



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE CARGA PARA CELULARES POR MEDIO DE PANELES SOLARES EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA

Manuel Merino, Shessyra Reyes, Luis
Rojas, Eric Salgado, Edgardo Torres

Piura, 18 de noviembre de 2017

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)



***“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE CARGA PARA CELULARES
POR MEDIO DE PANELES SOLARES EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA”***

Proyectos – 2017-II

Manuel Merino C.

Shessyra Reyes T.

Luis Rojas L.

Eric Salgado C.

Edgardo Torres V.

Noviembre, 2017

udep

Contenido

1. ANTECEDENTES	5
1.1. Proyectos solares en el Perú	6
1.2. Proyectos de energía solar en UDEP	7
1.3. Proyectos de cargadores solares	8
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	10
2.1. Energías renovables	10
2.1.1. Energía solar	11
2.2. Normativa sobre energías renovables en el Perú.	13
2.3. Perspectivas en el uso de energía solar	14
2.4. Demanda en el uso de paneles solares	15
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1. Sistema fotovoltaico.....	17
3.1.1. Componentes.....	17
3.1.2. Rendimiento y pérdidas	23
3.1.3. Impacto ambiental	24
4. ESTUDIO DE MERCADO	26
4.1. Criterios de Importancia para el estudio de mercado	26
4.1.1. Cálculo del tamaño óptimo de la muestra	26
4.1.2. Instrumentos de investigación y/o formatos utilizados	27
4.1.3. Grupos de interés	28
4.2. Resultados de las encuestas y análisis de datos	28
6. PROPUESTA DE MÓDULO DE CARGA.....	34
6.1. Ubicación.....	34
6.2. Descripción general del módulo	34
6.3. Dimensionamiento de los componentes	35
6.3.1. Paneles solares.....	35
6.3.2. Acumulador solar	38
6.3.3. Regulador de carga.....	38
6.3.4. Conversor DC-DC.....	39
6.3.5. Estructura y lockers.....	39
6.3.6. Cableado	40
6.3.7. Protecciones	40

7.	PROTOTIPO Y VALIDACIÓN	41
7.1.	Lugar de pruebas.....	41
7.2.	Componentes del prototipo	41
7.2.1.	Paneles solares.....	41
7.2.2.	Acumulador solar	42
7.2.3.	Regulador de carga.....	43
7.2.4.	Convertor DC-DC.....	43
7.2.5.	Estructura y lockers.....	44
7.2.6.	Cableado	45
7.2.7.	Pedestales	46
7.2.8.	Voltímetro	46
7.3.	Pruebas y Resultados del prototipo	47
8.	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	50
8.1.	Enfoque Económico-Financiero desde el punto de vista del patrocinador	50
8.2.	Enfoque Económico-Financiero desde el punto de vista de la Universidad.....	51
9.	CONCLUSIONES.....	53
10.	ANEXOS	54
11.	Referencias	59

INTRODUCCIÓN

Una gran mayoría de alumnos universitarios, más de una vez nos hemos encontrado con la necesidad de cargar nuestros celulares en el campus universitario, ya que la evolución del consumo de los smartphones ha sido más acelerada que la evolución en la capacidad de las baterías que los energizan.

Esta necesidad se ve agravada cuando se combina con situaciones en las que no es posible contar con un cargador a mano y/o con tomacorrientes disponibles, lo cual genera un problema para los alumnos.

Ante este problema, surge la idea de proyecto de diseñar un sistema de carga para celulares para ser ubicado en el campus universitario y permita satisfacer la demanda de los alumnos que necesitan cargar sus celulares.

Alternativas de solución y posibles sistemas de carga existen y son muy variados, sin embargo, en un contexto actual de promoción de energías renovables, de preocupación por cambio climático y una tendencia general a los sistemas autónomos, el uso de paneles solares como solución posee un mayor atractivo respecto a otras alternativas.

Es así como nace el presente proyecto de Diseño e Implementación de un Sistema de Carga para Celulares por medio de Paneles Solares en la Universidad de Piura, el cual busca una solución en base a energía solar, amigable con el medio ambiente, económicamente viable y con una base técnica que respalde la calidad del producto: un módulo de carga para celulares.

1. ANTECEDENTES

En este primer capítulo se hace un recuento de las investigaciones recientes realizadas en el campo de energía solar y los proyectos de generación de energía basados en paneles fotovoltaicos en el Perú.

Primero, se dan los datos de dos de las centrales solares actualmente operativas en el Perú: la Central Solar Rubí de **ENEL GREEN POWER PERU** y la Central Tacna Solar de **TACNA SOLAR**. Luego, se hace una recapitulación general de algunos de los proyectos de investigación de energías renovables desarrollados en la UDEP en los últimos años para finalmente terminar viendo tres propuestas de cargadores solares para celulares, donde se ven las tendencias principales de estos sistemas.

En segundo lugar, entre los proyectos más destacados tenemos:

-Bombeo de agua por medio de Energía fotovoltaica en zonas rurales, describe un procedimiento de un sistema fotovoltaico, a partir de agua y altura dinámica total común en la localidad de Piura. Previo a este dimensionamiento se hace un estudio de la factibilidad del uso de esta energía en la localidad. Ayudándonos de las diferentes tecnologías que existen en la actualidad de bombas solares, paneles solares y más accesorios se dimensiona el sistema. (Valverde, 2006)

- Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura, estudia el dimensionamiento, diseño, instalación y mantenimiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red convencional, para alimentar parte de la demanda de carga del Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura. (Cornejo H. , PIRHUA, 2013)

-Alumbrado público con energía renovable en la Universidad de Piura ,el cual consiste en implementar una nueva alternativa a base de paneles solares alimentados por energía solar fotovoltaica debido a que el sistema eléctrico de la Universidad de Piura es un sistema complejo, ya que en éste se contempla la alimentación, alumbrado, tomacorrientes, puesta a tierra, subestaciones y suministros para cada uno de los edificios y diferentes áreas construidas que la conforman, como también para los caminos y el resto de terreno disponible. Dentro del sistema eléctrico, es de mayor interés para el proyecto el análisis del sistema de iluminación. (León & Ipanaque, PIRHUA, 2013)

1.1. Proyectos solares en el Perú

El Perú es un país cuya producción de energía es principalmente por medio de centrales hidroeléctricas y térmicas. Sin embargo, en los últimos años han ido apareciendo proyectos de generación energética por medio de sistemas fotovoltaicos. A continuación, se mencionan algunos de los proyectos que actualmente se llevan desarrollando en el Perú.

El 2016, **ENEL GREEN POWER PERU S.A.** se adjudicó el proyecto Central Solar Rubí, como parte de la cuarta subasta de suministro de electricidad con recursos energéticos renovables (OSINERGMIN, 2017). Ubicada a 1410 msnm, en Mariscal Nieto, Moquegua y con una inversión aproximada de US\$ 165 millones, será la planta de energía solar fotovoltaica más grande del Perú, con una capacidad de 144.48 MW, lo que le permitirá generar al año un aproximado de 440 GWh, lo que equivale al consumo anual de 351 mil hogares. Al generar por medio de energía solar fotovoltaica, se estarían evitando la emisión de casi 210 mil toneladas de CO₂ al año (ENEL, 2016).

CENTRAL RUBÍ	
Potencia instalada	144,48 MW
N° de módulos de serie	30
Tipo de módulos	Reisen
Potencia de módulos	320 W
N° de inversores	164
Potencia de inversores	1,025 MVA
Tipo de inversores	Fimer R11105 TL
Tensión de salida de inversores	0,4 KV
Tipo de estructura	Seguidor Horizontal de 1 eje
N° de centros de transformación	41
Relación de transformación	0,4/33 KV

Tabla 1: Datos de C.S Rubí (OSINERGMIN, 2016)

Más al sur, en Tacna, la central Tacna Solar, de la empresa concesionaria TACNA SOLAR S.A.C. de 20 MW, produce anualmente más de 47 GWh. Esta planta se puso en marcha el 31 de octubre del 2012 y entrega 16 MW al Sistema Interconectado Nacional. Para esta planta, fue necesario un monto de inversión de US\$ 94,6 MM (OSINERGMIN, 2017).

TACNA SOLAR	
Potencia instalada	20 MW
Punto de oferta	Barra Los Heroes 66 kv
Cantidad de módulos fotovoltaicos	74988(290 pico c/u)
Cantidad de seguidores solares	182
Nivel de tensión de transformadores	16(1,25 MW c/u)
Cantidad de inversores	32
Tensión de entrada de inversores	0,5-0,825 kv(cc)
Tensión de salida de inversores	0,3kv(ca)
Factor de planta	26,9%

Tabla 2: Datos de la central Tacna Solar

1.2. Proyectos de energía solar en UDEP

El presente proyecto tiene como localización el campus Piura de la Universidad de Piura, por lo tanto, es importante revisar algunos proyectos de aplicación de energía solar con paneles fotovoltaicos que se han investigado o desarrollado.

En el año 2013, se presentó la tesis “Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura”, donde se presenta una guía para el diseño, dimensionamiento, instalación y mantenimiento de un sistema fotovoltaico para el Centro Materno Infantil de la Universidad de Piura. Esta tesis incluye un estudio de rentabilidad de la instalación fotovoltaica y opciones para mejorar la rentabilidad del mismo ya que el proyecto **no era rentable** debido a que el tiempo de recuperación de la inversión, 19 años, era mayor a los 9 años de duración del proyecto (Cornejo H. , Sistema Solar Fotovoltaico , 2013).

Ese mismo año, se presenta el proyecto: “Alumbrado público con energía renovable en la Universidad de Piura”, donde se propone reemplazar el alumbrado público del campus universitario por uno que utilice energía solar fotovoltaica con el fin de promover el uso de energías renovables y crear conciencia sobre el impacto de las fuentes no renovables de energía en el planeta (Cornejo H. , 2013)

Cabe mencionar, el proyecto de investigación realizado en Campus Lima de la Universidad de Piura, donde se formó el **Grupo de Interés en Energías Renovable (GIER)**, encargado de diseñar una estación de carga solar para exteriores. El GIER, conformado por profesionales especializados en el sector Energía, profesores, alumnos y colaboradores externos, espera ensamblar en un futuro cercano una estación fotovoltaica para inyectar energía directamente en la red eléctrica de Campus Lima. (Grupo de interés en Energías Renovables, 2017) Ambos proyectos tienen fines de investigación principalmente. Esto muestra un compromiso e interés por parte de la Universidad de Piura en el cuidado del medio ambiente y en la adopción de energías renovables. Este interés se ve reflejado en las palabras dadas por el Dr. Alejandro Ancajima, docente de la Facultad de Ingeniería, acerca del proyecto de la estación de carga solar para celulares: “*Queremos fomentar una educación para la alianza entre la humanidad y el ambiente, conclusión de la carta encíclica Laudato si: Sobre el cuidado de la casa común (2015), del Papa Francisco. Nos tomó algunos meses conversar, convencer gente, hacer las adquisiciones y la difusión para que esto sea una realidad*” (Salazar, 2017).

1.3. Proyectos de cargadores solares

Existen distintos diseños para cargadores solares para celulares disponibles, desde el más sencillo y económico, que consiste en diodos rectificadores en serie al panel solar, diseño utilizado en el **Patona 7 in 1 Solar Charger**, hasta modelos más avanzados capaces de realizar **Seguimiento de Punto de Máxima Potencia (MPPT)**. (Mohamed, 2009)

Una búsqueda entre la literatura disponible nos permite encontrar con proyectos anteriores que proponen diseños que optimizan el costo (Brito, y otros, 2014), la transferencia máxima de potencia (Park, y otros, 2013) o un compromiso entre ambos (Akin, 2012).

En el proyecto de investigación: “*A Low-Cost Solar Cell Charger Prototype for Smartphone Battery Charging*” desarrollado por (Brito, y otros, 2014) en la Universidad de Sinaloa, los

autores proponen un diseño que consta de un microcontrolador de diseño propio de los autores, una batería, celdas fotovoltaicas y conectores USB comerciales. Debido a que el enfoque de este diseño es el bajo costo de fabricación del sistema, consideraciones respecto a la eficiencia y mantenimiento no son tomadas en cuenta.

Para el sistema **MPPT** utilizado en el proyecto de (Park, y otros, 2013), se hace especial énfasis en la eficiencia energética y la máxima transferencia de potencia, por lo que el sistema es más complejo, de mayor precio, pero bastante robusto y eficiente. Este diseño, se basa en una arquitectura híbrida de celda solar con super-capacitor, donde este último actúa como buffer de energía para el control MPPT, además de cumplir con el estándar USB para la carga de los celulares.

Por otro lado, el sistema presentado por (Akin, 2012), logra un compromiso entre costo y eficiencia, utilizando un convertor DC-DC para conectar la salida de la batería (12V) con la salida del sistema de carga para celulares (5V), cumpliendo así el estándar USB y sin necesidad de aumentar la complejidad del sistema implementando un control MPPT.

2. SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo expone la situación actual en la que se encuentran las energías renovables, especialmente la energía solar fotovoltaica, tema central de la presente investigación.

En primer lugar, se da un panorama general de las energías renovables, para luego enfocarse en la energía solar, tanto a nivel mundial, como nacional.

A continuación, se ven las normativas que aplican actualmente a los proyectos de energías renovables, haciendo énfasis en las aplicables en Perú para la energía solar fotovoltaica.

Finalmente, se ven las perspectivas en el uso de energía solar y la demanda en paneles solares.

2.1. Energías renovables

Las energías renovables son fuentes de energía limpia, inagotable y crecientemente competitiva. Su característica principal es que son obtenidas de fuentes naturales, cuyas cantidades existen abundantemente en la Tierra o se regeneran de manera auto sostenida. El paso del empleo de energías no renovables a un sistema energético basado en tecnologías renovables tiene efectos sumamente positivos; hablamos de un ahorro mundial de millones de dólares además de un incremento considerable en el bienestar del planeta al reducirse la emisión de gases de efecto invernadero y de cualquier otro contaminante (ACCIONA, 2017).

La Agencia Internacional de la Energía afirmó en 2011: *“El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y aún más importante, independiente de las importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales, de manera que los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas.”* (IEA, 2011).

De las energías renovables destacan principalmente dos: la energía solar o fotovoltaica y la energía eólica.

2.1.1. Energía solar

La energía solar, como su propio nombre lo describe, es la obtenida por el sol. El sol es una fuente inagotable que provee de energía limpia y abundante al planeta. La generación de energía eléctrica a partir de esta fuente está altamente influenciada por los patrones del clima y la luz del día, lo que resulta en una producción variable que precisará de un manejo flexible entre la demanda y la oferta. A pesar de esta flexibilidad, la disponibilidad de energía solar es predecible, aun con las posibles variaciones diarias y estacionales. (Timmons, Harris, & Roach, 2014)

■ Energía solar en el mundo

El año pasado fue lanzada de manera gratuita la herramienta *Global Solar Atlas*. Esta herramienta busca mostrar a los inversionistas y responsables de formulaciones políticas los sitios potenciales para la generación de energía solar en cualquier parte del mundo. El atlas muestra el potencial de energía solar promedio anual y tiene la capacidad de acercarse a las áreas con gran detalle, proporcionando mapas globales y regionales de alta resolución y con datos de sistemas de información geográfica (World Bank Group, 2016).

La caída de los precios del petróleo no ha afectado a las perspectivas sobre la energía renovable, según el organismo internacional de energía (IEA) se agregó una capacidad sin precedentes a la energía mundial a través de energías renovables. En otras palabras, año con año se instalan miles de paneles solares en todo el mundo, específicamente entre el 2016 y 2017, se instalaron medio millón de paneles solares en distintos lugares del planeta. Esto, sin duda alguna, muestra que las tecnologías de energías renovables son hoy en día las opciones más competitivas en cuanto a costes a la hora de generar energía. Y la cifra va en aumento, la generación de energía solar fotovoltaica se espera crezca siete veces más, desde 230 gigavatios a finales de 2015 hasta 1600 y 2000 gigavatios en el 2030 (REN21, 2017)¹.

Evidentemente, siempre hay países más comprometidos con las energías renovables y el compromiso mundial con el medio ambiente. A pesar de ser el Perú el primer país con mayor radiación solar en el mundo, no es este el número uno en el aprovechamiento de esta misma (EFE, 2016).

¹ Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

En este sentido, China es el primer país con un mayor porcentaje de producción de energía a través de fuentes renovables, teniendo en su país los proyectos más grandes del mundo para la captación de energía solar. En segundo lugar, estaría Estados Unidos que alberca las instalaciones solares más grandes del mundo, así como instalaciones domésticas bastante avanzadas. Luego le sigue Brasil, Canadá, India y Alemania, con producciones desde 430 410 GWh hasta 195 900 GWh anuales (IEA, 2015).

■ Energía solar en el Perú

Entre los altos índices de radiación solar que afectan al mundo por el cambio climático, el Perú ocupa el primer lugar alcanzando índices históricos de hasta 20 puntos (EFE, 2016). A lo largo de toda su extensión, el Perú recibir radiación solar directa con registros importantes en Junín y Cerro de Pasco (SOLARGIS, 2014).

Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual aproximada en la costa de 5.0 a 6.0 kWh/m², en la sierra de 5.5 a 6.5 kWh/m² y en la selva de 4.5 a 5.0 kWh/m² (MINEM, 2003)

El jefe de SENAMHI - Piura, Jorge Yerrén, informó en el 2015 que se alcanzaron índices de radiación ultravioleta de 16.8 superando por mucho el nivel 12 (considerado peligroso por la Organización Mundial de la Salud). Para el 2016 este índice se incrementó en 0.2 se registrándose un nivel de radiación de 17 (Perú21, 2015)

Podemos ver que la generación de energía eléctrica a través de paneles solares es aplicable a instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. El Perú cuenta con varios proyectos instalados y en desarrollo para producir energía a partir de fuentes renovables.

Entre los proyectos más ambiciosos existentes está el financiado por el Banco Mundial, el Global Environment Facility – GEF y el MEM que ha subvencionado la provisión de electricidad a 2216 hogares con sistemas fotovoltaicos pilotos.

En el 2016 Osinergmin dio la aprobación a 13 proyectos de energía renovable que buscan aportar al sistema eléctrico nacional 1739.2 GWh/año; 2 de estos proyectos corresponden al sistema solar fotovoltaico y tienen prevista una producción de energía total de 448.2 GWh/año (OSINERGMIN, 2016).

También se cuenta con un mega proyecto que busca poner en operación la planta de energía solar más grande del Perú. Esta planta estará operativa en 2018 con una inversión de cerca de 170 millones de dólares a cargo de Enel, teniendo una capacidad de 180 megavatios y ubicada en Moquegua. . (RPP noticias)

Pero el movimiento humano también logra proyectos de media envergadura, a raíz de las inundaciones sufridas en el mes de marzo y abril del presente año en toda la costa del Perú, la empresa Solar Trust del Perú desarrollo un proyecto masivo de vivienda denominado “Valle Camila” ubicado a pocos minutos de la ciudad de Piura. Este proyecto contara con luz propia debido a la instalación de novedosos paneles solares y con agua todo el año en una zona de pleno sol y mejor clima para los residentes. (Correo, 2017)

2.2. Normativa sobre energías renovables en el Perú.

En el Perú, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es el organismo encargado de promover el desarrollo integral de las actividades minero-energéticas, normando, fiscalizando y/o supervisando su cumplimiento; cautelando el uso racional de los recursos naturales en armonía con el medio ambiente.

En el año 2010, fue lanzada una propuesta de Política Energética de Estado en el Perú 2010-2040. Esta política fue aprobada por el Decreto Supremo N°064-2010-EM y publicada en el Diario Oficial El Peruano el 24 de noviembre de 2010. Lo que se propone es una visión de un sistema energético capaz de satisfacer la demanda nacional de energía de manera eficiente, confiable, regular e continua, a la vez que se promueve el desarrollo sostenible basado en la planificación, investigación e innovación tecnológica continua (MINEM, 2010).

Existen también normativas específicas sobre eficiencia energética en el país: el **Decreto Supremo N°034-2008-EM** que dicta medidas para el ahorro en el sector público y las resoluciones ministeriales **N°038-2009-MEM** y **N°469-2009-EM** que contienen indicadores de consumo energético y metodología de monitoreo de estos y que aprueba el Plan referencial del uso eficiente de la energía 2009-2019, respectivamente.

Así mismo el **Decreto Supremo N°012-2011-EM**, tiene como objeto establecer disposiciones reglamentarias necesarias para la adecuada aplicación de la Ley a fin de promover el desarrollo

de actividades de producción de energía eléctrica a base del aprovechamiento de Recursos Energéticos Renovables (RER). (MINEM, 2010)

Finalmente, también aplica la normativa técnica peruana **NTP 399.403.2006**, que establece especificaciones técnicas aplicables a nuestra instalación. Y la normativa: IEC 61215 que cubre los parámetros que son responsables del envejecimiento de los módulos fotovoltaicos.

2.3. Perspectivas en el uso de energía solar

A nivel mundial 1,200 millones de personas viven sin acceso a la red eléctrica, según un nuevo informe del Banco Mundial. Y al no tener una conexión confiable, estas personas gastan unos US\$ 27,000 millones cada año en iluminación y tecnología portable para los celulares, muchas veces dependiendo de alternativas ineficientes o peligrosas como los baterías de auto, generadores de queroseno y las velas. Es un gasto enorme, especialmente para las comunidades sumidas en la pobreza o que son económicamente vulnerables. La energía solar tiene un gran potencial para aliviar este gasto, reducir el riesgo y ayudar a reducir la pobreza. (Gestión, 2016)

Casi cuatro de cada cinco latinoamericanos viven en las grandes urbes de la región. En este contexto, con niveles de urbanización tan altos existe una brecha significativa entre el acceso de servicios en las ciudades y el campo.

En Perú, más de 131,000 personas ya tienen luz a través de una iniciativa para aumentar la electrificación rural y unas 8,000 personas más la tendrán para el 2017, la mayoría en comunidades aisladas, pobres y vulnerables. De manera similar, desde 1999, unos 21,000 sistemas solares se han instalado en áreas remotas en Argentina dando luz a edificios públicos, centros de salud, centros comunitarios y comisarías. Sin embargo, unas 750,000 personas, la mayoría pertenecientes a comunidades indígenas, todavía no cuentan con una conexión eléctrica (Gestión, 2016).

Por más que la relación entre el sol y la electricidad se conoce desde hace casi dos siglos, es en los últimos años que las inversiones en la tecnología no dependiente de la red energética tradicional se ha disparado. Según datos del Banco Mundial, en 2015 se invirtieron unos US\$ 276 millones en la industria de energía solar, una inversión 15 veces mayor que en 2012. Y esta tendencia sigue en aumento: se estima que existe una oportunidad de mercado equivalente a US\$

3,100 millones con lo que se prevé alcanzar a 99 millones de hogares en todo el mundo para 2020.

Por un planeta más verde A nivel global, la quema de queroseno para la iluminación genera 240 millones de toneladas de dióxido carbono, lo que equivale a 0.5% de las emisiones globales. Con solo el reemplazo de las lámparas de queroseno por paneles solares en 2014 en África y Asia se ahorraron 1,4 millones de toneladas de emisiones de carbono.

Cómo región, América Latina tiene un gran potencial para las tecnologías de energía renovable y los paneles solares ofrecen una manera verde de conectar a esas comunidades que aún no tienen acceso a la electricidad a la vez que se contribuyen a reducir las emisiones, cuyos efectos están viéndose cada vez con más contundencia en las variaciones climáticas. (Gestión, 2016)

2.4. Demanda en el uso de paneles solares

La caída significativa del costo de la infraestructura requerida para capturar y generar electricidad a partir de la luz solar ha sido uno de los mayores impulsores del crecimiento en el uso de la energía solar. (Sector de la Energía Eléctrica, 2004)

Tan sólo en diciembre de 2016, el Foro Económico Mundial destacó que en más de 30 países la energía solar y la eólica eran tan baratas como los combustibles fósiles, esto en cuanto a los costos de agregar nueva capacidad.

"La energía renovable ha alcanzado un punto de inflexión", señaló Michael Drexler, líder de infraestructura y desarrollo que invierte en el WEF: "No es sólo una opción comercialmente viable, sino una oportunidad de inversión convincente con retornos a largo plazo, estables y protegidos contra la inflación".

Las instalaciones solares frescas representaron 11.2 GW de capacidad adicional en 2016, incluyendo las instalaciones de servicios públicos, comerciales y residenciales. Por ejemplo, en Estados Unidos había aproximadamente 125 nuevos paneles solares agregados cada minuto, lo que significa que cada vez es más atractiva la energía renovable para la economía.

En ciertas regiones, como los estados occidentales de Nevada y Arizona, la energía solar es la opción menos costosa para una nueva planta de energía, pero incluso con la actual competitividad

de la energía solar con otras fuentes de energía —como el gas natural y el carbón— puede resultar en una implementación más barata en un futuro cercano.

Dentro de una década, la energía solar podría costar sólo la mitad del precio por MW-h de la electricidad generada a partir de los combustibles fósiles. Esto ya es evidente en lugares como Chile, donde la compañía Solarpack alcanzó un precio sorprendente de sólo 29.1 dólares por MW-h, esto es aproximadamente 58% menos que el costo estimado de una nueva planta de gas natural.

La caída de los precios de los paneles solares ha sido una tendencia en las últimas décadas y no hay señales de que esto se revertirá en 2017. Por ejemplo, las estadísticas de Bloomberg y el Earth Policy Institute revelaron que el panel solar costó 101.05 dólares por watt en 1975, mientras que para 2016 el costo fue de 0.447 dólares por watt, lo que representa una disminución de 200 veces el costo; incluso en un período de tiempo mucho más corto, la disminución es asombrosa: los paneles costaban 1.50 dólares en 2010.

Una cosa para tener en cuenta en 2017 son los objetivos establecidos en los Acuerdos de París de 2015, con relación a las acciones sobre el impacto climático en donde se habla de inversiones en energía renovable. El objetivo acordado en esa reunión fue de 1 billón de dólares o casi cuatro veces los 286 mil millones que se gastó en infraestructuras de energía renovable en 2015.

Es necesaria mucha más actividad en la construcción de energía solar en todo el mundo. Sin embargo, uno de los mayores impedimentos para este crecimiento es la creación de una clase de activos de confianza para los principales inversionistas. También existe una menor estandarización normativa en las fuentes de energía más antiguas, con un futuro que no está claro a medida que los gobiernos cambian y alteran las políticas ambientales existentes de sus respectivos países

3. MARCO TEÓRICO

Para resolver el problema de que casi toda la electricidad que se produce en el Perú con combustibles fósiles es con gas natural y que, por cada MWh de electricidad generado con gas natural, se arrojan a la atmósfera 0.43 toneladas de CO₂. Es importante profundizar en temas de sistemas fotovoltaicos ya que de esta forma daremos lugar a un desarrollo sostenible y centralizado.

3.1. Sistema fotovoltaico

Actualmente se viene utilizando energías renovables no convencionales como la energía solar, a través de los paneles solares como una alternativa de suministro de energía.

La energía solar fotovoltaica está basada en el efecto fotoeléctrico, que se produce al incidir la radiación solar sobre unos materiales semiconductores generando un flujo de electrones en el interior del material (paneles solares) obteniéndose una tensión, que mediante la colocación de contactos metálicos puede extraerse la energía eléctrica.

Estos sistemas se caracterizan por un grado de autonomía respecto al clima, lugar geográfico y otras condiciones que pocas fuentes energéticas pueden alcanzar.

3.1.1. Componentes

■ Panel solar

Los paneles fotovoltaicos, son componentes que se encargan de convertir la radiación solar en energía eléctrica con una corriente y tensión que varían dependiendo del nivel de radiación al que está expuesto, la temperatura del panel y del ambiente, el ángulo de inclinación del mismo, efectos climatológicos y también factores de construcción del panel fotovoltaico (Fernández, 2012)

Estos elementos están compuestos por celdas solares, dado que una sola celda solar no produce energía necesaria para la mayor parte de aplicaciones, se les agrupa en paneles, de modo que, en conjunto generen una mayor cantidad de electricidad. Los más comunes son los de 50 Wp (watt pico), que producen un máximo de 50 watts de energía solar bajo condiciones de luz solar plena (un nivel de radiación aproximadamente de 1 KWh/m²). Dichos paneles miden alrededor de 0.5 m² aproximadamente, sin embargo, se puede escoger entre una

amplia variedad de paneles más grandes y más pequeños disponibles en el mercado. Los paneles solares pueden conectarse con el fin de generar una mayor cantidad de electricidad solar (dos paneles de 50 Wp conectados equivalen a uno de 100 Wp)

El funcionamiento de los paneles solares empieza con la llegada de la Luz en forma de fotones² que impacta sobre la superficie construida. Los paneles solares construidos tienen una superficie de silicio³ que emite electrones, los mismos que al ser capturados producen corriente eléctrica.

Los paneles solares están formados por numerosas celdas solares hechas de silicio cristalino (material semiconductor que hace las veces de conductor o de aislante dependiendo del estado en que se encuentre). El silicio representado por dos láminas es separado por una capa de otros compuestos como el fosforo o el boro buscando otorgarle al panel carga positiva y carga negativa. Es decir, la celda solar se construye de un material semiconductor al que le sobran electrones con carga negativa y otra parte se hace con un material semiconductor al que le faltan electrones con carga positiva; cuando las celdas solares se exponen a la luz del sol directamente producen corriente. La energía solar mueve los electrones de la parte de la celda que le sobran hacia la parte de la célula que le faltan, este movimiento es justamente la corriente eléctrica de un punto a otro. **Fuente especificada no válida..**

² Fotón: partícula de luz que se propaga en el vacío. El fotón es la partícula responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético, portadora de todas las formas de radiación. Por ejemplo: Rayos gamma, rayos X, luz ultravioleta, luz infrarroja, ondas de radio, microondas, etc.

³ Silicio: Elemento químico de número atómico 14 considerado un no metal sólido, de color amarillento que se extrae del cuarzo y otros minerales. Es el segundo elemento más abundante en la tierra después del oxígeno y es utilizado en la industria como componente en la fabricación de transistores y circuitos integrados, vidrios, barnices, esmaltes, cementos, etc.

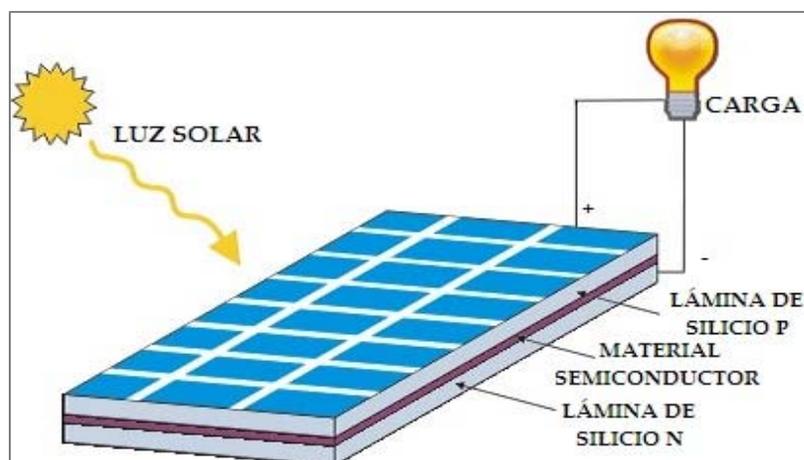


Figura 1: Esquema Panel Solar Fotovoltaico. Fuente: *Fuente especificada no válida.*

Reguladores de voltaje

El regulador solar o regulador de carga es un dispositivo necesario en la instalación solar ya que se encarga de controlar la entrada a las baterías de la energía generada en los paneles solares. El regulador permite, por un lado, alargar la vida de la batería y por el otro, obtener información y parámetros del funcionamiento de la instalación. Permite alargar la vida de las baterías ya que permite el paso de la electricidad según el estado en que se encuentre la batería en cada momento. Por ejemplo, cuando esta esté a un nivel de carga inferior al 95%, permitirá el paso libre de toda la electricidad con el objetivo de cargarla cuanto antes posible. Mientras que, si se encuentra en un porcentaje de carga del 95 al 99%, permitirá el paso de forma muy controlada que es lo que llamamos carga de flotación, con el fin de llenar al máximo la batería. Por otra parte, si la batería se encuentra completamente cargada, cortará el paso de corriente para evitar sobrecargas o un sobrecalentamiento del acumulador. Gracias a realizar la carga de esta forma, se evitan problemas en las baterías solares y se alarga al máximo sus años de vida. (Damia Solar, 2016)

Existen 2 tipos de reguladores de carga, el PWM o convencional, y el MPPT o maximizador. El uso de uno u otro dependerá del tipo de placa solar que utilicemos. Si se tratan de placas solares de 36 o 72 células (paneles de hasta 200W) será suficiente usar un regulador PWM ya que estas placas tienen un voltaje en el punto de máxima potencia alto. Mientras que si usamos placas de 60 células (paneles de potencia superior a 200W) será de uso obligatorio

el regulador MPPT, ya que estas placas tienen un voltaje menor pues priorizan el amperaje en lugar del voltaje, con lo cual será necesario siempre un regulador MPPT el cual modula el voltaje del panel y lo adapta a las características de las baterías conectadas.

■ Acumulador solar o batería

Las baterías estacionarias, también conocidas como acumuladores solares, son baterías compuestas por elementos de 2 voltios conectados en serie hasta alcanzar la tensión de trabajo deseada para la instalación solar. De esta forma, una batería estacionaria de 12 voltios está compuesta por 6 elementos de 2v conectados en serie y una batería estacionaria de 24v está formada por 12 de estos elementos. Los elementos de 2 voltios, también conocidos como vasos o pilas, pueden ser de capacidades comprendidas entre los 200Ah y más de 4000Ah lo que permite configurar acumuladores solares de la tensión deseada y capacidades de acumulación suficientes para cualquier aplicación. Debido a que no se deben conectar baterías en paralelo, y que las capacidades de acumulación de las baterías monoblock de 12V están limitadas a unos 250Ah o 400Ah, es necesario la utilización de las baterías estacionarias para obtener capacidades de acumulación mayores.

Las baterías estacionarias han sido diseñadas para aplicaciones estacionarias, es decir sin movimiento, para aplicaciones con consumos medio-altos con uso continuo y picos de corriente moderados. Por lo tanto, son ideales para aplicaciones solares fotovoltaicas. (Monsolar, 2016)

■ Sistema de cableado

El sistema de cableado es un bloque que puede ser evidente, pero es fundamental hacer un breve análisis del mismo.

Se compone por conductores eléctricos. Su importancia reside en su correcto dimensionamiento lo cual puede suponer una reducción importante en las pérdidas de energía en el sistema. Por ello, un concepto importante a tener en cuenta es la caída de tensión en los mismos.

La caída de tensión en los conductores se producirá tanto en los circuitos de corriente continua como en los de la parte alterna (Cornejo H. , Sistema Solar Fotovoltaico , 2013). Los conductores eléctricos poseen por función transportar la energía eléctrica y están

compuestos por materiales con baja resistencia. Asimismo, identificarán según el color de su aislamiento, de forma que el conductor neutro se identificará por el color azul, la protección por el verde-amarillo, y la fase según su función o el número de fase, estos son: negro, marrón y gris. (García, 2013).

■ Sistema de control

Este sistema de control cada día está cobrando una mayor importancia, ya que su aplicación permite mejorar el funcionamiento de las instalaciones, aumentar su rendimiento, reducir costes y prolongar su vida útil.

Este sistema es el encargado de recoger los datos de funcionamiento de la instalación y dar las órdenes necesarias para asegurar su correcto funcionamiento. Para ello, se debe contar con sistemas de monitorización y control, los cuales podemos dividir en dos grupos: los sistemas manuales y los computarizados.

En el sistema manual los datos son suministrados a través de polímetros o por luces de los distintos elementos que componen la instalación. El control lo llevará a cabo el usuario de mantenimiento, empleando interruptores o conmutadores integrados en los distintos equipos. Este sistema se puede emplear para instalaciones pequeñas donde el volumen de equipos y sistemas es bajo. (Cornejo H. , Sistema Solar Fotovoltaico , 2013)

El sistema computarizado consta de equipos informativos los cuales capturan señales del estado del sistema de forma continuada. Tiene funciones básicas tales como:

- Impartir instrucciones de funcionamiento para todos los elementos del sistema siguiendo el procedimiento determinado.
- Detectar desviaciones de los parámetros preestablecidos para un funcionamiento normal del sistema.
- Actuar sobre el sistema para llevarlo a sus condiciones normales de funcionamiento
- Presentar los datos de funcionamiento del sistema con el fin de llevar un registro.

■ Protecciones eléctricas

La función básica de los elementos de protección es la de reaccionar de la forma más adecuada ante la ocurrencia de un efecto o fallo.

Los distintos defectos que deben tener en cuenta son los que pueden producirse en cualquier elemento del sistema eléctrico y los diferentes niveles de tensión a los que puede encontrarse la instalación para responder ante un tipo de falta.

Las faltas más frecuentes son los cortocircuitos, lo que supone la circulación de corrientes mucho más elevadas que las de condiciones normales del elemento o parte de red donde se produce, pero una situación anómala también puede producirse por variación de tensión o frecuencia, inversión del flujo de potencia, sobrecalentamiento, etc.

El empleo de la protección queda justificado al intentar minimizar o evitar las pérdidas en el servicio, daños a las personas y equipos que se producirían ante una falta no se aísla el elemento.

Dado que en gran parte de las ocasiones un defecto supone un aumento brusco de corriente, los cortocircuitos son los defectos que más elementos de protección tienen diseñados para detectarlos y eliminarlos en el tiempo más breve posible y con la mínima incidencia sobre las partes sanas del sistema. (Mujal, 2003)

■ Soporte

El tipo de estructura depende de las condiciones climatológicas, la aplicación y los requerimientos específicos de cada proyecto. Es por ello, que se debe analizar si se puede utilizar sistema fijo o utilizar seguidores solares.

-Sistema fijo: Este sistema está fijo y para ello se debe realizar un estudio de determinación de la inclinación adecuada. El mantenimiento es mínimo, es la estructura que genera menor eficiencia, pero es la más económica. Este sistema tiene mayor duración y casi no requiere mantenimiento. Debido a que no puede variar la inclinación, se debe considerar la lluvia y efecto de sombras en la elección de la inclinación.

-Seguidores solares: Este sistema se utiliza en cielos despejados, con alto efecto de radiación directa (nubosidad baja). Estos incrementan los costos iniciales, ya que se necesitan sistemas

de control para modificar la inclinación (seguir al sol), un motor, engranajes y demás elementos mecánicos. Además, se necesitan realizar un mantenimiento a estos equipos mecánicos. Sin embargo, al seguir al sol en su trayectoria, suelen incrementar las potencias generadas.

3.1.2. Rendimiento y pérdidas

Dentro del objetivo el estudio del rendimiento de un sistema fotovoltaico es que la diferencia entre el rendimiento de entrada y el de salida sea mínima, lo que supondría disponer de un sistema con pocas pérdidas.

Debe tenerse en cuenta que el rendimiento total del sistema fotovoltaico depende, principalmente, de otros factores de rendimiento entre los que destacan:

- El rendimiento de las células solares.
- El rendimiento del seguimiento del punto de máxima potencia.
- El rendimiento del inversor.

El rendimiento de las células solares oscila entre 14-15.5%, según el tipo de célula empleada, el rendimiento de los sistemas de seguimiento del punto de máxima potencia oscila entre el 93-99% y el de los inversores puede alcanzar valores entre el 90-95% (Cornejo H. , Sistema Solar Fotovoltaico , 2013)

Dentro de las pérdidas que producen los paneles solares tenemos:

- **Pérdidas por efecto de la variación de temperatura:** La temperatura juega un papel muy importante, ya que un aumento de esta afecta las características eléctricas de los paneles, ocasionando un aumento marginal de la corriente y una disminución notable del valor de la tensión. Para una celda fotovoltaica, la temperatura depende del ambiente, del valor de la radiación a dicha temperatura y de la temperatura de operación nominal de la celda, este último es un valor que se encuentra en las hojas características de los paneles fotovoltaicos, los valores promedio que se encuentran son de 43 y 49 °C.
- **Pérdidas por efecto de la variación de potencia nominal:** Los fabricantes garantizan que la potencia nominal de un panel fotovoltaico se encuentra dentro de un rango que oscila entre $P \pm 3\%$ y $P \pm 5\%$. Esto se debe a que los paneles solares, en el proceso de su fabricación,

no son idénticos al 100%, lo que representa una variación del valor de la potencia nominal referida a las condiciones estándar.

- **Pérdidas por efecto de la variación de tensión:** Estas pérdidas suelen ser del 5% y se solucionan dimensionando adecuadamente la sección de los conductores en función de la corriente que circula por ellos, ya que este tipo de pérdidas se origina por la caída de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material y sección determinada.

3.1.3. Impacto ambiental

El sol produce constantemente energía electromecánica que llega directamente a la tierra. Así lo viene haciendo desde hace varios años.

El sol es la fuente primaria de energía, que puede ser usada directamente, en sistemas pasivos, así llamados porque no utilizan otra fuente de energía, o en sistemas activos, que usan otra fuente de energía

La energía solar se puede transformar de dos maneras:

-La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía solar para producir calor, a la energía obtenida se le llama energía solar térmica la cual es transformada mediante el empleo de colectores térmicos.

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

Uso de paneles solares y baterías: Los paneles fotovoltaicos de capa fina contienen un mayor número de sustancias tóxicas respecto a los paneles de silicio tradicional. En el proceso de fabricación de paneles fotovoltaicos como de baterías se hace uso de numerosas sustancias peligrosas. Por ello, se debe garantizar condiciones laborales seguras y que los materiales se gestionen adecuadamente. Ya que si no se manejan y desechan adecuadamente pueden ocasionar un serio problema de contaminación ambiental y amenazar la salud. (Losio, 2014)

■ Efectos positivos en el uso de paneles solares:

- Reducción de emisiones de gases invernaderos (principalmente CO₂, NO_x) y prevención de gases tóxicos (SO₂).
- Reducción de líneas de transmisión para las redes eléctricas.
- Incremento de independencia energética.
- No se producen alteraciones en las características fisicoquímicas del suelo, es decir, no causa erosión.
- No hay repercusión alguna tanto en la flora como en la fauna.
- No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.
- No tiene costes una vez instalada.
- El mantenimiento es sencillo.
- No hay dependencia de compañías suministradoras.

■ Efectos negativos en el uso de paneles solares:

- Se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos.
- Impacto visual negativo si no se cuida la integración de módulos solares en el entorno. (Méndez Muñiz & Cuervo García, 2007)

4. ESTUDIO DE MERCADO

Tratándose de la implementación de un sistema fotovoltaico para cargar celulares en la Universidad de Piura campus Piura, y conscientes de que el mercado es limitado en términos energéticos; uno de los temas más importantes que debemos tener en cuenta son los posibles patrocinadores y usuarios. Con respecto al uso de energías renovables en las distintas universidades se sabe que ninguna de ellas cuenta con este servicio. Asimismo, cabe resaltar que este sistema puede iniciarse como un negocio dirigido a las telefonías (publicidad) y a zonas rurales ya que muchas veces hay lugares donde no cuentan con energía eléctrica.

La técnica utilizada fue la aplicación de encuestas con el fin de poder contar con la información necesaria del grado de aceptación, disposición a utilizar el sistema, frecuencia de uso, entre otros. Con la obtención de la data de información proporcionada se pudo identificar las áreas de mayor interés, en donde se hará un estudio más detallado en base a muestras. (Garcés, Juan; Arrascue, Omar; Ávalos, Giancarlo;, 2014). Por tanto, los objetivos de la investigación de estudio son:

- Detectar y medir la necesidad actual de los estudiantes de la Universidad de Piura con respecto al servicio.
- Cuantificar los usuarios demandantes y la frecuencia de uso del prototipo.

4.1. Criterios de Importancia para el estudio de mercado

4.1.1. Cálculo del tamaño óptimo de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se deberá tener en cuenta varios aspectos relacionados con el parámetro y estimador, el sesgo, error muestral, nivel de confianza y la varianza poblacional.

El parámetro hace referencia a la característica de la población que es objeto de estudio, y el estimador es la función de la muestra que se usa para medirlo.

El error muestral siempre está presente ya que existe una pérdida de la representatividad al momento de escoger los elementos de la muestra. Sin embargo, la naturaleza de la investigación nos indicará hasta qué grado se puede aceptar.

El nivel de confianza es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad, es decir que caiga dentro de un intervalo determinado basado en el estimador y que capte el valor verdadero del parámetro a medir.

El cálculo de la muestra de este estudio estará en base a fórmula de población finita:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1)e^2 + Z^2 * P * Q}$$

En donde:

n: tamaño de la muestra

Z: Es el nivel de confianza. En este caso se ha tomado en relación al 95% de confianza que equivale a un $Z=1.96$

P: probabilidad a favor; donde $P=0.5$

Q: probabilidad en contra; donde $P=0.5$

N: es el tamaño de la población

e: error muestral, para este estudio es el 5%

Reemplazando en la fórmula cada uno de los datos se obtienen un tamaño de muestra es de 370 alumnos.

4.1.2. Instrumentos de investigación y/o formatos utilizados

Para la respectiva investigación se utilizaron las encuestas online y físicas como instrumento de investigación, cada una de estas encuestas constaron de 8 preguntas cada una con un tipo de información requerida para la obtención del estudio de la investigación. [ANEXO 1]

Asimismo, la información recogida para la realización de las preguntas fue obtenida por el juicio de expertos en el rubro de energías renovables, indicadores de calidad y por informes internos. Ya que de esta forma se obtiene un buen estudio de mercado.

Actualmente la Universidad de Piura cuenta con 4139 alumnos. Entre los lugares evaluados dentro de la universidad para la instalación del sistema son:

- Pileta el cual es un sector favorable ya que cuenta con cámaras de seguridad.

- Óvalo que se encuentra en el centro de la cafetería y centro de fotocopiado.
- Óvalo entre derecho y aulario.

4.1.3. Grupos de interés

Nuestros principales interesados para la implementación del módulo de carga para celulares por medio de paneles solares serán:

- Universidad de Piura: Promover la investigación y el desarrollo de proyectos en el uso de energías renovables por parte de los alumnos de la universidad de Piura sede Piura-Lima y de esta manera consolidar la integración de los mismos.
- Usuarios: Difundir la aplicación de conocimientos y metodologías de IIS en el desarrollo de proyectos.

4.2. Resultados de las encuestas y análisis de datos

Pregunta 1: ¿A qué facultad perteneces?

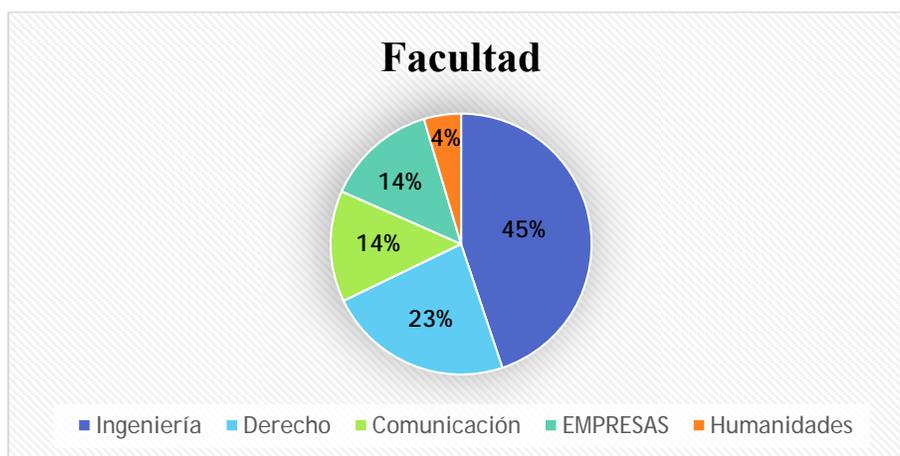


Ilustración 1: Facultad

De todos los alumnos encuestados el 45% pertenecen a la facultad de Ingeniería; a este le siguen la facultad de derecho con un 23%, la facultad de comunicación y de empresas con un 14% y finalmente humanidades con un 4%. Esto señala que la mayor parte de nuestra población se encuentra en ingeniería y derecho.

Pregunta 2: ¿Identificas un compromiso e incentivo por parte de la UDEP con el uso de energías renovables?

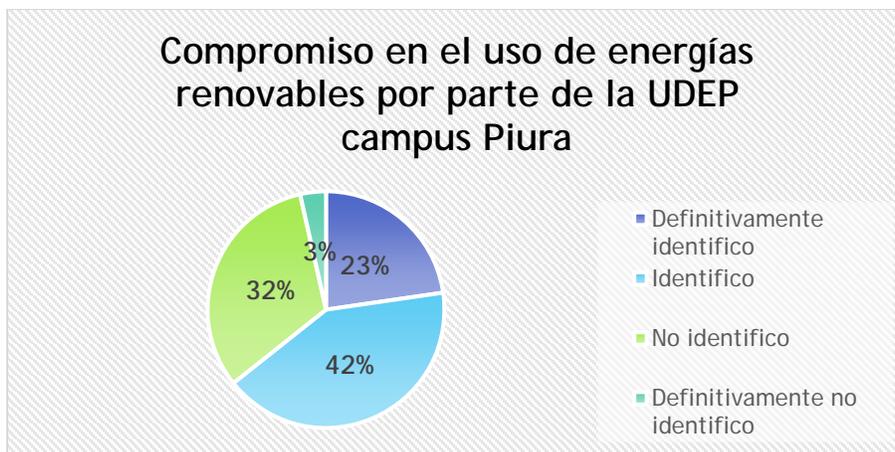


Ilustración 2: Compromiso en el uso de energías renovables por parte de la UDEP

Del total de encuestados se observa que un 23% definitivamente identifica el compromiso de la universidad seguido de ello se encuentra un 42% que identifica el incentivo en el uso de energías renovables; las sumas de estos porcentajes dan lugar a una cantidad representativa lo que significa que la Universidad de Piura campus Piura si está comprometido en proyectos de investigación de desarrollo sostenible. Asimismo, se debe tener en cuenta que un 32% no identifican el compromiso por parte de la universidad; a este le sigue un 4% los cuales no identifican ningún incentivo en el uso de energías renovables; estos dos últimos porcentajes difieren mucho en cantidad lo cual da lugar a que una mínima proporción de alumnados no se encuentran informados de los proyectos que ofrece la universidad de Piura campus Piura.

Pregunta 3: ¿Con qué tipo de sistema operativo cuenta tu celular?



Ilustración 3: Sistema operativo

Del total de encuestados se observa que un 81% prefieren el sistema operativo Android debido a que este sistema más comercial en las distintas marcas de celulares. A este le sigue un 19% los cuales eligieron el sistema de IOS. La diferencia de porcentajes se debe a que el primer sistema es menos exclusivo que el segundo.

Pregunta 4: ¿Cuál es su operador móvil?

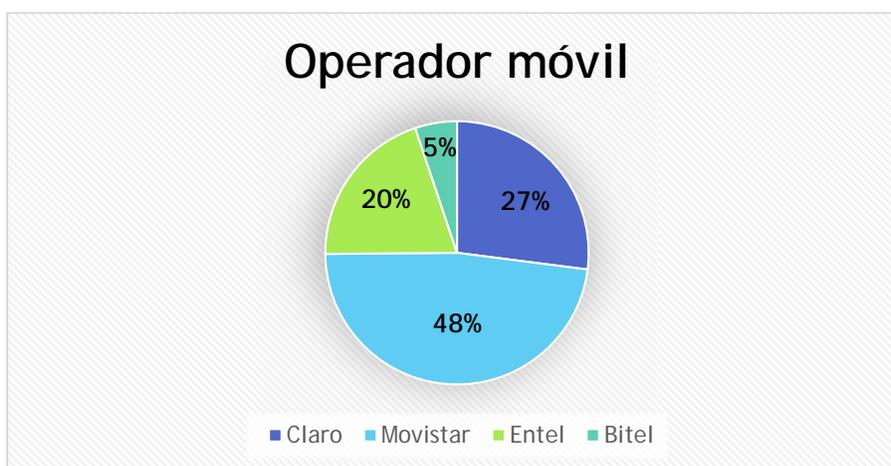


Ilustración 4: Operador Móvil

Del número de encuestados se observa que el operador móvil más representativo es movistar con un 48% siguiéndole claro con un 27%. Conforme a estos porcentajes nos damos cuenta de que son las dos telefonías con mayor demanda, esta data es necesaria para establecer posibles alianzas con estos potenciales patrocinadores. Asimismo, le siguen entel con un 20% y bitel con un 5%. Por último, se debe tener en cuenta que entel teniendo aproximadamente 3 años en la entrada del mercado peruano ha obtenido una gran acogida por parte de los consumidores.

Pregunta 5: A la semana. ¿Cuántas veces has necesitado cargar tú celular en la Universidad de Piura campus Piura?

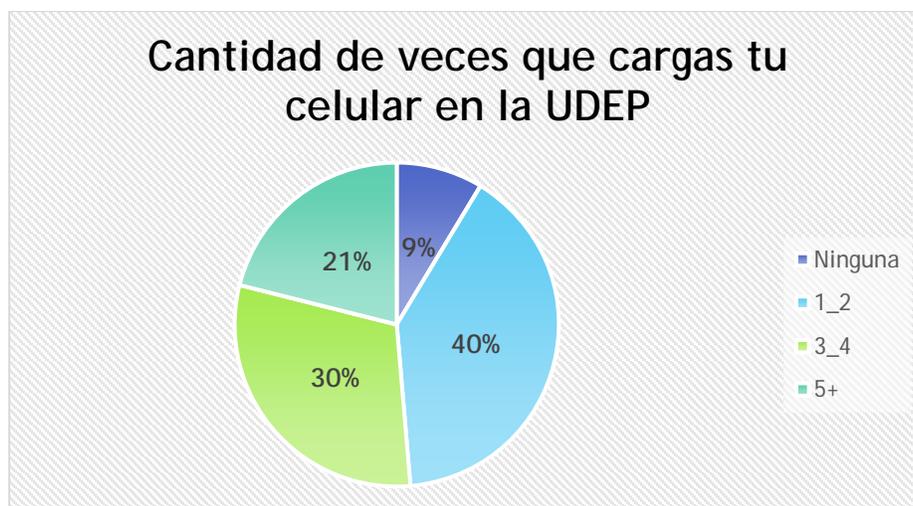


Ilustración 5: Cantidad de veces que cargas tú celular en la UDEP

Del total de alumnos encuestados, se observa que un 40% ha cargado su celular 1-2 veces le siguen un 30% con 2-3 veces y un 21% más de 5 veces a la semana. Estos porcentajes son muy próximos por lo que podría decir que la mayoría de alumnos cargan su celular en la Universidad de Piura campus Piura. Por último, un 9% de alumnos no cargan su celular esto significa que es un mínimo porcentaje de 370 alumnos encuestados.

Pregunta 6: Respecto a la pregunta anterior ¿Cuántas veces no has dispuesto de los medios necesarios para cargar tu celular (no había tomacorrientes disponibles, no contabas con cargador)?

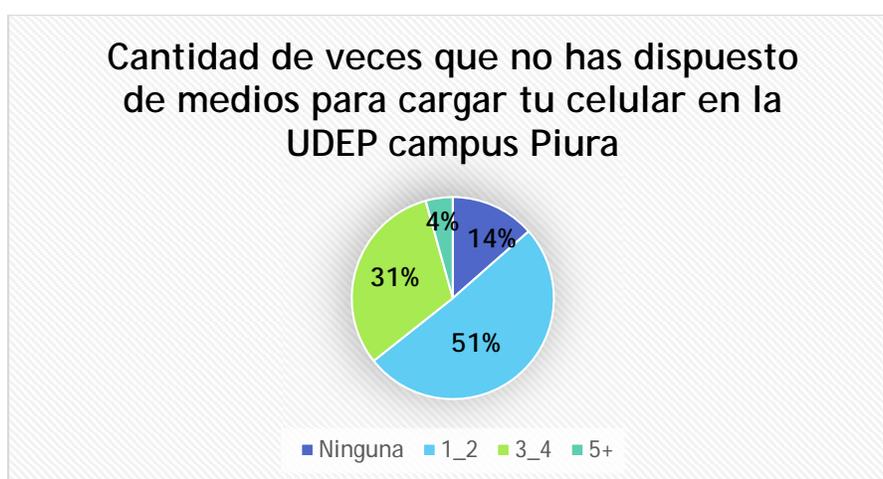


Ilustración 6: Cantidad de veces que no has dispuesto de medios para cargar tu celular en

La UDEP campus Piura.

Esta pregunta tiene relación a la anterior con lo que se tiene que un 51% de alumnos 1-2 veces no ha podido cargar su celular, siguiéndole a este un 31% en 3-4 veces. Finalmente, un 14%, más de 5 veces y un 4% ninguna vez pudo cargar su celular. Estas estadísticas muestran que la gran mayoría de alumnos no han contados con los medios necesarios para cargar sus celulares ocasionando de esta manera un problema para ellos.

Pregunta 7: ¿Estarías dispuesto a utilizar un módulo de carga solar para celulares?

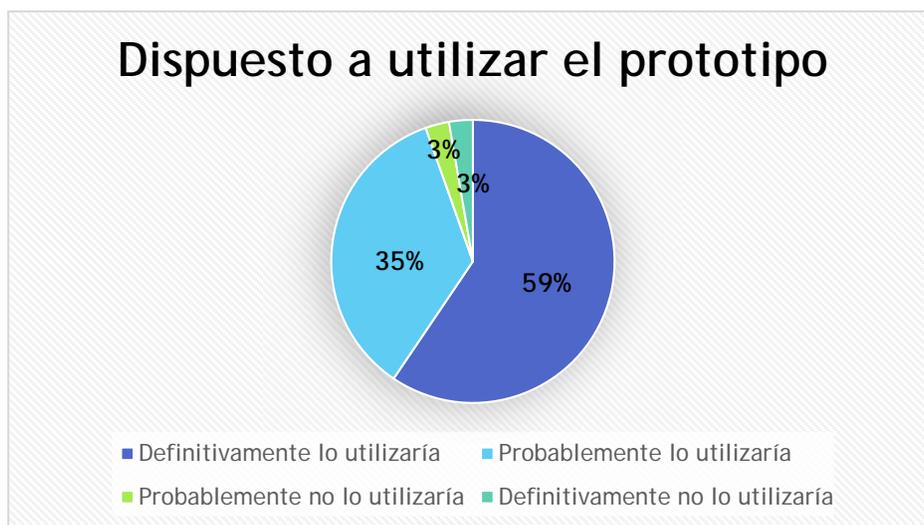


Ilustración 7: Dispuesto a utilizar el prototipo

Del total de alumnos encuestados un 59% y 35% utilizarían el prototipo de carga, estos porcentajes no difieren mucho lo que se podría decir que la implementación de un módulo de carga con paneles solares sería un gran aporte para la universidad de Piura campus Piura, asimismo; da lugar a la concientización en el uso de energías renovables para evitar de esta forma el impacto ambiental. En cambio, un 3% probablemente lo utilizaría y otros 3% definitivamente no lo utilizaría, este mínimo porcentaje total se debe a la falta de confiabilidad en perder sus celulares a la hora de hacer uso del prototipo. Con respecto a esto, se vigilara el sistema durante su utilización para generar una mayor confianza a la hora de utilizar nuestro prototipo.

Pregunta 7: ¿Dentro del campus ¿En qué lugar consideras ideal ubicar este módulo?

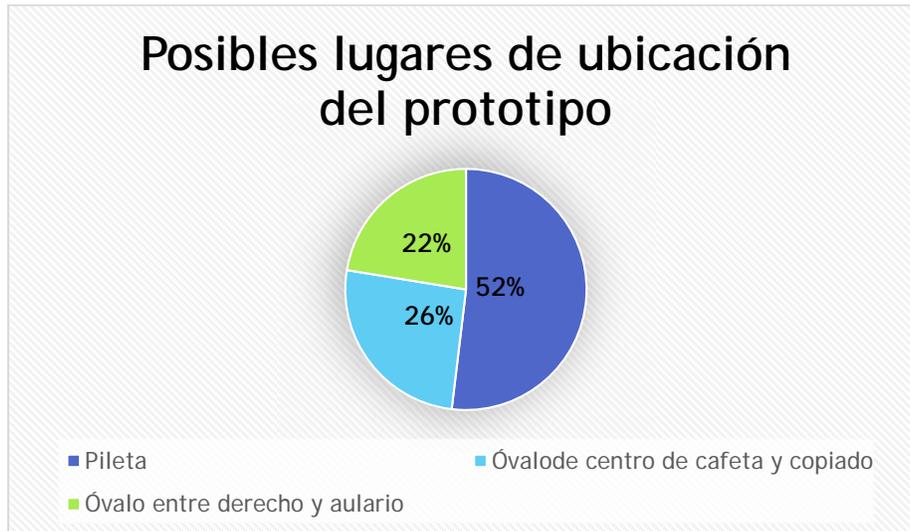


Ilustración 8: Posibles lugares de ubicación del prototipo

Con respecto a los alumnos encuestados un 52% es la cantidad más representativa aproximadamente más de la mitad de 370 alumnos encuestados. Ellos desean que el lugar de posicionamiento del prototipo sea en pileta, a éste le sigue un 26% de alumnos que sugieren en la ubicación del ovalo entre la cafetería y centro de fotocopiado y un 22% en el ovalo entre derecho y el aulario. Respecto a esta información, se ha decidido implementar el prototipo en pileta para que de esta manera se satisfaga a los usuarios.

6. PROPUESTA DE MÓDULO DE CARGA

6.1. Ubicación

El módulo de carga a diseñar tiene como objetivo la Universidad de Pira, campus Piura, el cual está ubicado **5°10'37.7" Latitud Sur y 80°38'07.1" Longitud Oeste.**



6.2. Descripción general del módulo

En el punto 1.3 del capítulo 1, **Antecedentes**, identificamos 3 propuestas anteriores para un sistema de carga solar para celulares. Para el presente proyecto, luego de haberse analizado dichas 3 propuestas de diseño, se ha decidido utilizar como base el diseño n°3, debido a su enfoque balanceado, sencillo en cuanto a estrategia de control, facilidad de implementación, sin afectar demasiado a su eficiencia. La implementación de un sistema MPPT quedaría descartada debido a que requeriría de mantenimiento especializado, lo cual aumentaría los costos de mantenimiento.

Su funcionamiento queda explicado en el siguiente diagrama:

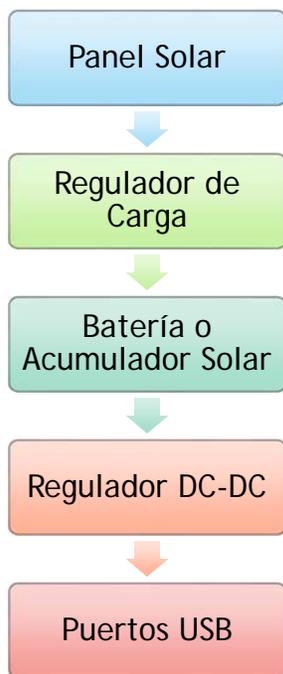


Figura 2: Funcionamiento del módulo

En base al estudio de mercado realizado, se decidió diseñar un módulo que supla al menos **20 celulares diarios** (carga completa). Dicho módulo, además de contar con los componentes que se describieron en el marco teórico y cuyo dimensionamiento se hace más adelante, consta de una estructura de soporte donde se encuentran casilleros o lockers personalizados para cada celular, cada uno con cerradura y llave para mayor seguridad. Estos últimos elementos se detallan también al final del siguiente apartado.

6.3. Dimensionamiento de los componentes

6.3.1. Paneles solares

Como paso previo para el diseño y dimensionamiento del panel solar fotovoltaico para el proyecto, se debe considerar la irradiación solar promedio en el lugar donde estará instalado nuestro proyecto solar. Esta información está disponible en el Atlas de Energía Solar del Perú, puesto a disposición del público por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

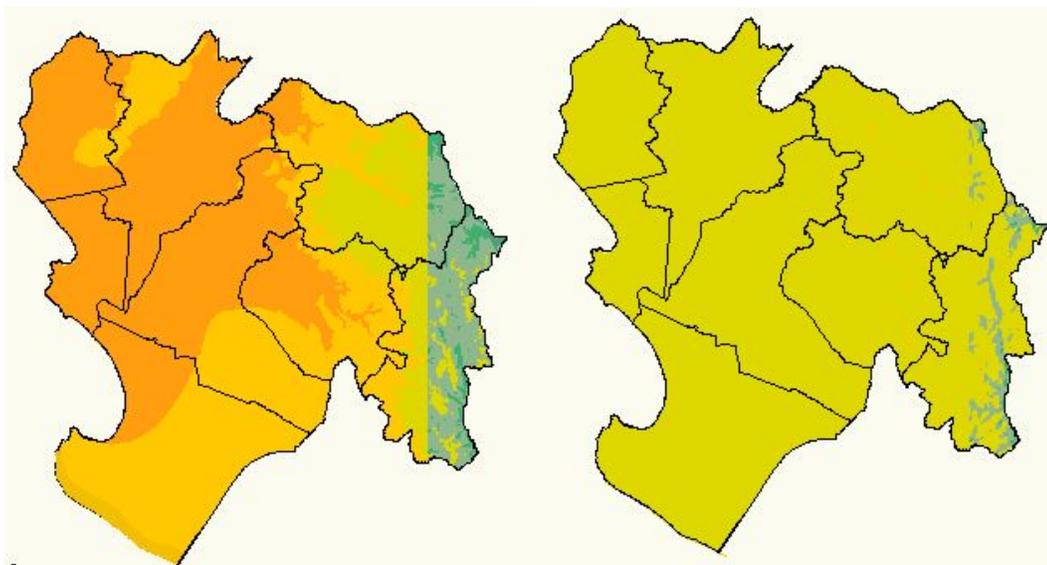


Figura 3: Mapa de Radiación en Piura (Febrero – Mayo) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2003)

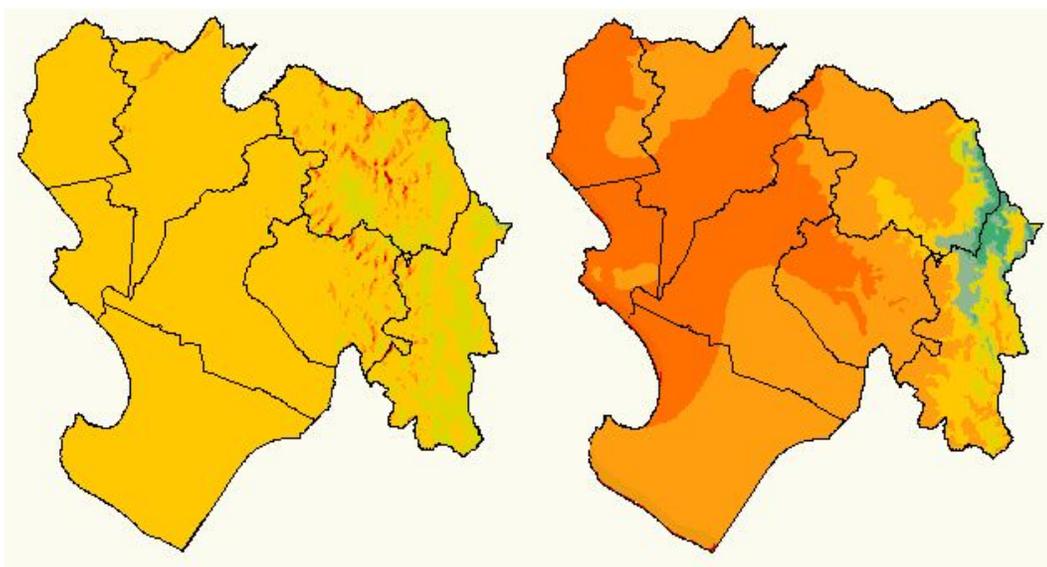


Figura 4: Mapa de Irradiación Solar en Piura (Agosto – Noviembre) (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2003)

Según los mapas de irradiación solar, se obtiene que la irradiación promedio a lo largo del año en el departamento de Piura, en la provincia de Piura es de **5.8 – 6.0 kWh/m²**. (SENAMHI, 2003).

El siguiente paso para el dimensionamiento del panel es conocer la cantidad de energía por la carga, en este caso los celulares.

La batería de un celular promedio es una batería de Li-ion es de entre 3.6 y 3.7 V y por lo general su capacidad de carga ronda los 2400 mAh y 3000 mAh (Adafruit, 2015). A partir de estos datos, podemos calcular la energía para cargar un celular promedio.

$$E_{celular} = 3.6 V \times 2.7Ah = 9.72 [Wh]$$

La energía requerida viene dada entonces por la siguiente ecuación:

$$E_{requerida} = E_{celular} \times N_{celulares}$$

$$E_{requerida} = 9.7 \times N_{celulares} [Wh]$$

Para el diseño del prototipo, usando $N_{celulares} = 20$

$$E_{requerida} \cong 195 [Wh]$$

Usaremos un factor de $F_{dimensionamiento} = 1.5$ para cubrir hasta un 33% de posibles pérdidas en los convertidores y en la instalación misma.

$$E_{total} = E_{requerida} * F_{dimensionamiento} \cong 292.5 [Wh]$$

Los datos para nuestro cálculo son entonces:

$$E_{dia} = E_{total} = 292.5 [Wh]$$

$$V_{sistema} = 12 [V]$$

$$Irr_{piura} = 5.6 \left[\frac{kWh}{m^2} \right]$$

Debido a que el desarrollo de la teoría detrás de los cálculos para el correcto dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico escapa el alcance del presente trabajo, se recurre a la calculadora que pone a disposición **DeltaVolt** en su sitio web. Según este fabricante, se requiere entonces un panel solar con las siguientes características:

$$W_p = 80 [W]$$

$$V_{sistema} = 12 [V]$$

Los Resultados:

Su Consumo por día es de **295 Wh** y se requiere:

⇒ **Módulos Solares con una Potencia de: 80 Vatios (Wp) o más**

⇒ **Batería(s) con una Capacidad de: 50 Ah a 12 Voltios (V)**

⇒ **Un Controlador Solar con mínimo: 6 Amperios (A)**

6.3.2. Acumulador solar

Para la selección de la batería o acumulador solar se necesita hallar el voltaje y su capacidad en ampere-hora, así como su corriente máxima. De los datos ya obtenidos podemos saber que:

$$V_{bat} = 12 [V]$$

Luego:

$$Ah_{bat} = \frac{E_{total}}{V_{bat} - V_{min,bat}} \cong 55 [Ah]$$

Considerando que el voltaje de la batería no debe caer por debajo del 60%.

Este valor coincide aproximadamente con el valor arrojado por la calculadora de **DeltaVolt**.

6.3.3. Regulador de carga

El parámetro de selección del regulador de carga es su capacidad de corriente en Amperios.

Para el panel de 80W es necesario:

$$I_{reg} \cong 5 [A]$$

Consideraremos entonces un Regulador de Carga de al menos 5 amperios.

6.3.4. Conversor DC-DC

Para el dimensionamiento del conversor DC-DC sólo debemos considerar que requerimos que trabaje en el rango de voltaje de la batería como entrada y su voltaje de salida debe ser capaz de llegar a 5V. El otro parámetro importante viene a ser la corriente nominal que sería la siguiente:

$$I_{nominal} = I_{celular} \times N_{celulares}$$

$$I_{nominal} = 0.5 [A] \times 20 = 10 [A]$$

Asumiendo que se conectan 20 celulares en simultaneo con una corriente de carga de 500 mA cada uno.

6.3.5. Estructura y lockers

La estructura consta de los lockers y el soporte del panel. Considerar que los paneles solares deben tener cierto ángulo de inclinación de acuerdo con su ubicación geográfica. La fórmula es la siguiente:

$$\alpha_{incl} = 3.7 + 0.69 * Latitud$$

$$\alpha_{incl} \cong 7.3^\circ$$

Es idóneo entonces que la estructura de soporte permita adecuar el ángulo de inclinación.

Para los lockers, deben contar con casilleros individuales para los celulares. Se propone la siguiente estructura:



Figura 5: Lockers

Los laterales permiten añadir publicidad que mejora la rentabilidad del proyecto, como se analizará en el capítulo de análisis económico y financiero.

6.3.6. Cableado

El cableado debe ser capaz de soportar al menos 10 amperios. Según la **Normativa Técnica Peruana** y considerando los valores de sección disponibles de conductores comerciales, se sugiere una sección de 2.5 mm^2 , para 15 amperios. El conductor por utilizar será conductor unipolar de cobre con aislamiento de PVC y 600 V – 1kV de nivel de aislamiento. Como es una instalación de Baja Tensión, el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión nos indica que se debe instalar

6.3.7. Protecciones

Debe contar con un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial dimensionados para soportar 10 A.

El sistema se debe instalar en un tablero que asegure la estanqueidad del sistema. Estos tableros son comerciales.

7. PROTOTIPO Y VALIDACIÓN

El presente capítulo especifica los componentes utilizados en el prototipo de nuestro diseño. Este prototipo nos sirve para validar el diseño propuesto en el capítulo anterior.

7.1. Lugar de pruebas

El prototipo del módulo de caga fue realizado en el Laboratorio de Electrónica de la Universidad de Piura, campus Piura. Una vez superadas las verificaciones técnicas, el lugar de pruebas fue la pileta de la Universidad de Piura, campus Piura.



Figura 6: Ubicación de prototipo

7.2. Componentes del prototipo

A continuación, se describen los componentes usados en el prototipo de pruebas.

7.2.1. Paneles solares

Para la implementación de nuestro proyecto, se decidió usar un panel de 50 Watts brindado por el Dr. Gerardo Castillo, del Policlínico de la Universidad de Piura.



Figura 7: Panel solar 50Watts

7.2.2. Acumulador solar

Para el almacenamiento de la energía captada por medio de los paneles solares es necesario usar una batería marca **OPALUX** de 12 V y 9 Ah con un costo estándar de S/70, cuyas dimensiones son: 15 cm largo / 9.1 cm alto / 6.3 cm ancho.



Figura 8: Batería

7.2.3. Regulador de carga

El regulador de carga de la batería tiene como corriente nominal 10 A y salida 12/24V. Cuenta con un fusible de 10 A e indicador de carga de batería.



Figura 8: Regulador de carga

7.2.4. Conversor DC-DC

Para la regulación de voltaje de 12 V a 5 V se hizo uso de un regulador comercial DC-DC Step-Down de 8 amperios.

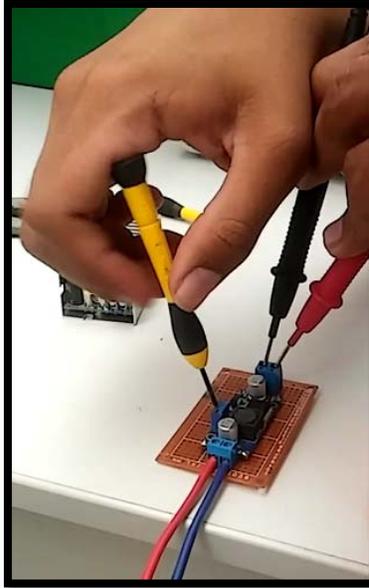


Figura 8: Conversor DC-DC

7.2.5. Estructura y lockers

El locker necesario para nuestro prototipo tiene las siguientes características:

- Dimensiones: 75cm x 75cm x 33cm
- Compartimentos: 8 casilleros individuales con llave. Cada casillero cuenta con un terminal micro USB para carga de celulares.
- Casillero superior adicional para instalación del sistema electrónico, batería, reguladores, etc.



Figura 9: Lockers

7.2.6. Cableado

Para disminuir costos del prototipo, se utilizaron HUB USB en lugar de conexiones individuales en cada casillero.



Figura 10: Cableado

Para las conexiones entre panel, regulador, batería y otros, se usaron conductores con aislamiento de PVC y capacidad de hasta 10 amperios.

7.2.7. Pedestales

Hemos usado dos estructuras, una de ellas usada como soporte del panel solar y la segunda estructura como soporte para el locker de 8 compartimientos.

7.2.8. Voltímetro

Instrumento de medición necesario para realizar las siguientes pruebas:

- Voltaje de panel solar
- Voltaje de batería de 12 voltios
- Verificar que los cables conectores no estén deteriorados por dentro.
- Voltaje de conversor DC-DC

7.3. Pruebas y Resultados del prototipo

Validación de prototipo:

Los días que se han hecho las pruebas dentro del campus de la Universidad fueron los días, martes 14/11/17, jueves 16/11/17 y viernes 17/11/17[ANEXO 2], [ANEXO 3].

Día 1: 14/11/17

Se instaló el prototipo en la pileta de Ingeniería a horas 3 de la tarde, con el objetivo de validar el funcionamiento del módulo de carga, dos horas después se procedió a desinstalar el prototipo.

Día 2: 15/11/17

No se pudo instalar el prototipo debido a problemas de comunicación entre el gerente de infraestructura y el jefe de seguridad.

Día 3: 16/11/17

Se instaló el prototipo a horas 12 del día, registrando la cantidad de usuarios con su determinado tiempo y porcentaje de carga:

Usuario	Hora de inicio	Hora de fin	Tiempo de carga(min)	Porcentaje de carga (%)
01	12:30	13:00	30	6%
02	12:30	12:40	10	2%
03	12:40	13:00	20	4%
04	12:45	13:00	15	3%
05	12:50	13:00	10	2%

Tabla 3: Validación de toma de tiempos

Variación de amperaje:

Cantidad de celulares	Amperaje (m A)
1	1050
2	530
3	150
4	60

Tabla 4: Validación de amperaje

Día 4: 17/11/17

Se instaló el prototipo a horas 11 de la mañana, registrando la cantidad de usuarios con su determinado tiempo y porcentaje de carga:

Usuario	Hora de inicio	Hora de fin	Tiempo de carga(min)	Porcentaje de carga (%)
01	11:20	11:30	10	2%
02	11:20	12:40	20	4%
03	12:08	12:32	24	4%
04	12:20	13:00	40	8%
05	12:35	12:50	15	3%
06	12:50	13:00	10	2%

Tabla 5: Validación de toma de tiempos

Variación de amperaje:

Cantidad de celulares	Amperaje (m A)
1	1500
2	700
3	180
4	50

Tabla 6: Validación de amperaje

Cabe resaltar que una limitación presentada fue el de contar con 4 USBs y por lo tanto con 4 compartimientos disponibles.

A comparación con la carga convencional por medio de la red eléctrica tenemos un déficit de 2% en diferencia de carga, debido a que el módulo carga 1% cada 5 minutos en cambio sí lo conectamos en la red eléctrica esta carga 3% cada 5 minutos.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Este capítulo se enfocará en el cálculo del costo que implicará una futura implementación de un módulo de carga solar para celulares en la Universidad de Piura, para ello es necesario determinar el presupuesto de la instalación, rentabilidad y del periodo de recuperación de la inversión.

8.1. Enfoque Económico-Financiero desde el punto de vista del patrocinador

El objetivo de este análisis es determinar el costo ahorrado por publicidad que tendría el patrocinador si decide invertir en la implementación del módulo solar.

- Presupuesto de implementación: En la tabla 7.1 se visualizan los precios de los componentes y materiales necesarios que se emplearán para la implementación del módulo de carga solar.

Cantidad	Unidad	Componente	Precio (S/.)
Modulo solar			3650
1	Unid	Panel solar de 80w	350
1	Unid	Locker con 20 compartimentos	3150
1	Unid	Estructura de soporte para el panel solar	150
Unidades de control			110
1	Unid	Convertor DCDC Stepdown de 10A	40
1	Unid	Regulador solar de 10A - 15A	70
Protecciones			460
2	Unid	Porta fusibles	30
1	Unid	Interruptor magnético	50
1	Unid	Interruptor diferencial de 15A y 0.3mA	30
1	Unid	Tablero eléctrico	350
Cables			70
10	Mts	Conductor unipolar PVC	18
5	Mts	Tuvo PVC o COUNDUIT	20
1	Unid	Tonillos, fichas de empalme	50
Total de equipos (S/.)			4290
Transporte			150
Mano de obra (10%)			429
Gastos Generales (5%)			214.5
Costo Total del Proyecto			5084

Tabla 7: Presupuesto de implementación-Elaboración propia

- Rentabilidad del proyecto

Los rangos de precios en el servicio de los paneles publicitarios oscilan entre los S/.7000 y S/.11000 de alquiler mensual. Adicionalmente a este monto se tiene que considerar el costo por IGV y un aproximado de S/5500 por impresión en donde se muestra el mensaje.

Por lo mencionado anteriormente el proyecto con una vida útil de 15 años resulta rentable y atractivo para las empresas interesadas, pues implicaría un ahorro significativo (un 50% aproximadamente) en sus costos por publicidad, y esto tan sólo en el primer mes.

8.2. Enfoque Económico-Financiero desde el punto de vista de la Universidad

El objetivo de este análisis es determinar el costo ahorrado anual por consumo de energía eléctrica (soles/kWh) que tendría la Universidad durante los 15 años de vida útil del proyecto si decide invertir en la implementación del mismo.

PANELES	Potencia (W)	Voltaje (V)	Horas de carga	Energía del panel(Wh/día)	N° celulares a cargar por día	S/. ahorrados al año
Panel 1: pileta ingeniería	500	12	9	4500	200	540.92

Tabla 8: Costo anual ahorrado-Elaboración propia

En la tabla 7, nos muestra los soles ahorrados por año durante la vida útil del módulo de carga. Teniendo este una capacidad de 200 celulares a cargar por día. Durante los primeros tres años se tendrá un promedio de 150 celulares a cargar por día, los siguientes tres años aumentaran su capacidad en 10 celulares y así respectivamente. Teniendo el proyecto un costo total ahorrado de energía eléctrica de S/.6 896.77.

Periodo	Celulares promedio a cargar por día	Celulares promedio a cargar por año	S/. ahorrados al año
1	150	33000	405.69
2	150	33000	405.69
3	150	33000	405.69
4	160	35200	432.74
5	160	35200	432.74
6	160	35200	432.74
7	170	37400	459.78
8	170	37400	459.78
9	170	37400	459.78
10	180	39600	486.83
11	180	39600	486.83
12	180	39600	486.83
13	190	41800	513.88
14	190	41800	513.88
15	190	41800	513.88
			6896.77

Tabla 9: Soles ahorrados por año-elaboración propio

Finalmente, el valor actual neto de la inversión del proyecto abarca la suma de los valores de todos los flujos netos de caja del proyecto [ANEXO 4] deducido del valor de la inversión inicial.

Si la inversión de nuestro proyecto tiene un VAN positivo será rentable, un VAN nulo resulta indiferente, mientras que un VAN negativo implicara perdidas.

En nuestro caso, si bien el VAN obtenido es de S/.79.07. En términos financieros el proyecto es rentable, pro en la realidad no lo es, puesto que no tiene sentido invertir tanto tiempo para obtener un beneficio tan reducido.

Mientras, que el TIR (tasa interna de retorno) es el interés en el que el VAN resulta cero. Si el TIR es alto nuestro proyecto resultará rentable pues supondrá un retorno de la inversión equiparable a intereses altos. En caso contrario si el TIR resulta bajo es preferible invertir el dinero en otro proyecto.

VAN	S/. 79.07
TIR	9%

Tabla 10: Indicador financiero-elaboración propio.

9. CONCLUSIONES

- La utilización de la energía solar mediante sistemas fotovoltaicos, tiene un gran futuro como un tipo de energía alternativo ya que fomenta un desarrollo limpio y sostenible. Además, con el avance de la tecnología se irá reduciendo el costo de paneles solares en cuanto a la instalación.
- Los equipos que forman parte del sistema fotovoltaico, no sólo han sido escogido con cálculos realizados del proyecto sino que también hemos tomado en cuenta que cumplan con las normas establecidas con respecto a un correcto dimensionamiento. Entre los cuales tenemos que el módulo fotovoltaicos cumpla con la norma: IEC 61215 los cuales deben cumplir con los parámetros que son responsables del envejecimientos de los mismos, los cuales son los rayos UV, diferencia ambiental y temperatura.
- Con respecto al prototipo los costos tanto de operación como de mantenimiento son mínimos, gracias a que se contó con el instrumento necesario dentro de las instalaciones de laboratorio de Mecánica.
- El funcionamiento de los paneles solares no produce contaminación ni efecto nocivo.
- En la Universidad de Piura se cuenta con varios proyectos de energía fotovoltaica los cuales aún no están desarrollados, por ende, este proyecto tiene como objetivo adicional motivar al alumnado del campus Piura a realizar proyectos con energía renovable.
- Se debe tener en cuenta que la sostenibilidad de los proyectos tendrá una participación del Estado y por otro lado inversionistas para hacer rentables los proyectos.
- Este proyecto permitirá un desarrollo social, cultural y económico.
- La carga del panel aumentaba con respecto a la intensidad de la radiación solar generando así un mayor amperaje para la carga de celulares.
- La implementación del prototipo genero bastante interés por parte del alumnado y personas externas dando lugar a una difusión en el uso de energías renovables.

10. ANEXOS

ANEXO 1:

PREGUNTAS	RESPUESTAS	110
<h4>UDEP SOLAR</h4> <p>La presente encuesta está enfocada a estudiantes de la UDEP- Campus Pura, en la que se busca conocer el grado de aceptación que tendría la implementación de un centro de carga para celulares, utilizando paneles solares.</p>		
<p>¿Eres alumno de la UDEP? *</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>		
<p>¿A qué facultad perteneces? *</p> <p><input type="radio"/> Ciencias económicas y empresariales</p> <p><input type="radio"/> Comunicación</p> <p><input type="radio"/> Derecho</p> <p><input type="radio"/> Humanidades</p> <p><input type="radio"/> Ingeniería-Arquitectura</p> <p><input type="radio"/> Escuela tecnológica superior</p> <p><input type="radio"/> Educación</p>		
<p>Título de imagen</p>		
	<p>1) ¿Identificas un compromiso e incentivo por parte de la UDEP con el uso de energías renovables? *</p> <p><input type="radio"/> Definitivamente identifico.</p> <p><input type="radio"/> Identifico.</p> <p><input type="radio"/> No identifico</p> <p><input type="radio"/> Definitivamente no identifico.</p>	
	<p>2) ¿Con qué tipo de sistema operativo cuenta tu celular? *</p> <p><input type="radio"/> Android</p> <p><input type="radio"/> IOS</p>	
	<p>3) ¿Cuál es su Operador Móvil? *</p> <p><input type="radio"/> Claro</p> <p><input type="radio"/> Movistar</p> <p><input type="radio"/> Entel</p> <p><input type="radio"/> Bitel</p> <p><input type="radio"/> Otros</p>	
	<p>4) A la semana, ¿Cuántas veces has necesitado cargar tu celular en el campus? *</p> <p><input type="radio"/> Ninguna</p> <p><input type="radio"/> 1-2</p> <p><input type="radio"/> 3-4</p> <p><input type="radio"/> 5+</p>	

5) Respecto a la pregunta anterior ¿Cuántas veces no has dispuesto de los medios necesarios para cargar tu celular (no habían toma corrientes disponibles, no contabas con cargador, etc)?

- Ninguna
- 1-2
- 3-4
- 5+

6) ¿Estarías dispuesto a utilizar un módulo de carga solar para celulares? *

Descripción del Módulo de Carga Solar: Posee toallas (cañilleros) para dejar los celulares cargando de manera segura. Estarán ubicado en lugar estratégico dentro del campus universitario.



- Definitivamente lo utilizaría.
- Probablemente lo utilizaría.
- Probablemente no lo utilizaría.
- Definitivamente no lo utilizaría.
- Otra...

7) Dentro del campus ¿En qué lugar consideras ideal ubicar este módulo? *

- Pileta
- Óvalo de centro de copiado y cafeta
- Óvalo entre derecho y aula

Sugerencias y Comentarios

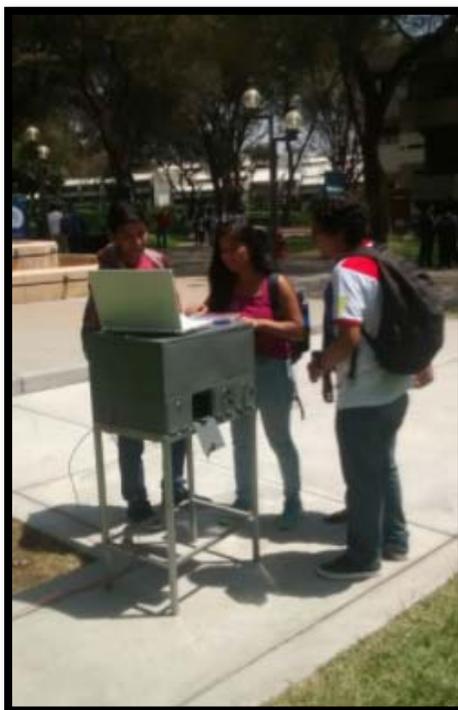
Tu respuesta

ENVIAR

Página 1 de 1

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

ANEXO 2:



ANEXO 3:**Pasos a seguir para la utilización de los lockers de carga:**

1. El usuario debe identificar los compartimentos disponibles (compartimiento con llave).
2. Una vez identificado el compartimiento a utilizar, el usuario deberá conectar el celular con el cable USB para iniciar el ciclo de carga.
3. El usuario hará un giro de la llave hacia la izquierda para cerrar el compartimiento.
4. Retirar e identificar el color de su llave, la cual debe coincidir con la chapa del compartimiento.
5. Para retirar su celular identifique el compartimiento relacionado con el color de la llave previamente elegida. Introduzca la llave y haga un giro hacia la derecha.
6. Por favor asegurarse de dejar el cable USB dentro de la cavidad y dejar la puerta junta para que el próximo usuario pueda disponer del servicio.

ANEXO 4:

Módulo de ingreso																
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ingreso con IGV		406	406	406	433	433	433	460	460	460	487	487	487	514	514	514
Ingreso sin IGV		344	344	344	367	367	367	390	390	390	413	413	413	435	435	435
IGV ventas		62	62	62	66	66	66	70	70	70	74	74	74	78	78	78

Módulo de Inversiones	Precio de venta	Valor venta	IGV	Vida útil (años)	Depreciación (1-8)	Depreciación (9-16)
Gastos pre operativos	100	0	100			
Implementación y adecuación	100	0	100			
Compra activo fijo	1800	1525	275		95	95
panel solar	500	424	76	16	26	26
locker	700	593	107	16	37	37
2 baterías Litio	500	424	76	8	26	26
2 reguladores de voltaje	100	85	15	8	5	5

Presupuesto de costos y gastos																
Periodo	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
Costos y gastos (con IGV)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
mantenimiento		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Costos y gastos (sin IGV)		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
mantenimiento		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
IGV de compras y gastos		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Presupuesto de costos y gastos																
Periodo	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
Costos y gastos (con IGV)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
mantenimiento		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Costos y gastos (sin IGV)		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
mantenimiento		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
IGV de compras y gastos		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Módulo del IGV																
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IGV de compras y gastos (a favor)	275	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
IGV de ventas (en contra)		-62	-62	-62	-66	-66	-66	-70	-70	-70	-74	-74	-74	-78	-78	-78
Valor neto	275	-77	-77	-77	-81	-81	-81	-85	-85	-85	-90	-90	-90	-94	-94	-94
Crédito fiscal	275	197	120	43	-38	-81	-81	-85	-85	-85	-90	-90	-90	-94	-94	-94
Pago de IGV	0	0	0	0	-38	-81	-81	-85	-85	-85	-90	-90	-90	-94	-94	-94
Estado de Resultados																
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ingresos		344	344	344	367	367	367	390	390	390	413	413	413	435	435	435
Costos y gastos		180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Gastos pre-operativos	0															
Costos y gastos		85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Depreciación		95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Utilidad		164	164	164	187	187	187	210	210	210	232	232	232	255	255	255
Impuesto a la renta		49	49	49	56	56	56	63	63	63	70	70	70	77	77	77

11. Referencias

- ACCIONA. (2017). *Energías Renovables*. Obtenido de ACCIONA:
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- Adafruit. (Nov de 2015). *Li-Ion & LiPoly Batteries*. Obtenido de Adafruit:
<https://learn.adafruit.com/li-ion-and-lipoly-batteries/voltages>
- Akin, B. (2012). *Solar Power Charger with Universal USB Output*. Obtenido de
<http://ieeexplore.ieee.org/document/6450447/>
- Brito, J. A., Aguilar, J. A., García, O., Tripp, C., Zaldívar, A., & Misra, S. (2014). *A Low-Cost Solar Cell Charger Prototype for Smartphone Battery Charging*. Sinaloa: IEEE.
- Cornejo , H. (2013). *PIRHUA*. Obtenido de Sistema Solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cornejo, H. (2013). *PIRHUA*. Obtenido de “Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el Centro Materno Infantil de la Universidad:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cornejo, H. (Octubre de 2013). *Sistema Solar Fotovoltaico* . Obtenido de PIRHUA:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1762/IME_172.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Damia Solar. (19 de 03 de 2016). *¿Que Regulador Solar Necesito?* Obtenido de Damia Solar:
https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito_1
- EFE. (8 de Enero de 2016). Solar radiation reaches historic highs in Peru. Lima, Lima, Perú.
- ENEL. (2016). *Rubí*. Obtenido de ENEL PERÚ: <https://www.enel.pe/es/quienes-somos/a201612-rubi.html>

- Fernández, M. (2012). *Energía Solar*. Obtenido de Electricidad Fotovoltaica: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=EVHJbI1i-eMC&oi=fnd&pg=PA13&dq=factores+a+tener+en+cuenta+en+paneles+solares&ots=fC_lAyGN-f&sig=ZqAiBT391-76kjQUYYzXOtAp2dI#v=onepage&q&f=false
- Garcés, Juan; Arrascue, Omar; Ávalos, Giancarlos;. (15 de NOVIEMBRE de 2014). *Estudio de factibilidad para la creación de una residencia universitaria brindada por la Universidad de Piura*. Obtenido de PIRHUA: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2029/PYT_informe_Final_Residencia_Udep.pdf?sequence=1
- García, J. (2013). *Técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas*. Obtenido de Electricidad y electrónica: https://books.google.com.pe/books?id=9vVRAGAAQBAJ&pg=PA95&dq=funcion+de+los+cables+electricos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiD4oXD0b_XAhXHNiYKHZEUDtoQ6AEIRTAG#v=onepage&q&f=true
- Gestión. (23 de Marzo de 2016). *Paneles solares: la luz al final del túnel para miles de latinoamericanos*. Obtenido de Gestión.pe: <https://gestion.pe/economia/paneles-solares-luz-al-final-tunel-miles-latinoamericanos-2156965>
- Grupo de interés en Energías Renovables. (2017). *UDEP*. Obtenido de Ingeniería implementa cargador solar para celulares: <http://udep.edu.pe/hoy/2017/ingenieria-implementa-cargador-solar-para-celulares/>
- IEA. (2011). *World Energy Outlook 2011*. Obtenido de IEA: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf
- IEA. (2015). *INTERNATIONAL ENERGY STATISTICS*. Obtenido de EIA.gov: <https://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#/?c=4100000002000060000000000000g000200000000000000001&vs=INTL.44-1-AFRC-QBTU.A&vo=0&v=H&end=2015>

- León , A., & Ipanaque, C. (28 de Noviembre de 2013). *PIRHUA*. Obtenido de ALUMBRADO PÚBLICO CON ENERGÍA: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1718/PYT__Informe_final__Udep_Solar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, A., Ipanaqué, C., Miranda, S., Ruiz, F., Rojas, M., & Seminario, B. (Noviembre de 2013). *Alumbrado Público con Energía Renovable*. Obtenido de PIRHUA: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1718/PYT__Informe_final__Udep_Solar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Losio, N. (Marzo de 2014). *Paneles solares y su impacto ambiental*. Obtenido de Facultad de ciencias físicas y matemáticas: <https://es.scribd.com/document/259339846/Paneles-Solares-y-Su-Impacto-Ambiental>
- Méndez Muñiz, J. M., & Cuervo García, R. (2007). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Madrid.
- MINEM. (2003). *Atlas de Energía Solar del Perú*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas del Perú: <http://dger.minem.gob.pe/atlassolar/>
- MINEM. (2010). *Ministeria de Energía y Minas*. Obtenido de Normas legales: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/Normativa/Generales/DS%20064-2010-EM.pdf>
- MINEM. (2010). *Normativa General de Eficiencia Energética*. Obtenido de MINEM: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/Normativa/Generales/DS%20064-2010-EM.pdf>
- Mohamed, A. (2009). *Universidad de Sevilla*. Obtenido de Seguimiento del punto de máxima potencia en Sistemas Fotovoltaicos: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70172/fichero/Resumen.pdf>
- Monsolar. (Julio de 2016). *Baterías Estacionarias*. Obtenido de MonSolar.
- Mujal, R. (2003). *Tecnología Eléctrica*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36264>

- OSINERGMIN. (2016). *Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería*. Obtenido de Central Solar Rubí: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/PROYECTOS%20GFE/Acordeón/Generación/3.6.1.pdf
- OSINERGMIN. (2016). *Subasta de Energías Renovables*. Obtenido de OSINERGMIN: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Boletín%20Institucional/NP%20Subasta%20de%20energías%20renovables%20-%20Osinergmin.pdf
- OSINERGMIN. (2017). *Central Solar Rubí (144,48 MW)*. Obtenido de OSINERGMIN: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/PROYECTOS%20GFE/Acordeón/Generación/3.6.1.pdf
- OSINERGMIN. (2017). *Tacna Solar*. Obtenido de OSINERGMIN: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/PROYECTOS%20GFE/Acordeón/Generación/1.6.3.pdf
- Park, S., Koh, B., Wang, Y., Kim, J., Kim, Y., Pedram, M., & Chang, N. (2013). *Maximum Power Transfer Tracking in a Solar USB Charger for Smartphones*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/document/6629272/>
- Perú21. (14 de Febrero de 2015). *Senamhi: Radiación solar llegó a nivel 16.8 en Piura*. Obtenido de Perú21: <https://peru21.pe/lima/senamhi-radiacion-solar-llego-nivel-16-8-piura-167039>
- REN21. (2017). *Avanzando en la transición mundial*. Obtenido de GSR - 2017 Key Findings: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/07/17-8399_GSR_2017_KEY-FINDINGS_Spanish_lowres.pdf
- RPP noticias. (s.f.). *RPP*. Obtenido de Energías renovables.
- Salazar, M. J. (7 de Abril de 2017). *Ingeniería implementa cargador solar para celulares*. Obtenido de Udep [Hoy]: <http://udep.edu.pe/hoy/2017/ingenieria-implementa-cargador-solar-para-celulares/>
- Sector de la Energía Eléctrica*. (2004). Obtenido de Energía Hidroeléctrica, Energía Tradicional del Perú: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/renovable-peru>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (June de 2003). *Atlas de Energía Solar*. Lima. Obtenido de SENAMHI.

SOLARGIS. (2014). *Perú Irradiation Map*. Obtenido de SOLARGIS: <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/GHI/Solargis-Peru-GHI-solar-resource-maps.png>

Timmons, D., Harris, J., & Roach, B. (2014). *Economía Energías Renovables*. Obtenido de Global Development and Environment Institute: http://www.ase.tufts.edu/gdae/education_materials/modules/EconomiaEnergiasRenovables.pdf

Valverde, J. (2006). *PIRHUA*. Obtenido de Bombeo de agua por medio de energía fotovoltaica en zonas rurales: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1392/IME_110.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank Group. (2016). *Acerca de: Global Solar Atlas*. Obtenido de Global Solar Atlas: <http://globalsolaratlas.info/about>