, un diseño usa generalmente ambas metodologías.

### **Fase 3: Ciclo de verificación y simulación**

#### **Planeación y revisión**

Se basa en la planificación de todos los componentes y materiales que se van emplear desde su adquisición hasta su puesta en marcha, considerando los ciclos de vida de cada uno de los componentes y como podría funcionar en el circuito.

#### **Verificación del Prototipo**

Contempla la estructura y diseño del circuito en acorde a su funcionamiento con un análisis de cada uno de los elementos y su relación entre sí. Implica verificar que todos los elementos tengan un orden sostenido a los objetivos propuestos.

#### **Extradición**

Se sostiene en recomponer algunos elementos que podrían necesitar de ciertos ajustes, y que podrían generar un funcionamiento no esperado. Se centra en la corrección de posibles errores a nivel de componentes.

#### **Verificación**

En este módulo nos concentramos en el comportamiento estrictamente funcional del prototipo realizado a nivel físico del circuito, todo esto con la finalidad que se cumplan con todos los procesos y requerimientos especificados para luego relacionarse a nivel de software con los componentes que lo requieran (Programación).

El propósito de la verificación comprueba en que el circuito trabaje como se desea, es decir es más que comparar entradas y salidas. En proyectos complejos se hace necesario invertir un gran tiempo en generar pruebas que permitan evaluar el circuito en un amplio rango de operaciones de trabajo.

### **Fase 4: Verificación del sistema**

Se basa en los principios funcionales de verificación a nivel general tanto de prototipo y de programación como fase final. Su naturaleza y componentes utilizados dependen del cumplimiento de todos los parámetros considerados en el circuito. La síntesis, que convierte la descripción en VHDL viene hacer un conjunto de componentes que pueden ser realizados con la tecnología seleccionada. La verificación del sistema lo conforman todos los componentes físicos relacionados a un circuito integrado y su programación.

## **Fase 5: Producto Final**

En esta última fase respondemos a los objetivos que se ha planteado.

### **1.2.5. Diseño Top Down.**

El diseño Top-Down fue promovido a inicios de la década de 1970 por el investigador de IBM Harlan Mills y Nickaus Wirth. El primero desarrolló conceptos de relacionados a la programación estructurada para ser utilizado y probado en un proyecto en 1969 que tenía como objetivo automatizar ciertos procedimientos del periódico New York Times. El desarrollo y proceso de este proyecto hizo que se dispersara y se expanda la idea de hacer los programas en el marco de la filosofía de trabajo al resto de los desarrolladores de IBM, así como el resto de la industria del software. (Cáceres, 2010)

El diseño Top-Down consiste en capturar una idea con un alto nivel de abstracción, implementarla partiendo de la misma, e incrementar el nivel de detalle según sea necesario. El sistema inicial se va subdividiendo en módulos, estableciendo una jerarquía. Cada módulo se subdivide cuantas veces sea necesario hasta llegar a los componentes primarios del diseño como muestra el esquema de la siguiente figura. (Schweers, 2002)

La metodología Top-Down evita los problemas que surgen con el empleo de la metodología Bottom-Up ya que el diseño inicial es subdividido en sub diseños que a su vez se pueden seguir subdividiendo hasta llegar a diseños mucho menores y más sencillos de tratar. En el caso del diseño de hardware, esto se traduciría en subdividir el diseño inicial en módulos hasta llegar a los componentes primarios o primitivos.

Las herramientas actuales permiten utilizar en forma automática la metodología Top-Down, lo que permite a las herramientas de síntesis sofisticadas llevar a cabo la implementación de un circuito final, partiendo de una idea abstracta y sin necesidad de que el diseñador deba descomponer su idea inicial en componentes concretos.

- **Ventajas del Diseño Top Down**

Dentro de las principales ventajas del diseño Top-Down se destaca lo siguiente: permite que el propio diseñador pueda especificar un alto nivel de abstracción del circuito sin la necesidad de considerar los repetitivos niveles de compuertas que existen. Las herramientas que son agregadas en el paquete VHDL, pueden generar al esquema de compuertas lógicas

correspondientes en una descripción funcional. Sin embargo, dichas herramientas de síntesis actuales aún no son suficientes de traducir en una descripción a nivel de compuertas, por ello la especialización y el pasaje entre los distintos niveles se puede realizar de manera manual, validando el diseño. La capacidad de automatizar ciertas descripciones funcionales se irá introduciendo en el lenguaje con el transcurrir del tiempo. (Schweers, 2002).

Para el desarrollo y armado del diseño se deben de tener en consideración las diversas tecnologías genéricas, todo esto con la finalidad de posibilitar que dicha tecnología de implementación no sea estático hasta el término del proceso. De tal forma se pueden reutilizar los datos del diseño (circuito) asumiendo diversos cambios de tecnología en su implementación y ejecución.

**Diseño modular:** El diseño Top-Down ofrece como ventaja que la información se estructura en forma modular - módulos. Como el diseño se realiza a partir del sistema completo y se subdivide en módulos, esto va a permitir que las subdivisiones se realicen de forma que los mismos sean funcionalmente independientes, sin afectar a todo el diseño del circuito.

**Diseño jerárquico:** Llamado también diseño electrónico, está compuesta por una cantidad considerable de componentes que se relacionan entre sí. Estos diseños están muy organizados de tal forma que resulte fácil su comprensión y distribución. El diseño jerárquico tiene una gran ventaja ya que están constituidos por diversos niveles en donde de manera individual cada uno cumple con una especialización del nivel superior - Jerarquía. La organización jerárquica es el resultado de aplicar la metodología Top-Down que se está utilizando en esta investigación.

- **Descripción de un diseño**

Luego de concebir la idea del circuito que se pretende diseñar, se debe realizar la descripción del mismo.

En un principio las herramientas CAD, brindaban de manera única la posibilidad de trazar los diversos dibujos referentes al diseño - circuito. En este proceso el diseñador realiza la descripción sobre un papel o comúnmente llamado borrador utilizando componentes básicos y a la vez trasladar dicho diseño a la computadora para obtener una representación más ordenada y estructurada. Con la llegada de las computadoras, esto permitió mejorar la capacidad de cálculo ya que eran consideradas herramientas sofisticadas. Las herramientas mencionadas de diseño van a permiten describir un circuito en sus diversos niveles de abstracción y será la computadora la que lleva a cabo la idea en forma concreta y precisa.



**Descripción comportamental:** Permite describir el comportamiento y desarrollo del circuito, sin poner mucho interés en cómo fue diseñada - arquitectura. Esta descripción se realiza mediante un lenguaje de hardware específico.

**Descripción estructural:** Consiste en enumerar los componentes de un circuito y sus interconexiones. Se puede llevar a cabo mediante esquemas, en cuyo caso se realiza una descripción gráfica de los componentes del circuito, o bien mediante un lenguaje, en cuyo caso se enumeran los componentes del circuito y sus interconexiones.

### 1.3. Definición de términos

#### **Energía Solar Fotovoltaica (ESF).**

Marianela García (1999), afirma que la ESF “consiste en transformar la energía luminosa procedente del sol en energía eléctrica, mediante la exposición del sol de ciertos materiales convenientemente tratados (Silicio purificado a partir de arena mediante complejos procedimientos, fundamentalmente), y la posterior recogida de la electricidad generada” (p. 27).

#### **SAIFI.**

OSINERGMIN (2011). Señala que es el proceso que mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, a causa de posibles fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, diseño de circuitos, estado de las instalaciones, etc.) y externos (medio ambiente y terceros).

#### **SAIDI.**

OSINERGMIN (2011). Es el proceso que mide el tiempo de duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc.

#### **Semáforo.**

Código Nacional de Tránsito, Bogotá (1996), Semáforo: “Dispositivo electromecánico o electrónico para regular el tránsito de peatones y/o vehículos mediante el uso de señales

luminosas, normas de comportamiento en el tránsito, Bogotá (1996) artículo 119, las señales luminosas de un semáforo para ordenar la circulación son las siguientes:

**Roja:** Indica el deber de detenerse sin pasar la raya inicial de la zona de peatones.

**Amarilla:** Indica “atención” para un cambio de luces o señales y que para el cruce sea desalojado por los vehículos que se encuentran en él. Está prohibido iniciar la marcha en luz amarilla o ámbar.

**Verde:** Significa “vía libre”.

### **Circuito.**

Un circuito o red eléctrica es un conjunto de elementos combinados de tal forma que existe la posibilidad de que se origine una corriente eléctrica. Existen unos elementos denominados activos o también fuentes o generadores que suministran energía eléctrica y otros elementos denominados pasivos, que disipan o almacenan este tipo de energía (Mora, 2012).

### **Tarjeta de Control.**

Es un dispositivo que está compuesto por un micro controlador arduino nano que plantea una variedad de niveles lógicos garantizando el correcto funcionamiento de la propuesta. Para tal estudio la tarjeta de control se sustenta en su propia fuente de alimentación para próximos cambios en el tiempo que puedan suceder.

### **Switching.**

Es un componente electrónico diseñado para decidir entre la energía solar fotovoltaica o la energía convencional el uso de uno de los dos procesos para el cumplimiento de la propuesta.

### **Regulador Solar.**

El aquel componente electrónico diseñado para controlar el estado de carga de la batería y para medir el funcionamiento del panel solar conforme a la estructura de la propuesta planteada.

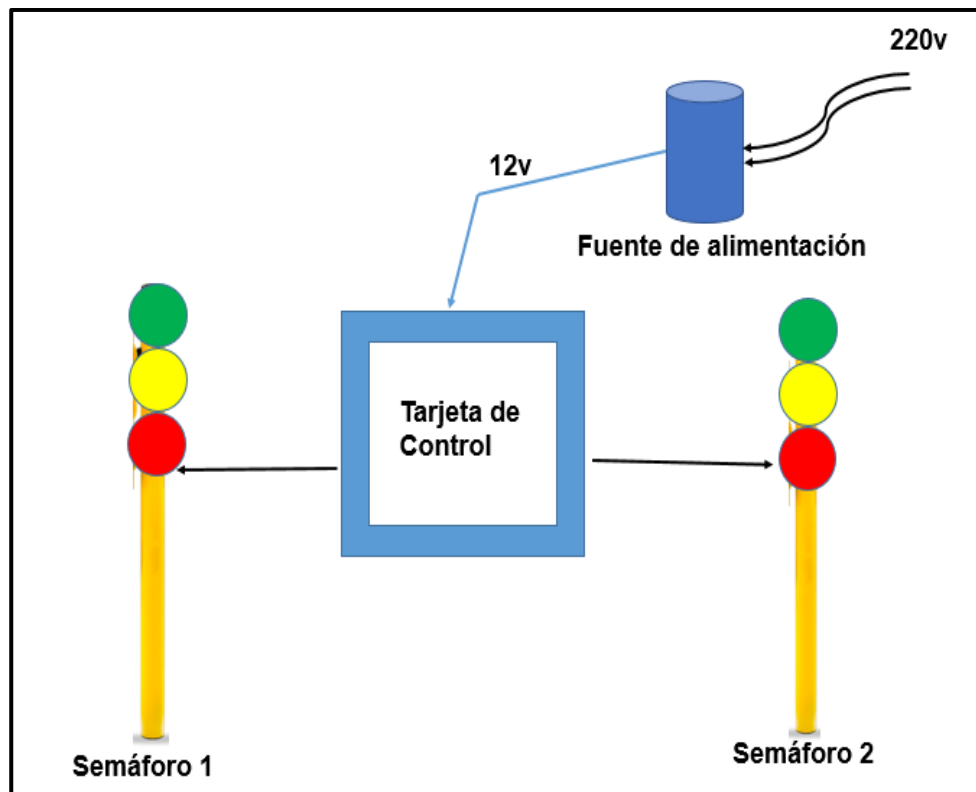
## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente proyecto surge tras una investigación que se realizó desde años anteriores con la finalidad de buscar una solución a las constantes interrupciones eléctricas que frecuentemente se presentan en la ciudad de Tarapoto. Se realizó el levantamiento de información en la oficina de Electro Oriente – Tarapoto, en donde se pudo constatar que la frecuencia de Interrupciones se presentaba en gran cantidad por diversos factores, y con una duración que promediaba hasta las 2 horas cada vez que ocurría. Seguidamente se procedió a visitar a la oficina de Sub Gerencia de Tránsito de la Municipalidad Provincial de San Martín, para verificar lo siguiente: Primero, cantidad de semáforos que existen en Tarapoto; Segundo, cantidad de semáforos que utilizan tecnología Led en Tarapoto; y tercero, cantidad de recursos (Vatios) que consume un semáforo en una hora de funcionamiento, definiendo la viabilidad del proyecto.

Con la información textual otorgado por la Sub Gerencia de Tránsito de la Municipalidad Provincial de San Martín, se convocó a una reunión con el mismo jefe de dicha área para ver si se mantenía un sistema de energía especialmente dedicado al funcionamiento de los semáforos en Tarapoto, ya que los apagones (Interrupciones eléctricas) también afectaban a los semáforos provocando en muchas ocasiones caos vehicular, accidentes de tránsitos, malestar social, etc. A primera instancia no obtuvimos una respuesta de impacto, y nos manifestó que esa preocupación también tiene desde mucho tiempo, y que existen proyectos que se están trabajando respecto al tema. Siendo consecuente a las reuniones fuimos a la parte técnica de la misma área de Transito y solicitamos información sobre el diseño que están empleando en los semáforos de Tarapoto, y como nos habían especificado con anterioridad el diseño no utilizaba ningún sistema que pueda dar soporte al funcionamiento de los semáforos si ocurre una interrupción eléctrica. Los cambios que se estaban haciendo con respecto a los semáforos, estaban a favor de lo que sería nuestra propuesta, ya que dicha oficina estaba trabajando en cambiar los focos de los semáforos para que estos lleven tecnología Led, pero que se ajustaba a un tema de costos en el consumo de energía.

Finalmente la propuesta convencional del funcionamiento actual de los semáforos es la siguiente:



*Figura 3.* Modelo tradicional de semáforos en Tarapoto (Fuente: Elaboración propia)

Bajo el análisis del modelo tradicional de semáforos en Tarapoto, la investigación da origen a la siguiente propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto, tomando las consideraciones y normas establecidas existentes para una futura implementación. La propuesta se basa en un diseño muy práctico con herramientas y dispositivos muy accesibles que proporcionan una funcionalidad adecuada del circuito, compuesta por componentes que permitirán actuar de manera inmediata ante una interrupción eléctrica. Los componentes de la propuesta se distribuyen de la siguiente manera: Regulador solar, Swiching, tarjeta de control y los semáforos.

### **1. Regulador solar.**

Este componente tiene la función de dar inicio al circuito a través de la fuente de alimentación que se va a generar a través del panel solar con un intervalo de voltaje entre 18 – 24 voltios. También en ella se establece una batería que será el encargado de actuar como respaldo al panel Solar y que estará sometido para trabajar con 14,7 Voltios otorgando una salida de carga al siguiente componente.

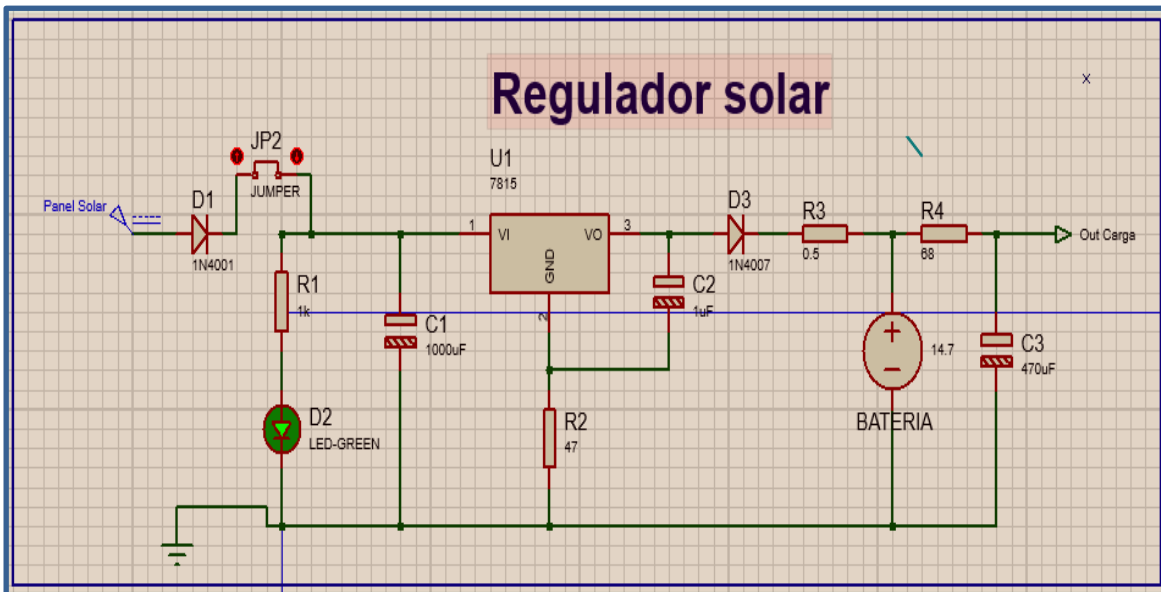


Figura 4. Regulador solar de la propuesta (Fuente: Elaboración propia)

**2. Switching.**

Este componente recibe la carga que es enviado por el regulador solar, es la que tiene la funcionalidad de controlar ambas entradas de energía tanto del regulador y la energía convencional según la eventualidad del caso, dando señal a través de la Salida control.

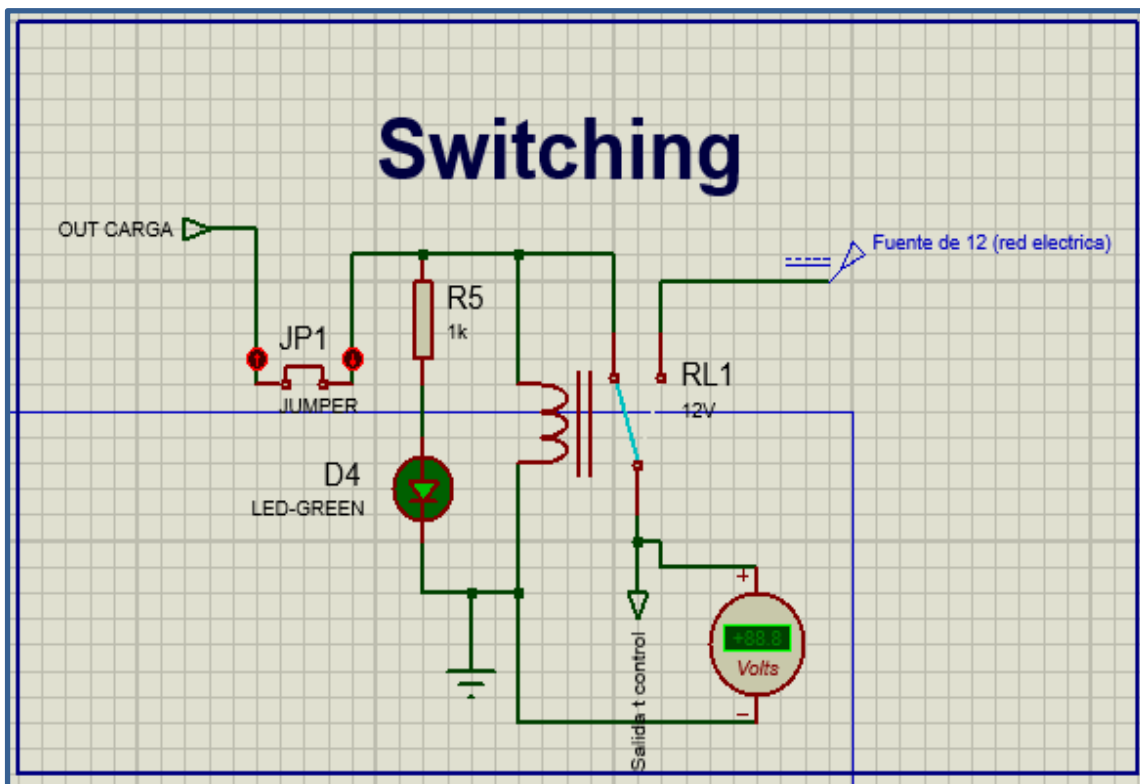
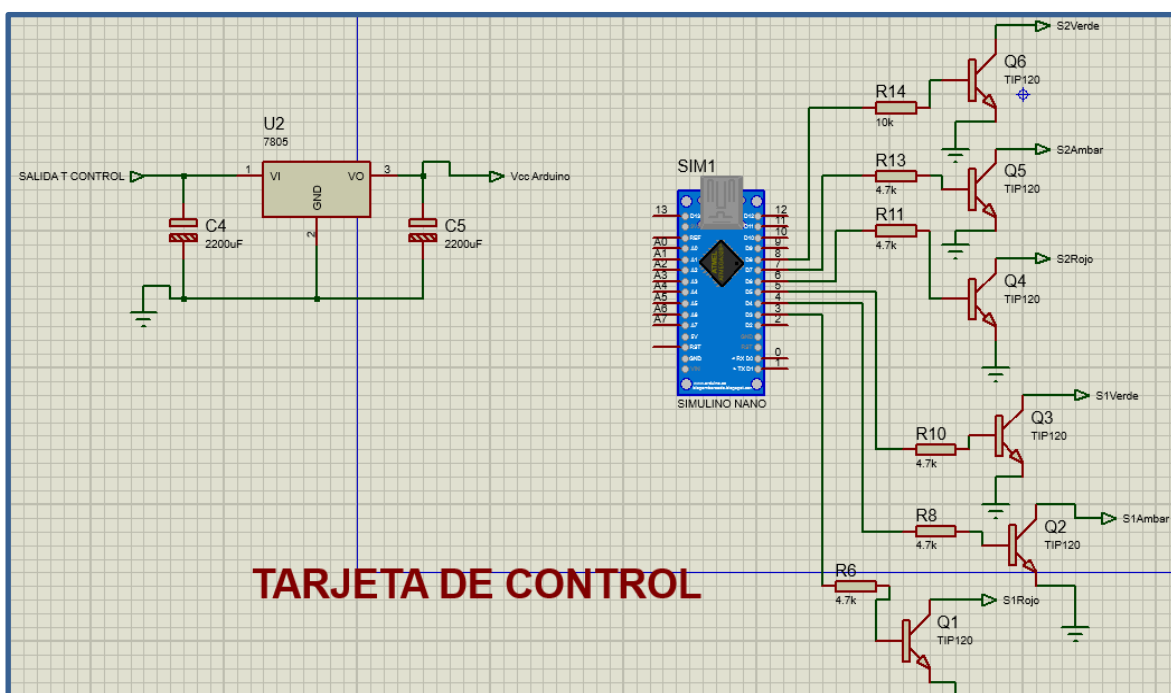


Figura 5. Switching de la propuesta (Fuente: Elaboración propia)

### 3. Tarjeta de control.

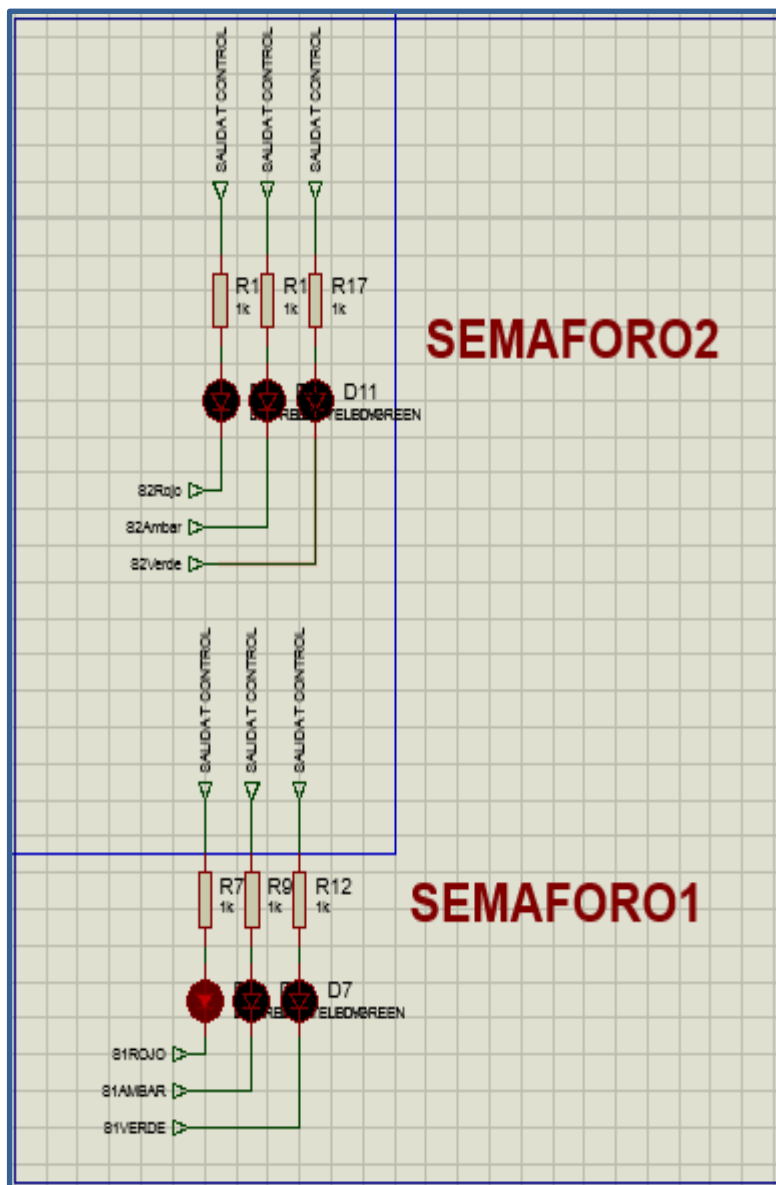
Este componente está compuesto por dos elementos principales: Circuito integrado 7805 y Arduino Nano. Tiene la funcionalidad de recibir la energía enviada desde el Switching y a través del 7805 poder controlar el voltaje que servirá como propia fuente de alimentación para el Arduino. Además, en fijar las entradas de alimentación hacia los focos de los semáforos a través de un Relay de estado sólido.



**Figura 6.** Tarjeta de control de la propuesta (Fuente: Elaboración propia)

### 4. Semáforos

Los semáforos actúan como un componente complementario de la propuesta, puesto que es indispensable en la investigación. Para su funcionamiento normal recibirán alimentación y orden desde la tarjeta de control, basado en la programación Arduino de los tiempos de encendido de cada FOCO según corresponda su color. Para la propuesta se está trabajando solo con dos semáforos tal como se puede observar a continuación.



*Figura 7.* Semáforos de la propuesta (Fuente: Elaboración propia)

## 5. Programación Arduino.

La programación Arduino se basa en programar las sentencias y códigos que permitirán a la tarjeta de control enviar la orden hacia los semáforos, declarando las variables correspondientes según como se ha definido a continuación:

Definición de las variables de ambos semáforos en la tarjeta de control.

```
//PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE CONTROL
int slojo = 3;
int slambar = 4;
int slverde = 5;

int s2rojo = 6;
int s2ambar = 7;
int s2verde = 8;

void setup() {

  pinMode(slojo, OUTPUT);
  pinMode(slambar, OUTPUT);
  pinMode(slvverde, OUTPUT);
  pinMode(s2rojo, OUTPUT);
  pinMode(s2ambar, OUTPUT);
  pinMode(s2verde, OUTPUT);

}
}
```

**Figura 8.** Programación de la tarjeta de Control (Fuente: Elaboración propia)

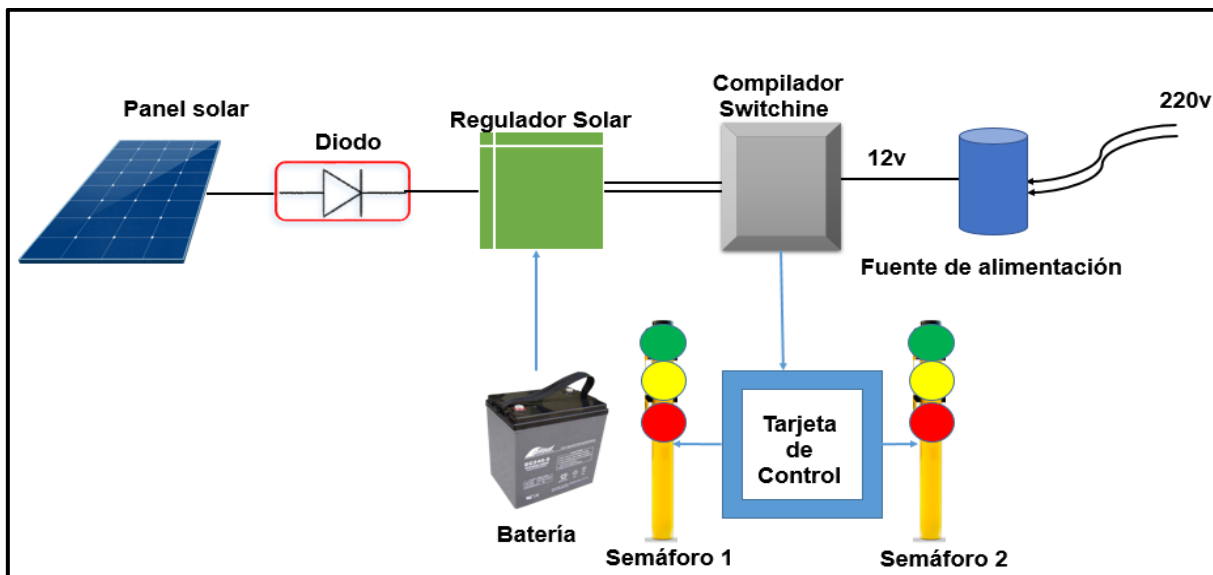
```
void loop() {
  // programacion semaforos
  digitalWrite(slojo, HIGH); // encendemos el semaforo 1 rojo
  digitalWrite(s2verde, HIGH); // encendemos el semaforo 2 verde
  delay(30000); // tiempo de encendido 30 seg
  digitalWrite(s2verde, LOW); // apagamos el semaforo 2 verde
  digitalWrite(s2ambar, HIGH); // encendemos el semaforo 2 ambar
  delay(5000); // tiempo de encendido 5 seg el ambar
  digitalWrite(s2ambar, LOW); // apagamos el semaforo 2 ambar
  digitalWrite(slojo, LOW); // apagamos el semaforo 1 rojo
  digitalWrite(s2rojo, HIGH); // encendemos el semaforo 2 rojo
  digitalWrite(slvverde, HIGH); // encendemos el semaforo 1 verde
  delay(30000); // tiempo de encendido 30 seg
  digitalWrite(slvverde, LOW); // apagamos el semaforo 1 verde
  digitalWrite(slambar, HIGH); // encendemos el semaforo 1 ambar
  delay(5000); // tiempo de encendido 5 seg el ambar
  digitalWrite(s2rojo, LOW); // encendemos el semaforo 2 rojo
  digitalWrite(slambar, LOW); // encendemos el semaforo 1 ambar
}
}
```

**Figura 9.** Programación de la tarjeta de Control - Semáforos (Fuente: Elaboración propia)

Es lógico que la propuesta se basó en un flujograma elaborado por el tesista, que habiendo sido analizado por los expertos que a juicio de criterio fue la que finalmente se estableció. Contextualmente la propuesta se centró en la evaluación de ciertos requerimientos que



ayudaron a mejorar la estructura del circuito con análisis entre lo convencional y lo que se requería establecer, llegando a la conclusión con el siguiente flujograma que se muestra a continuación:



**Figura 10.** Flujograma final de la propuesta. (Fuente: Elaboración propia)

La propuesta final de la investigación, se basa en un sistema de energía Solar Fotovoltaica basado en la Metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto, esto permitirá a las instituciones públicas y privadas que quieran implementarlo tener un estudio confiable y certificado para su ejecución. El circuito está diseñado para soportar una interrupción eléctrica de 24 horas, haciendo que los semáforos funciones de manera normal sin ningún inconveniente con el respaldo fotovoltaico y convencional que serán los encargados de responder a tal problemática en el instante.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para obtener los resultados se ha utilizado la técnica de juicio de expertos basado en el modelo Delphi, en donde participan cinco expertos obteniendo los siguientes resultados como se mostrarán a continuación.

#### **1. Introducción.**

Previo al análisis que se mostrará, es necesario mencionar que el presente escrito se centra en la validez del modelo propuesto denominado “Propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto”, para obtener el título de Ingeniero de Sistemas e Informática.

Como parte del estudio y el proceso para su estimación del grado de validez, se utilizó el juicio de expertos, ya que esta se define como una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones de manera acertada.

#### **2. Objetivos de la propuesta.**

##### **2.1. Objetivo general.**

Disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto con la propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica.

##### **2.2. Objetivos Específicos.**

1. Analizar requerimientos y datos de la evaluación a los expertos para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos en Tarapoto.
2. Diseñar la propuesta del sistema de energía solar fotovoltaica.
3. Validar la propuesta del sistema de energía solar fotovoltaica aplicando la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos.

A continuación, se presenta los instrumentos que se aplicaron para validar el modelo propuesto realizado a los cinco expertos.

## I. ENCUESTA A EXPERTOS

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su opinión valorativa en base a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : Sánchez Sánchez, Cesar  
 Institución donde labora : IEST Amazónico.  
 Especialidad : Ing. de Sistemas.  
 Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO.

### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Cobertura	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los componentes establecidos.					✓
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.					✓
Velocidad de respuesta	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.					✓
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.					✓
Proyección de semáforos	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.					✓
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.					✓
Tecnología utilizada	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento					✓
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento					✓

<b>Distribución de los dispositivos</b>	La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.							✓
	La ubicación de los dispositivos aseguran que el circuito sea eficaz en su funcionalidad							✓
<b>Control</b>	La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.							✓
<b>Seguridad</b>	Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.							✓
	El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad							✓
<b>PUNTAJE TOTAL</b>								

(Nota: Considerar que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 30. Un puntaje menor al indicado se considerará instrumento no válido ni aplicable.

**1.4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.**

Es muy factible e importante porque es una tecnología que hará uso de energía limpia, el costo de implementación y operación son relativamente bajas y el aporte al medio ambiente es innovador.

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

65

Tarapoto, 06 de 12 del 2019

  
 \_\_\_\_\_  
**Firma:**



## I. ENCUESTA A EXPERTOS

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su opinión valorativa en base a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : *RÍOS LOPEZ CARLOS ARMANDO*  
 Institución donde labora : *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN*  
 Especialidad : *ING. ELECTRONICO*  
 Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO.

### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Cobertura	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los componentes establecidos.			X		
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.			X		
Velocidad de respuesta	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.				X	
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.					X
Proyección de semáforos	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.			X		
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.					X
Tecnología utilizada	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento			X		
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento					X

<b>Distribución de los dispositivos</b>	La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.					X
	La ubicación de los dispositivos aseguran que el circuito sea eficaz en su funcionalidad			X		
<b>Control</b>	La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.				X	
<b>Seguridad</b>	Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.			X		
	El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Considerar que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 30. Un puntaje menor al indicado se considerará instrumento no válido ni aplicable.

**1.4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.**

*Se puede mejorar los elementos de la parte de visualización. N. se encuentra en la etapa de verificación del prototipo*

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

46

Tarapoto, 05 de DICIEMBRE del 2019

  
 -----  
**Firma:**



## I. ENCUESTA A EXPERTOS

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su opinión valorativa en base a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : SHUPINGAHUA RAMIREZ SEGUNDO ROGER  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
 Especialidad : INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
 Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO.

### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Cobertura	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los componentes establecidos.				X	
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.				X	
Velocidad de respuesta	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.				X	
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.				X	
Proyección de semáforos	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.					X
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.			X		
Tecnología utilizada	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento				X	
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento			X		

<b>Distribución de los dispositivos</b>	La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.				X	
	La ubicación de los dispositivos aseguran que el circuito sea eficaz en su funcionalidad					X
<b>Control</b>	La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.				X	
<b>Seguridad</b>	Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.				X	
	El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Considerar que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 30. Un puntaje menor al indicado se considerará instrumento no válido ni aplicable.

**1.4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

52

Tarapoto, 05 de Diciembre del 2019

  
 -----  
**Firma:**



## I. ENCUESTA A EXPERTOS

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su opinión valorativa en base a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : CECIL ESCOBEDO JOSÉ ENRIQUE  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 Especialidad : ING. ELECTRONICO  
 Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Cobertura	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los componentes establecidos.			✓		
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.				✓	
Velocidad de respuesta	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.			✓		
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.					✓
Proyección de semáforos	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.			✓		
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.					✓
Tecnología utilizada	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento			✓		
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento					✓

<b>Distribución de los dispositivos</b>	La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.					✓
	La ubicación de los dispositivos aseguran que el circuito sea eficaz en su funcionalidad				✓	
<b>Control</b>	La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.					✓
<b>Seguridad</b>	Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.				✓	
	El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad					✓
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Considerar que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 30. Un puntaje menor al indicado se considerará instrumento no válido ni aplicable.

**1.4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

51

Tarapoto, 09 de Diciembre del 2019

-----  
**Firma:**  




## I. ENCUESTA A EXPERTOS

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su opinión valorativa en base a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres : *Cavero León John Fredy*  
 Institución donde labora : *Dirección Regional de Transporte y Comunicaciones*  
 Especialidad : *Ingeniero Electrónico.*  
 Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO.

### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Cobertura	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los componentes establecidos.					X
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.					X
Velocidad de respuesta	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.				X	
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.					X
Proyección de semáforos	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.				X	
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.					X
Tecnología utilizada	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento				X	
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento					X

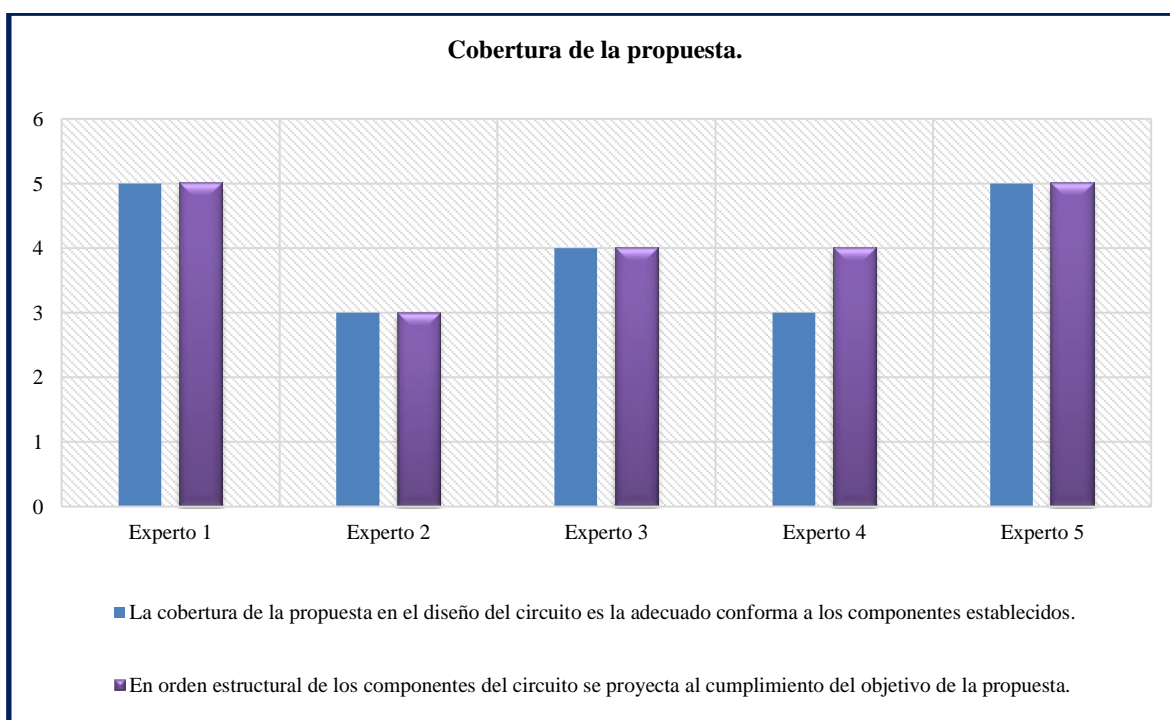


**Tabla 1***Opinión sobre la cobertura de la propuesta*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1   Deficiente: 2   Aceptable: 3   Buena: 4   Excelente:5				
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**C1:** La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los materiales establecidos.

**C2:** El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.

**Figura 11.** Representación gráfica sobre la cobertura de la propuesta.

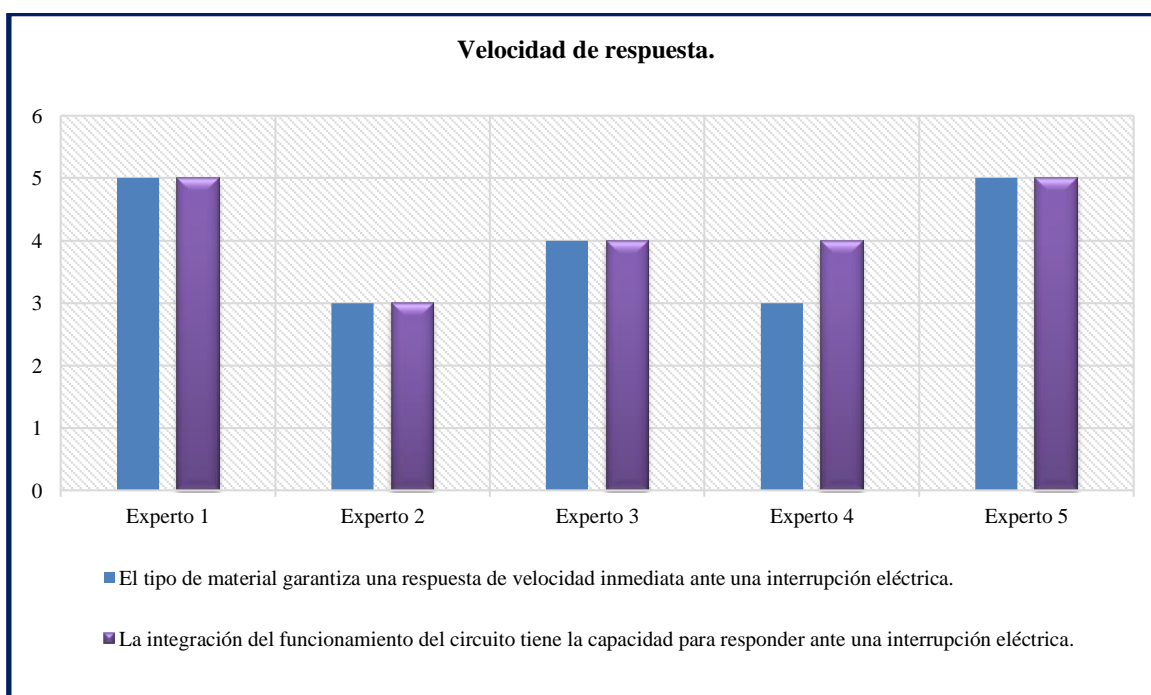
**Interpretación:** En la tabla 1 y figura 10, según el criterio de evaluación de COBERTURA de la propuesta, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 20 puntos, para el segundo criterio es de: 21, generando un total entre ambos criterios de 41 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

**Tabla 2***Opinión sobre la Velocidad de la Propuesta.*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1   Deficiente: 2   Aceptable: 3   Buena: 4   Excelente:5				
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**C1:** El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.

**C2:** La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.

**Figura 12.** Representación gráfica de la velocidad de la propuesta.

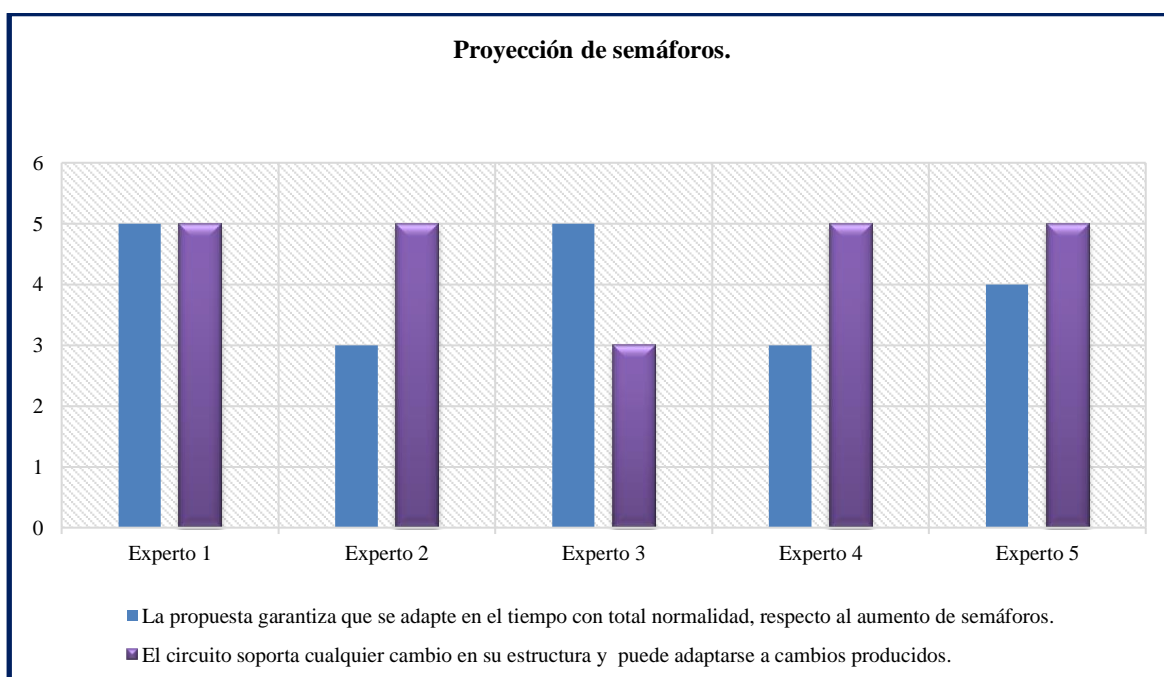
**Interpretación:** En la tabla 2 y figura 11, según el criterio de evaluación de VELOCIDAD de respuesta, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 20 puntos, para el segundo criterio es de: 21, generando un total entre ambos criterios de 41 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

**Tabla 3***Opinión sobre la Proyección de Semáforos*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1	Deficiente: 2	Aceptable: 3	Buena: 4	Excelente:5
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**C1:** La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.

**C2:** El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.

**Figura 13.** Representación gráfica de la proyección de semáforos

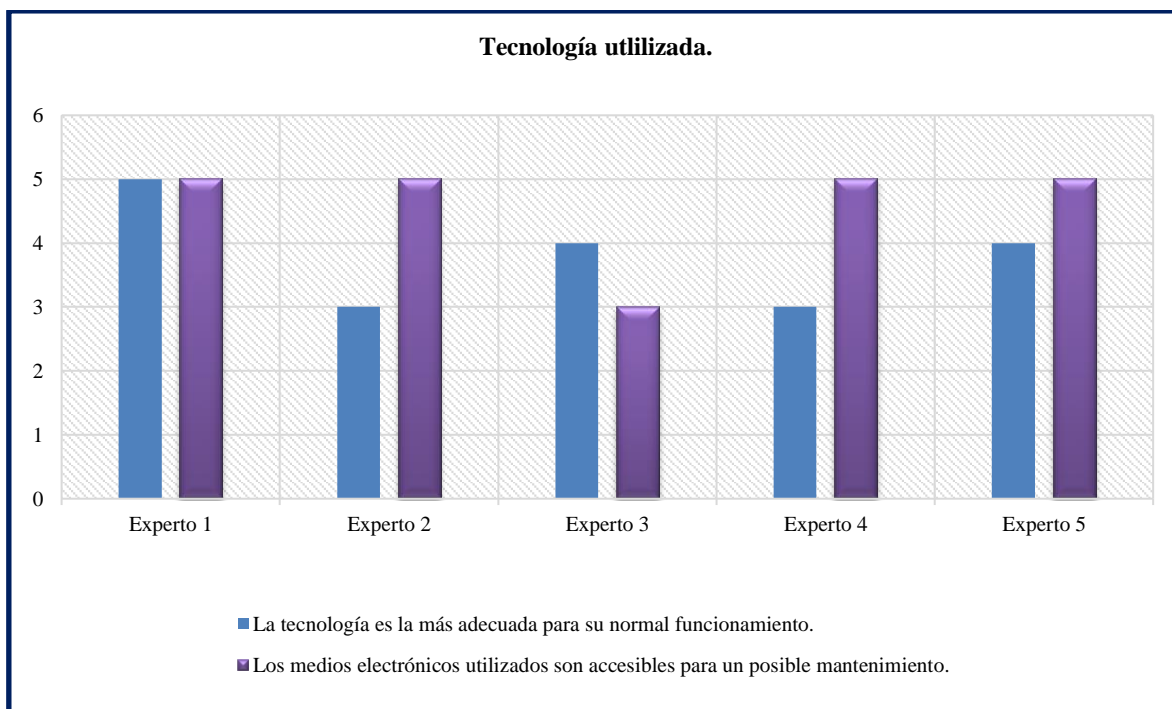
**Interpretación:** En la tabla 3 y figura 12, según el criterio de evaluación de PROYECCIÓN de semáforos, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 20 puntos, para el segundo criterio es de: 22, generando un total entre ambos criterios de 42 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

**Tabla 4***Opinión sobre la tecnología utilizada*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1	Deficiente: 2	Aceptable: 3	Buena: 4	Excelente:5
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

**C1:** La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento.

**C2:** Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento.

**Figura 14.** Representación gráfica de la tecnología de la propuesta

**Interpretación:** En la tabla 4 y figura 13, según el criterio de evaluación de TECNOLOGÍA utilizada, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 19 puntos, para el segundo criterio es de: 23, generando un total entre ambos criterios de 42 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

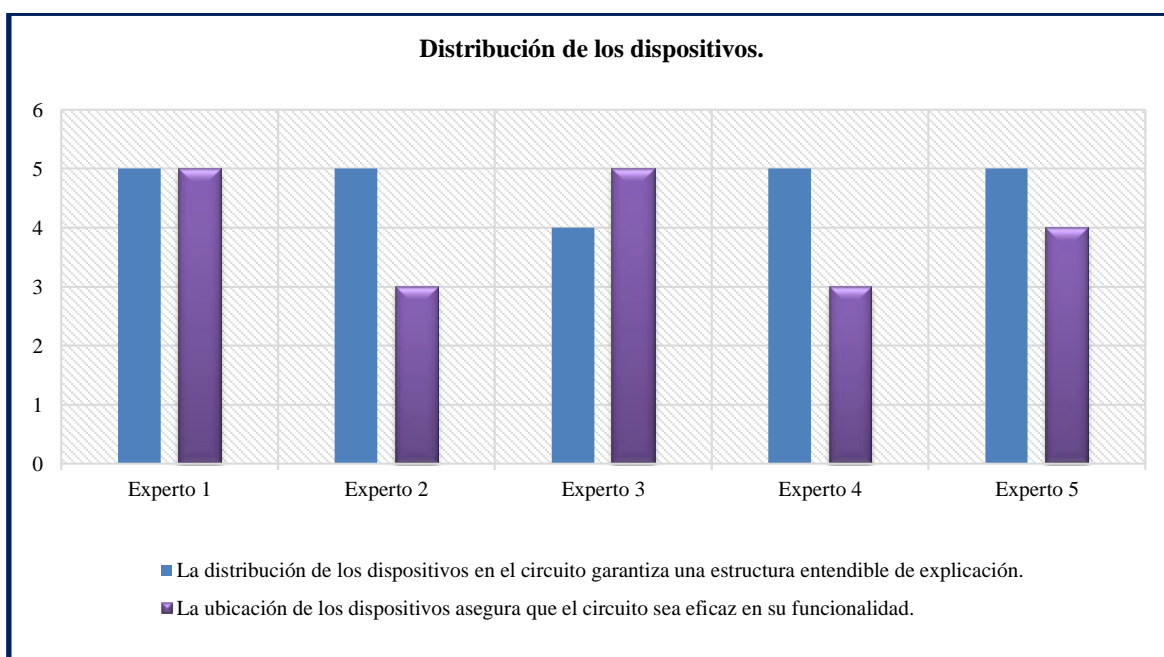


**Tabla 5***Opinión sobre distribución de dispositivos*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1	Deficiente: 2	Aceptable: 3	Buena: 4	Excelente:5
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

**C1:** La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.

**C2:** La ubicación de los dispositivos asegura que el circuito sea eficaz en su funcionalidad.

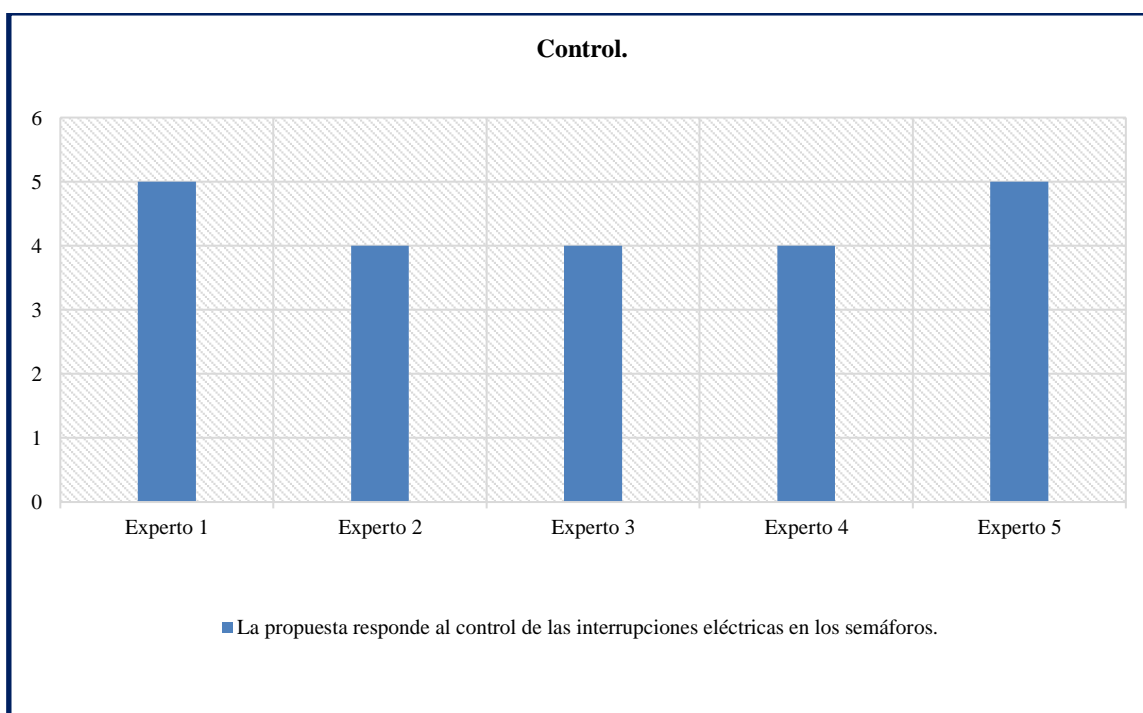
**Figura 15.** Representación gráfica de la distribución de dispositivos

**Interpretación:** En la tabla 5 y figura 14, según el criterio de evaluación de DISTRIBUCIÓN de los dispositivos, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 19 puntos, para el segundo criterio es de: 25, generando un total entre ambos criterios de 44 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

En este criterio solo se estableció un solo indicador a diferencia de los demás, ya que su enfoque está considerado de manera general sobre la propuesta.

**Tabla 6***Opinión sobre el control*

<b>Aspectos de validación</b>					
<b>Criterios</b>	<b>Muy Deficiente: 1   Deficiente: 2   Aceptable: 3   Buena: 4   Excelente:5</b>				
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>C1:</b> La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.					

**Figura 16.** Representación gráfica del control de la propuesta

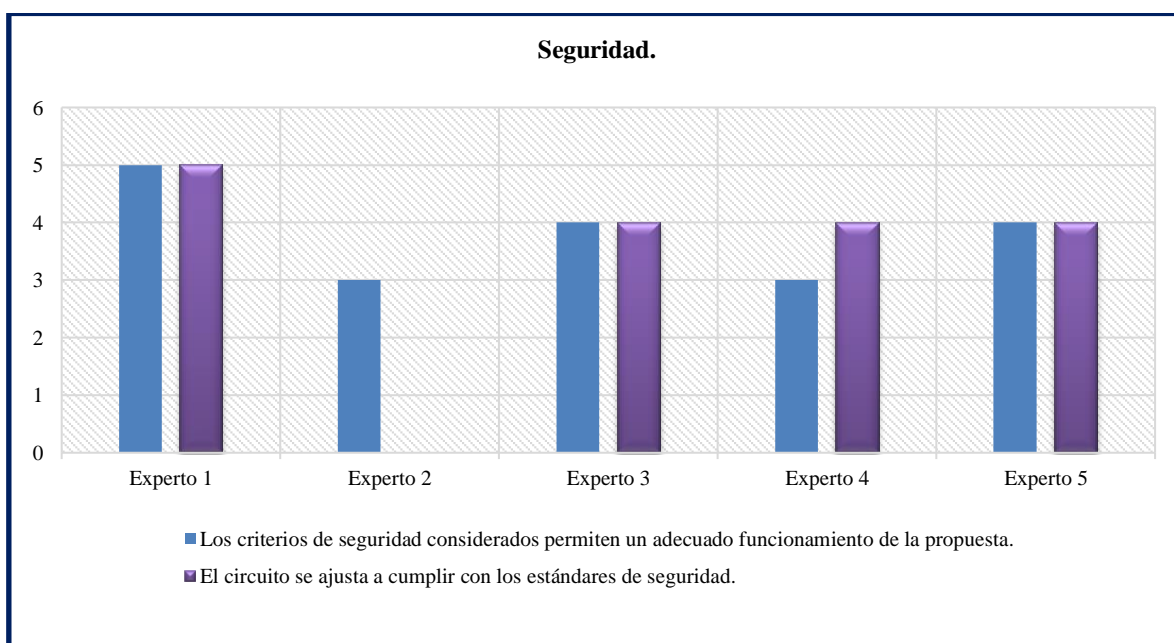
**Interpretación:** En la tabla 6 y figura 15, según el criterio de evaluación de CONTROL de las interrupciones eléctricas, se observa que el puntaje general para el único criterio planeado es de: 22 puntos, entendiendo que en este indicador solo se ha considerado un criterio ya que se enfoca directamente al objetivo general de la investigación. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas y está dentro del puntaje requerido.

**Tabla 7***Opinión sobre la seguridad de la propuesta*

Criterios	Aspectos de validación				
	Muy Deficiente: 1   Deficiente: 2   Aceptable: 3   Buena: 4   Excelente:5				
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
<b>Criterio 1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Criterio 2</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

**C1:** Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.

**C2:** El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad.

**Figura 17.** Representación gráfica de la seguridad de la propuesta

**Interpretación:** En la tabla 7 y figura 16, según el criterio de evaluación de SEGIRODAD del circuito, se observa que el puntaje general para el primer criterio es de: 19 puntos, para el segundo criterio es de: 17, generando un total entre ambos criterios de 36 puntos. Dentro del margen establecido se llega a la conclusión de que si cumple con las expectativas esperadas mínimas y está dentro del puntaje requerido. Cabe resaltar que para el criterio 2, el segundo experto dejó la casilla en blanco.

**Discusión.**

De acuerdo al objetivo general de la propuesta, la disminución de las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto con la propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica obtuvo los resultados esperados, cumpliendo con todos los requerimientos y datos de evaluación utilizados en este caso con el Juicio de expertos. En tal sentido, los objetivos específicos de la propuesta han contribuido en los resultados esperados, ya que se han cumplido a cabalidad.

Por su parte nuestro estudio coincide en el cumplimiento de la hipótesis alterna (H1), en el que podemos afirmar gracias a los resultados obtenidos, que “La propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down, si disminuye las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto”, ya que en los resultados de juicio de expertos así se refleja y eso significa el valor e importancia de una funcionalidad asertiva.

Los criterios aplicados en la encuesta a los expertos han sido analizados por el tesista para cumplir con los objetivos de la propuesta, lo cual cada de ellas están representadas en un cuadro de análisis y gráficamente, lo que permite entender mejor los resultados obtenidos. Considerando que en la representación de resultados solo se ha considerado los aspectos de validación aceptable, buena y excelente debido a que en ningún aspecto fue considerado por los expertos llegando a la conclusión de que no era necesario especificar los demás aspectos de validación. En tal sentido, el proyecto ha cumplido con las expectativas, proporcionando en todos los criterios considerados una respuesta esperada y eso refleja su viabilidad para una implementación por alguna entidad pública o privada en el futuro.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones del estudio son las siguientes:

1. Se ha logrado analizar todos los requerimientos y diseñado la propuesta de un sistema de energía solar fotovoltaica basado en la metodología Top Down para disminuir las interrupciones eléctricas en los semáforos de Tarapoto, proceso que ha sido resultado del cumplimiento de todas las fases de la metodología, garantizando que los procedimientos tengan un alto grado de aceptación y viabilidad.
2. Se ha logrado utilizar los dispositivos de calidad en la propuesta, considerando las capacidades técnicas y características de cada una de ellas para actuar de manera eficiente. El análisis del estudio se concentra principalmente en los componentes del circuito respondiendo a la exigencia de la problemática, destacando su ubicación y durabilidad en el tiempo.
3. Se ha logrado mediante la aplicación de un instrumento (encuesta) evaluar la opinión de 5 expertos de trayectoria en el campo de la Ingeniería (electrónica y sistémica). De dicha evaluación se concluye que se tiene una aprobación del 93% en todos los criterios, determinando que la propuesta tiene un grado de aceptación muy considerable para su implementación en el futuro.
4. La investigación es viable, ya que técnicamente es una propuesta innovadora, los materiales son accesibles de encontrarlos, el costo no es muy elevado y la validación ha sido certificado por expertos en el tema.

## RECOMENDACIONES

1. Para la implementación de la propuesta, se recomienda realizar el monitoreo respectivo con la finalidad que se ajuste al objetivo general de la propuesta y disminuir problemas técnicos en el futuro; además de considerar las políticas de seguridad local que tienen que respetarse para no infringir ninguna norma o política por parte del área de tránsito de la Municipalidad Provincial de San Martín.
2. Se recomienda que la propuesta pueda aprovechar la máxima aceptación posible de las entidades más importantes teniendo como reto llegar a una aprobación del 100% con un proceso altamente participativa y masificar la propuesta en otras provincias de la región con una evaluación y cumpliendo los estándares de calidad.
3. Investigar nuevas metodologías de diseño de circuitos que permitan aprovechar al máximo los procesos tecnológicos. Además, optimizar al máximo los recursos económicos a utilizar, dando prioridad a las diversas entidades públicas y privadas para poder implementarlo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Congreso anual de referencia del sector fotovoltaico en España. (2016). *III Foro solar español: El tiempo de la energía solar fotovoltaica*, UNEF (Unión española fotovoltaica), 28001.
- Danilo, P. (2009). *Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos*. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Dirección Regional de Energía y Minas de San Martín. (2010 - 2014). *Plan Regional de Electrificación rural con Energías Renovables*. Moyobamba, San Martín, Perú.
- Electro Oriente. (2017). *Registro de Interrupciones Eléctricas en Tarapoto*. Sub gerencia de tránsito de la Municipalidad Provincial de San Martín.
- Eder, G. (2008). *Sistema fotovoltaico con Mínimo de almacenamiento de Energía en el Enlace de CD (tesis de maestría)*. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo tecnológico, México.
- Federico, A. (2017). *Metodología Top Down*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de la Plata. [http://163.10.22.82/OAS/modularizacion/metodologia\\_topdown.html](http://163.10.22.82/OAS/modularizacion/metodologia_topdown.html)
- Hernández, R. (2006). Metodología de la Investigación. Retrieved from <https://sistemas.unicesar.edu.co/documentossistemas/sampierei.pdf>
- Imanol, Yalli. (2013). *Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú* (Tesis de Máster). Universidad Agraria la Molina, Lima.
- Jorge, A. (2012). *Cortes no programados de Energía Eléctrica: APAGONES*. Centro de Ingenieros, Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Electrónicos. Buenos aires, Argentina.
- Marianela, G (1999). *Energía Solar Fotovoltaica y cooperación al desarrollo*. Ingeniería sin fronteras. Madrid, Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África.

- Javier, M, & Rafael, C. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid, España. Editorial: fundación confemetal. Recuperado de [www.fundacionconfemetal.com](http://www.fundacionconfemetal.com)
- OSINERGMIN. (2011). *Calidad de Suministro Eléctrico en el Perú – Caso Electro Norte*, Organismo supervisor de la inversión en energía y minería. Perú.
- Organismo de supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2004). *Supervisión de la Operación de Sistemas Eléctricos - Unidad de calidad del Servicio Eléctrico*. Lima, Perú. Recuperado de: <http://gfe.osinerg.gob.pe>
- Perú Económico. (Nov. 2006). *Los retos energéticos del Perú*, pág. 10 – 11. Lima, Perú.
- Riquel, E. (2013). *Regularización de las energías Renovables en el Perú*.
- Robert, S. (2002). *Metodologías de diseño de Hardware*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de la Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/3835>
- Vásquez, C, & Laura, S, & Bibi, M. (2015). *Proyecto de prefactibilidad para la implementación de energía solar fotovoltaica y térmica en el campamento minero de Comihuasa*. Lima, Perú.
- Red de políticas de Energía Renovable para el siglo 21. (2016). *Energía renovable 2016 reporte de la situación mundial*. Francia.
- Roberto, H, & Carlos, F, & Pilar, B. (2004). *Metodología de la investigación*. McGraw – Hill Interamericana, México.
- David, S. (2019). *Energía Solar eólica solar fotovoltaica para generar energía eléctrica en el caserío Llushcapampa en chota departamento de Cajamarca*. Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque – Perú.
- Schweers, R. (2002). *Metodología de diseño de Hardware*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de la Plata.
- Unión Española Fotovoltaica. (2016). *El tiempo de la Energía Solar Fotovoltaica*. III foro Solar Español. Madrid, España. Recuperado de [www.unef.es](http://www.unef.es).



- Víctor, H. (2008). *Generación eléctrica fotovoltaica en la Facultad de Ingeniería USAC y estudio del aprovechamiento (Tesis de Posgrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Mills, H. & Wirth, N. (2010). Metodología Top Down
- Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277. Doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- Mora, J.F. (2012). Circuitos eléctricos – Jesús Fraile Mora [1] (J. Mora.ed.).
- Domínguez, P. (2019). / *Centro Azúcar* Vol 46. 4, Octubre-Diciembre 2019, Cuba. (pp. 39-49)
- Jenny, B. (2015). Diseño y simulación de una instalación fotovoltaica de autoconsumo (Tesis de pre grado). Universidad Piloto de Colombia
- Padrón, J. (2006). Investigar, reflexionar y actuar en la práctica docente. Recuperado de: <http://padron.entretemas.com/InvAplicada/index.htm>

**ANEXOS**

## Anexo 1.

### Encuesta a expertos

Instrumento de opinión para la validación de la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMÁFOROS DE TARAPOTO.

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

Estimado experto, me presento ante su persona para solicitarle su apoyo respecto a su experiencia profesional para que emita juicio sobre la PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO. Por lo que su opinión es importante para lograr el objetivo general. Para ello debe marcar con una (x) en la columna por indicador.

#### 1.2. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres :  
.....

Institución donde labora :  
.....

Especialidad :  
.....

Propuesta a evaluar : PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA DISMINUIR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS EN LOS SEMAFOROS DE TARAPOTO.

#### 1.3. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

**Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
<b>Cobertura</b>	La cobertura propuesta en el diseño del circuito es la adecuada conforme a los materiales establecidos.					
	El orden estructural de los componentes del circuito se proyecta al cumplimiento del objetivo de la propuesta.					

<b>Velocidad de respuesta</b>	El tipo de material garantiza una respuesta de velocidad inmediata ante una interrupción eléctrica.					
	La integración del funcionamiento del circuito tiene la capacidad para responder ante una interrupción eléctrica.					
<b>Proyección de semáforos</b>	La propuesta garantiza que se adapte en el tiempo con total normalidad, respecto al aumento de semáforos.					
	El circuito soporta cualquier cambio en su estructura y puede adaptarse a cambios producidos.					
<b>Tecnología utilizada</b>	La tecnología es la más adecuada para su normal funcionamiento					
	Los medios electrónicos utilizados son accesibles para un posible mantenimiento					
<b>Distribución de los dispositivos</b>	La distribución de los dispositivos en el circuito garantiza una estructura entendible de explicación.					
	La ubicación de los dispositivos aseguran que el circuito sea eficaz en su funcionalidad					
<b>Control</b>	La propuesta responde al control de las interrupciones eléctricas en los semáforos.					
<b>Seguridad</b>	Los criterios de seguridad considerados permiten un adecuado funcionamiento de la propuesta.					
	El circuito se ajusta a cumplir con los estándares de seguridad					
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Considerar que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 30. Un puntaje menor al indicado se considerará instrumento no válido ni aplicable.

**1.4. OPINIÓN DE APLICABILIDAD.**

.....  
.....  
.....  
.....

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

**Tarapoto, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 2019**