



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO  
CON CAPACIDAD DE 400 W, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA A  
UNA VIVIENDA EN UN SECTOR AISLADO**

Trabajo de titulación previa a la obtención del

Título de Ingeniero eléctrico

**AUTORES:** DIEGO GONZALO CÓRDOVA PACHECO

JOSUE ALEXANDER QUIÑONEZ SANTOS

**TUTOR:** ING. GARY OMAR AMPUÑO AVILÉS, PhD.

Guayaquil – Ecuador

2023

## CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Diego Gonzalo Córdova Pacheco con documento de identidad N° 0929508984 y Josue Alexander Quiñonez Santos con documento de identidad N° 0956715478 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

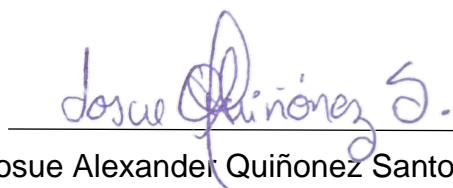
Guayaquil, 22 de febrero del año 2023

Atentamente,



Diego Gonzalo Córdova Pacheco

0929508984



Josue Alexander Quiñonez Santos

0956715478

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Diego Gonzalo Córdova Pacheco con documento de identidad N° 0929508984 y Josue Alexander Quiñonez Santos con documento de identidad N° 0956715478, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: "Instalación de un sistema de panel solar fotovoltaico con capacidad de 400 w, para el suministro de energía a una vivienda en un sector aislado", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

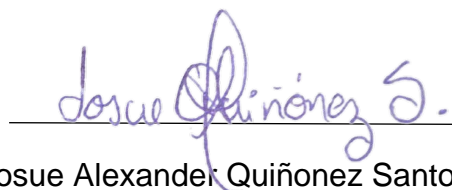
Guayaquil, 22 de febrero del año 2023

Atentamente,



Diego Gonzalo Córdova Pacheco

0929508984



Josue Alexander Quiñonez Santos

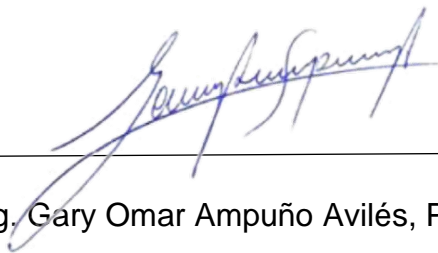
0956715478

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
SUSCRITO POR EL TUTOR**

Yo, Ing. Gary Omar Ampuño Avilés, PhD. con documento de identificación N° 0922639752 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi autoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO CON CAPACIDAD DE 400 W, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA A UNA VIVIENDA EN UN SECTOR AISLADO**, realizado por Diego Gonzalo Córdova Pacheco con documento de identidad N° 0929508984 y por Josue Alexander Quiñonez Santos con documento de identidad N° 0956715478, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 22 de febrero del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Gary Omar Ampuño Avilés, PhD.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mi esposa y a todas mis amistades que me han motivado a superarme con una voz de aliento, a los profesores que nos han guiado desde el inicio hasta el final de la carrera, a mis compañeros de curso, que a partir de hoy serán mis colegas. Mi familia que ha sido un pilar fundamental en este tramo largo de mi vida, ayudándome a cumplir un objetivo más, gracias a todas las personas que han creído en mí.

Diego Gonzalo Córdova Pacheco

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por permitir que sea su voluntad y no la mía, por ayudarme a cumplir uno de mis objetivos principales, a mis padres Ing. Jaime Armando Quiñonez Canchingre, María Antonieta Santos Cabeza por ser pilares fundamentales en mi vida, ser mi apoyo y ser el motivo por el cual seguir adelante, a los docentes de esta prestigiosa institución por la paciencia prestada hacia nosotros, al impartir sus conocimientos técnicos, prácticos y ser guía en este proceso de formarme como profesional, Msc José Roberto Jaime Carriel, Msc Pedro Osvel Núñez Izaguirre y en especial a nuestro tutor y director de carrera el PhD. Gary Omar Ampuño Avilés por estar presente en este proceso largo y especial.

Josue Alexander Quiñonez Santos

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi amada esposa, persona a la cual le debo mucho este momento especial de mi vida, quien fue la que me incentivó a estudiar la carrera y más que un incentivo fue una decisión de ella al principio, por esto esta tesis está dedicada a ella.

A Dios por ponerme en el camino pruebas importantes y por darme la fuerza necesaria para levantarme en cada momento de mi vida, pero todo el trabajo y sacrificio de superación está reflejado en esta tesis

Diego Gonzalo Córdova Pacheco

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios por permitir culminar con éxito y amor una etapa más, a mis padres por la paciencia y el esfuerzo que hicieron de demostrarme que con perseverancia se pueden lograr cosas grandes y poder terminar mi ciclo y hacerme un profesional.

Docentes que con su grandiosa intervención nos hicieron ver el mundo de una manera diferente, la comprensión en cada uno de los semestres se ve reflejada en esta tesis y esperando llegar a cumplir las expectativas de cada uno de ellos en el ámbito profesional.

Josue Alexander Quiñonez Santos



## RESUMEN

En la presente tesis se presenta una propuesta de diseño para un proyecto de energía solar autosostenible para una vivienda, el mismo que tiene como ubicación la comuna “La Masa 1” en un sector aislado y tendrá como función principal el suministrar energía de manera limpia y autosustentable. El proyecto tiene importantes partes entre las cuales, se destaca la determinación de la potencia de uso de los equipos que conforman las partes del sistema. En el proyecto de titulación, se presentó una problemática la cual se basaba en como cubrir la necesidad de la falta de energía que poseen los habitantes de estas zonas o comunas que se encuentran alejadas de la ciudad, desde este punto se arrancó haciendo un levantamiento de información donde se censaron a las familias que viven en la vivienda en donde se realizará la intervención. Detallando un estudio de cargas actuales y cargas a futuro, se dimensionaron los equipos del sistema solar fotovoltaico. Donde se obtiene la potencia del módulo solar, inversor, controlador de carga y la potencia de las baterías. Mediante la elaboración de un esquema unifilar, se identificaron y aportando una serie de información sobre las dimensiones y conexiones de los principales componentes del sistema, siguiendo su ficha técnica (Datasheet) y la correcta utilización de cada componente del sistema fotovoltaico y para un análisis más preciso de la llamada herramienta de investigación, simulación y análisis completo de datos de células solares PVSyst índice de interacción de 0,638 para el rendimiento del sistema y una fracción solar de 0,993 siguiendo los programas de producción y consumo de energía, se observaron gráficos de producción y consumo de energía, voltaje, carga y descarga, indicando que la familia beneficiada necesitará un mantenimiento preventivo para evitar daños o disminución de la corriente eléctrica en los próximos meses o años.

## ABSTRACT

This thesis presents a design proposal for a self-sustaining solar energy project for a home, the same one that is located in the commune "La Masa 1" in an isolated sector and will have as its main function the supply of energy in a clean way. and self-sustaining. The project has important parts among which, the determination of the power of use of the equipment that makes up the parts of the system stands out. In the titling project, a problem was presented which was based on how to cover the need for the lack of energy that the inhabitants of these areas or communes that are far from the city have, from this point it started by doing a survey of information where the families living in the house where the intervention was carried out were censused. Detailing a study of current loads and future loads, the equipment of the photovoltaic solar system was dimensioned. Where the power of the solar module, inverter, charge controller and the power of the batteries is obtained. Through the elaboration of a single-line diagram, a series of information on the dimensions and connections of the main components of the system were identified and provided, following its technical sheet (Datasheet) and the correct use of each component of the photovoltaic system and for further analysis accurate of the so-called complete PVsyst solar cell data research, simulation and analysis tool interaction index of 0.638 for system performance and a solar fraction of 0.993 following the energy production and consumption schedules, production graphs and energy consumption, voltage, charge and discharge, indicating that the family will benefit from preventive maintenance to avoid damage or decrease in electric current in the coming months or years.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE TABLAS .....	xvi
INDICE DE ECUACIONES .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA.....	3
ANTECEDENTE.....	4
IMPORTANCIA Y ALCANCES .....	5
DELIMITACIÓN .....	6
OBJETIVOS:.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	9

ENERGÍAS RENOVABLES Y NO RENOVABLES.....	9
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	9
HORAS SOL PICO .....	9
COMPONENTES DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO .....	10
CUBIERTA TRANSPARENTE.....	10
PLACA CAPTADORA .....	10
AISLAMIENTO.....	11
CARCASA METÁLICA .....	11
CAJA DE CONEXIONES.....	11
COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	11
GENERADOR ELECTRICO SOLAR.....	11
BATERIAS – ACUMULADORES.....	12
INVERSOR.....	12
MARCO METODOLÓGICO.....	13
ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMUNIDAD “LA MASA 1” .....	13
DEMANDAS ACTUALES.....	15
DEMANDAS FUTURAS.....	15
INFORMACIÓN DE LA FAMILIA BENEFICIADA .....	16
DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA BASE PARA EL PANEL SOLAR .....	18
DISEÑO Y CONTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR .....	20
DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO .....	22
CONSUMO DE ENERGÍA Y DEMANDA PROMEDIO A UTILIZAR .....	23
ESTUDIOS DE CARGAS INSTALADAS .....	24
CÁLCULO DEL FACTOR DE RENDIMIENTO (PERFORMANCE RATIO) .....	26
CALCULO DE LA POTENCIA POR GENERAR DEL SISTEMA .....	28

TIPO DE MODULO SOLAR A UTILIZAR.....	29
DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BATERIAS.....	31
CALCULO DEL BANCO ACUMULADORES.....	31
DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR.....	33
DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA SOLAR.....	34
COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD .....	35
CALCULO DE INCLINACIÓN IDEAL .....	35
ORIENTACIÓN DEL PANEL SOLAR.....	36
PLANILLAJE DE LA VIVIENDA.....	37
SIMULACIÓN EN SOFTWARE PVSYST .....	37
RESULTADOS.....	43
RESULTADOS OBTENIDOS DEL SOFTWARE PVSYST .....	43
RESUMEN DEL SISTEMA.....	44
DEMANDA INSTALADA Y SIMULADA.....	44
PERDIDAS DEL SISTEMA.....	45
PRESUPUESTO.....	46
ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO .....	46
PLANTEAMIENTO DE LOS COSTOS DEL PROYECTO.....	47
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Viviendas de la comuna la Masa 1 del Sector aislado. Fuente: Los autores.....	3
Figura 2: Vía principal alumbrada con sistema solar fotovoltaico de la comunidad Masa 2. Fuente: [1].....	5
Figura 3: Ubicación geográfica de la sede de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. Fuente: [8] .....	7
Figura 4: Ubicación geográfica de la comunidad masa 1 del Golfo de Guayaquil. Fuente: [9].....	8
Figura 5: Hoja de la casa censada, firmada por el representante. Fuente: Los autores.....	14
Figura 6: Plano arquitectónico en AutoCAD de la vivienda beneficiada. Fuente: Los autores. ....	17
Figura 7: Plano en AutoCAD de la estructura de la base. Fuente: Los autores. ....	19
Figura 9: Estructura de los componentes del sistema fotovoltaico en AutoCAD. Fuente: Los autores .....	21
Figura 11: Diseño unifilar del sistema solar. Fuente: Los autores.....	23
Figura 12: Plano eléctrico de la vivienda en AutoCAD. Fuente: Los autores.	26
Figura 13: Orientación e inclinación optima en una instalación solar. Fuente: [23].....	36
Figura 14: Selección del tipo de sistema a simular. Fuente: Los autores .....	38
Figura 15: Ventana principal del PVsyst. Fuente: Los autores .....	38
Figura 18: Detallar las cargas a utilizar en la vivienda. Fuente: Los autores .	40
Figura 23: Ejecución de la simulación. Fuente: Los autores .....	42
Figura 24: Diagrama del sistema simulado. Fuente: Los autores .....	43

Figura 25: Diagrama de comparación de rendimiento del sistema. Fuente: Los autores.....	44
Figura 26: Características del sistema solar simulado. Fuente: Los autores .	44
Figura 27: Cargas simuladas en el software y diagrama de uso. Fuente: Los autores.....	45
Figura 29: Diagrama unifilar de puntos de luz en AutoCAD.....	56
Figura 30: Diagrama unifilar de tomacorrientes en AutoCAD. ....	56
Figura 31: Desembarque de materiales.....	57
Figura 32: Excavación de la base .....	57
Figura 33: Pilar, dimensionado y seco .....	58
Figura 34: Mezcla de concreto para el relleno del pilar.....	58
Figura 35: Instalación de un interruptor doble.....	59
Figura 36: Cableado eléctrico de la vivienda. ....	59
Figura 37: Instalación de la caja de beakers eléctrico. ....	60
Figura 38: Ejecución del diseño .....	60

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Horas pico de radiación en guayaquil estimadas para el 2023. ....	10
<b>Tabla 2</b> Datos de la familia beneficiada. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Datos de las demandas actuales. ....	16
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente la situación del pilar. ....	18
<b>Tabla 5.</b> Consumo diario de la energía eléctrica. ....	24
<b>Tabla 6.</b> Potencia total de las cargas ....	24
<b>Tabla 7:</b> Consumo diario de cada carga.....	25
<b>Tabla 8.</b> Potencia total instalada en la vivienda.....	25
<b>Tabla 9.</b> Consumo diario de energía. ....	25
<b>Tabla 10.</b> Características eléctricas del módulo solar escogido. ....	30
<b>Tabla 11.</b> Características mecánicas del módulo solar escogido.....	30
<b>Tabla 12.</b> Características de temperatura del módulo solar escogido.....	30
<b>Tabla 13.</b> Resultados del coeficiente de simultaneidad. ....	35
<b>Tabla 14.</b> Costos de los equipos implementados en el proyecto técnico solar fotovoltaico. ....	48



## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Dimensionamiento del pilar. ....	18
Ecuación 2. Energía promedio. ....	24
Ecuación 3. Factor de rendimiento. ....	27
Ecuación 4. Potencia por generar del sistema. ....	28
Ecuación 5. Potencia del campo fotovoltaico. ....	29
Ecuación 6. Capacidad de las baterías. ....	31
Ecuación 7: Calculo de la capacidad de los acumuladores. ....	31
Ecuación 8: Calculo de las baterías en serie ....	32
Ecuación 9: Cálculo del número de baterías conectadas en paralelo. ....	33
Ecuación 10. Potencia del inversor. ....	33
Ecuación 12. Tensión del controlador. ....	34

## INTRODUCCIÓN

El siglo XXI, es un siglo de constantes cambios enfocados en los ámbitos sociales, ambientales, políticos y tecnológicos. De tal manera, esto da paso a una nueva generación de proyectos innovadores y actualizados, los cuales van a ser de utilidad para cubrir necesidades básicas. El suministro de energía eléctrica es una fuente muy sustancial y necesaria para el desarrollo de la civilización, por lo cual, mediante esta mención, el objetivo de esta investigación es implementación un sistema de celdas solares para llegar a abastecer de energía eléctrica una vivienda de un sector aislado.

A partir de los cambios surgidos en el ámbito social-innovador, el mundo se informó de nuevos cambios, cambios que aportan al desarrollo de las masas. El sol como fuente de energía es uno de los aportes más importantes de esta nueva era innovadora, la energía solar tiene a el sol como fuente principal de energía, por lo cual no es de necesidad el perforar ni encontrar combustibles derivados del petróleo, procesarlo o transportarlo a un sitio.

Como es de conocimiento, la energía solar tiene muchas ventajas, lo que trajo encadenado una serie de inventos en los que podemos encontrar sistemas de energía fotovoltaica. La tierra recibe un sin número de energías que con los cambios del mundo pueden llegar a que el mundo sea sostenible.

Zonas que carecen del suministro de energía podrán saciar esa necesidad primordial que está estipulada como derecho ciudadano donde se hace referencia. “La Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (2015), entre los derechos de los usuarios finales de este servicio público, enuncia “recibir el servicio público de energía eléctrica acorde con los principios constitucionales de eficiencia, responsabilidad, continuidad, calidad y precio equitativo” (art. 4)” [1].

Por lo tanto, la falta de este servicio puede llegar a generar un impacto social grave, como es el no poder instalar electrodomésticos para poder conservar alimentos, la falta de una bombilla para iluminar viviendas en horario nocturno,

de igual manera limitan el acceso a la activación económica y desarrollar negocios que ayuden a subsistir.

El siguiente proyecto tendrá como finalidad corroborar la importancia de los sistemas fotovoltaicos en el mundo inteligente, la capacidad de satisfacer esta necesidad mediante una alternativa de energía renovable, poder separarnos de otras energías contaminantes e insostenibles, haciendo que este método sea autosustentable para el medio ambiente y para las personas de esta comunidad que no poseen energía eléctrica.

El uso de estos sistemas en la ciudad de Guayaquil es practicable y factible, ya que de por sí el Ecuador por su ubicación es uno de los países más beneficiados por este excelente recurso solar. Datos comprueban que la irradiación solar en todo el territorio nacional y en sus alrededores llega a 5 kWh/m<sup>2</sup>·día, uno de los más altos del mundo.

## PROBLEMA

La energía eléctrica forma parte de los derechos humanos de tipo económico y social, partiendo por esto. Mediante una inspección antes realizada en el lugar próximo a trabajar se percatan los diversos inconvenientes que presentan los habitantes en sus hogares, una muy esencial es la falta del suministro eléctrico debido a que las redes eléctricas públicas no llegan hasta estos sectores, un problema similar se vivió en el sector de la comunidad de Masa 2. La cual ya fue intervenida con proyectos técnicos de desarrollo para las diversas familias que se concluyeron con éxito, para la vía principal y la escuela que tienen en dicha comunidad.



Figura 1: Viviendas de la comuna la Masa 1 del Sector aislado. Fuente: Los autores.

Los habitantes de la comunidad La Masa 1 tienen un inconveniente el cual era adquirir energía eléctrica a través de mecanismos rudimentarios. Para satisfacer las diversas necesidades que presentan día a día mediante el uso de la energía eléctrica, se logró observar que varias viviendas son alimentadas mediante generación centralizada, con esto logran adquirir energía eléctrica para su uso, pero deben pagar una cierta cantidad de dinero para poder adquirirla.

Tal como se indica, en la comunidad Masa 2 vivieron la problemática de no tener energía eléctrica para el uso diario por este motivo usaban a menudo un generador a diésel que era transportado por una lancha la potencia que

generaba era alrededor de 2.2 hasta 7.8 Kilo Vatios, con un valor de 120 voltios alternos y frecuencia de 60HZ, este generador se usaba alrededor de las 15h00 hasta las 19h00 tal como lo indica [2].

## **ANTECEDENTE**

En base a una visita presencial que se realizó con compañeros de aula y docentes a una zona rural la cual es llamada "Comunidad La Masa 1", se observó que tienen un sin número de inconvenientes por la deficiencia de muchos servicios básicos, entre los que se piensa dar solución a la deficiencia energética que carece el sector, puesto que base al estudio técnico que se realizó, se evidenció la carencia de redes eléctricas de la empresa pública, por este motivo se plantea resolver este inconveniente con proyectos sustentables.

Desde varios siglos atrás se sabe que la energía eléctrica y el consumo de esta es de necesidad prioritaria, puesto que sin estos recursos no se lograría tener una vida normal o cotidiana ya que con los avances tecnológicos logran de una u otra manera hacer sentir este recurso como una necesidad. En el proyecto técnico de desarrollo social, dan a conocer que la electricidad es un factor muy interesante para las personas, ya que sin este recurso sufren y pueden terminar en déficit económico, debido a que las personas de la zona comunitaria Masa 2 no tienen los artículos de primera necesidad. Introducir o requerir conocimiento del poder [3].

Durante el proyecto técnico lograron determinar la escasez de energía eléctrica que viven los habitantes de la comunidad Masa 2, y concluyen que no es factible pagar una cierta cantidad de dinero por cuatro horas diarias por un generador de potencia que a la larga es una suma grande de dinero, por este motivo se planteó un proyecto técnico de un sistema para alumbrado público mediante luminarias que consumen una potencia de 150W (vatios) que son alimentados mediante un proyecto solar fotovoltaico, con este proyecto logran tener la satisfacción y seguridad de poder caminar en la vía principal de la comunidad Masa 2, y también ayuda a los niños a recrearse y juntarse sin miedo a la oscuridad [4].



Figura 2: Vía principal alumbrada con sistema solar fotovoltaico de la comunidad Masa 2. Fuente: [1]

Mencionan que en la Universidad Politécnica Salesiana se han realizado un sin número de proyectos aplicando fuentes de energías renovables, en este caso la energía solar fotovoltaica donde se utilizará para el proceso del calentamiento de agua, pero no se han aplicado a procesos como el de un baño de sauna, ya que con este tipo de proyectos donde se aprovecha los efectos de la radiación, convección y conducción donde su principal función es las liberar sudoración en el cuerpo humano [5].

### **IMPORTANCIA Y ALCANCES**

En nuestro país Ecuador existen una gran cantidad de zonas rurales; comunas, barrios, entre otras, las cuales no tienen recursos como es; agua potable, internet, energía eléctrica, etcétera. Esto se da primordialmente por la invasión que existe en dichos lugares, se calcula que el 36% de la población del Ecuador reside en zonas rurales, datos extraídos según el portal oficial por ende se pretende impulsar la elaboración de proyecto técnicos amigables con el medio ambiente, ya que usan energías renovables por la implementación de proyectos solares fotovoltaicos con el fin de abastecer de energía eléctrica a dichas zonas rurales [6].

La falta de energía eléctrica puede generar una impresión en el ámbito educativo, ya que puede provocar el abandono del sistema escolar a tan corta edad por muchas personas de la población situada en estas zonas vulnerables. Así nos podemos dar una imagen de lo que produce no contar con un servicio tan básico como es la electricidad. El proyecto técnico realizará un análisis del sistema de iluminación de la vivienda y su carga, luego elegirá la mejor manera de obtener energía renovable para así aumentar la eficacia y poder dar una mejor calidad de vida a los hogares beneficiados y poder así utilizar la energía limpia, ya que lastimosamente no pueden contar el suministro eléctrico.

El desarrollo técnico de estos proyectos para el trabajo de titulación es de suma importancia para los estudiantes en la sede de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, puesto que, al elaborar, diseñar e implementar este tipo de proyectos con un alto índice de calidad es un reto dentro de la etapa universitaria para que de una u otra manera instruyan y aporten con el cambio de la fuente principal energética con lo que se elevará el desarrollo sostenible de nuestro Ecuador. Lograron diseñar e implementar un laboratorio que funcionan con energías renovables a partir de un aerogenerador y un sistema solar fotovoltaico, ayudando así a los futuros alumnos y docentes de las diversas carreras de ingeniería en la sede de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil [7].

Mediante los estudios técnicos y de factibilidad se logrará detallar de porque el uso de un sistema solar fotovoltaico autónomo es la mejor opción dentro de los proyectos de desarrollo, ya que invertir una cierta cantidad de dinero para implementar este tipo de proyecto para una vivienda en específico es económicamente viable que implementar un sistema de generación como son; hidroeléctrica, eólica, nuclear o biomasa.

### **DELIMITACIÓN**

El punto de partida hacia la comunidad La Masa 1 es desde la sede de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil en el muelle del Bloque D, puesto que desde la Universidad se llevarán los diversos equipos que conforman el proyecto técnico, la ubicación del punto de partida es la siguiente:

Grados decimales (DD): -2.219838495662372, -79.8866849028369 o Grados, minutos y segundos (DMS): 2°13'11.5"S 79°53'12.1"W.

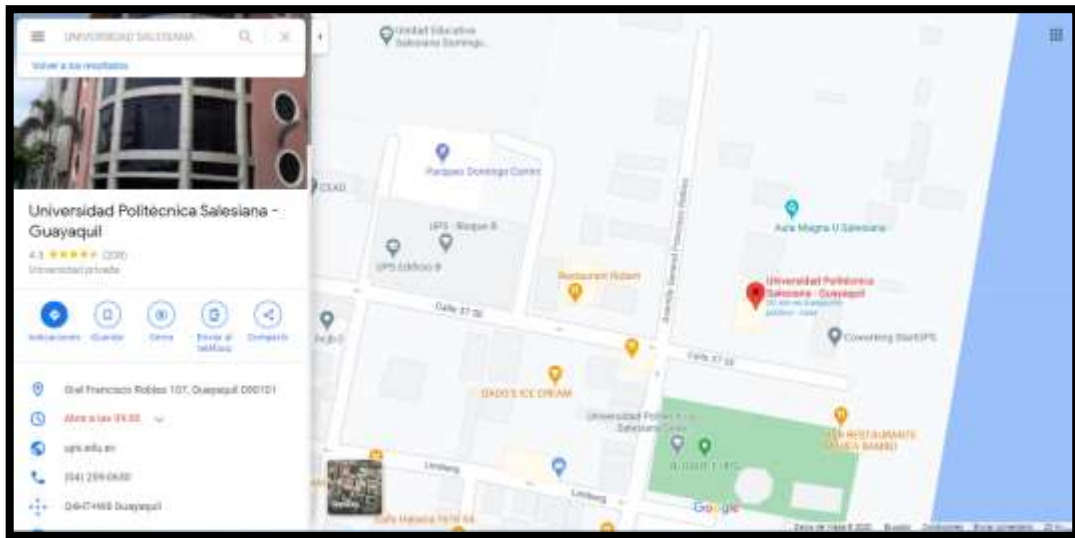


Figura 3: Ubicación geográfica de la sede de la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil. Fuente: [8]

Para llegar a la comunidad La Masa 1 del Golfo de Guayaquil se viaja por medio de una lancha desde la UPS, sede Guayaquil en el muelle del Bloque D, el tiempo estimado de viaje es de 50 a 60 minutos, y el valor a pagar es de \$5,00 por persona, la ubicación del punto de llegada es la siguiente: Grados decimales (DD): -2.3673791015859855, -79.85691461078767 o Grados, minutos y segundos (DMS): 2°22'02.6"S 79°51'24.9"W, el proyecto técnico se implementará en una vivienda en específica, la cual contará con todos los equipos necesarios que componen el sistema solar fotovoltaico, y sus instalaciones eléctricas domiciliarias, se le otorgará una pequeña capacitación a los habitantes de la familia asignada para que logren manipular los equipos



con un lato cuidado y sin llegar a opacar o dañar los equipos y materiales.

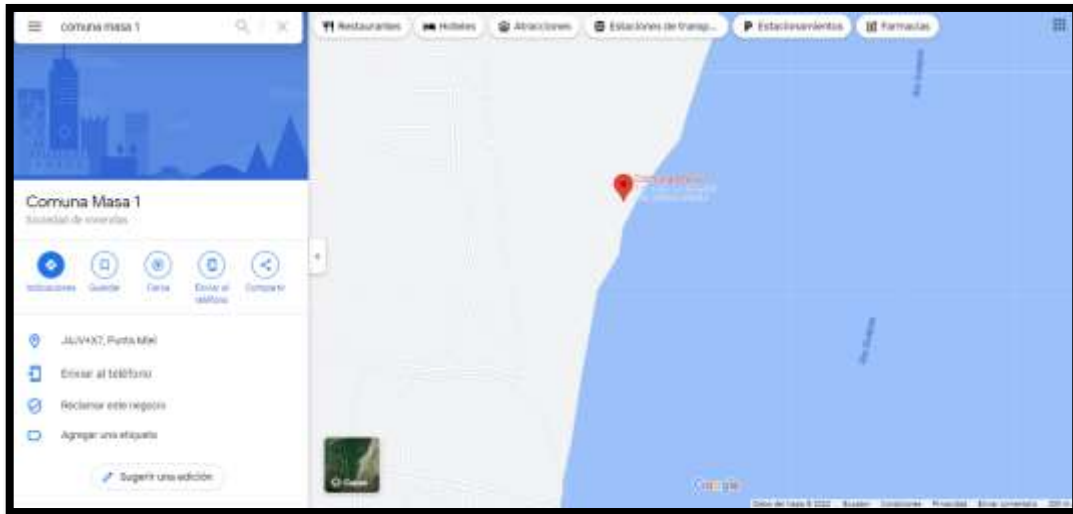


Figura 4: Ubicación geográfica de la comunidad masa 1 del Golfo de Guayaquil. Fuente: [9]

## OBJETIVOS:

### OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de panel solar fotovoltaico con capacidad de 400 vatios para brindar el suministro eléctrico a una familia de la comunidad La Masa 1 del Golfo de Guayaquil evitando el uso de generadores a diésel ayudando al medio ambiente.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar y realizar el levantamiento de información para el estudio de la demanda requerida sobre sistemas solares fotovoltaicos; aislados o autónomos aplicados a sectores de bajo recurso como son las comunidades.
2. Implementar un sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica.
3. Verificar el correcto funcionamiento y suministro de energía eléctrica a través del sistema solar fotovoltaico con la implementación de un software de alto nivel.

## **REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

El sol, es una maravillosa fuente de energía que permite la vida en la tierra. Sin embargo, los efectos nocivos de la radiación solar en el cuerpo humano tienen importantes también implicaciones para la salud. Solo una parte de la radiación electromagnética de amplio espectro expuesta por el astro rey (sol) llega a la superficie de la tierra. De estos, aproximadamente el 5% corresponden a rayos UVA. La longitud de onda de los rayos UVA es 320-400 nm (Nanómetros) [10].

### **ENERGÍAS RENOVABLES Y NO RENOVABLES**

Las energías renovables provienen de recursos naturales e infinitos como el viento, el sol o el agua, que pueden regenerarse de forma natural o artificial, cuya regeneración es superior a la tasa de uso. Por otra parte, las fuentes de energía no renovables son fuentes limitadas que una vez que se consumen, se acaba el suministro. Estas fuentes no renovables son procedentes de combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural o el carbón [11].

### **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La energía fotovoltaica, se refiere a la energía de la radiación electromagnética del sol que actúa sobre la tierra, incluidos los componentes visibles e invisibles, como los rayos ultravioletas o radiación solar. Sin embargo, la generación de electricidad es la aplicación más común y conveniente en la que se utiliza esta energía, siendo utilizada en forma de rayos por células solares, helióstatos o paneles, la luz y convertida en electricidad o aumento de calor [12].

### **HORAS SOL PICO**

El tiempo solar máximo es una medida sobre la irradiación solar definida como energía por la unidad del área. Esto significa que son el número de horas de irradiación correspondientes a 1000W/m<sup>2</sup> de irradiación continua en un lugar determinado. Las horas pico solares son un número hipotético de horas, pero proporcionan una forma rápida de determinar cuánta energía está recibiendo un lugar en un momento dado. Nuestra ciudad se encuentra en una posición única para producir y consumir energía solar, recibiendo 4.2 HSP (Maximum Sunshine Hours) por día. La radiación solar se mide en W/m<sup>2</sup> (vatios por metro cuadrado) Cuando hablamos de radiación solar en general, tenemos que hablar

de irradiancia o cantidad de radiación. H.S.P, la producción de energía se obtiene multiplicando la potencia del panel por la H.S.P y por un factor de pérdidas.

**Tabla 1.** Horas pico de radiación en guayaquil estimadas para el 2023.

Año	Mes	H(i)_m	Días	HSP
2023	Enero	147.92	31	4.77
2023	Febrero	134.44	28	4.80
2023	Marzo	148.21	31	4.78
2023	Abril	126.12	30	4.20
2023	Mayo	107.01	31	3.45
2023	Junio	89.26	30	2.98
2023	Julio	94.29	31	3.05
2023	Agosto	110.07	31	3.55
2023	Septiembre	130.64	30	4.35
2023	Octubre	149.7	31	4.57
2023	Noviembre	166.7	30	5.55
2023	Diciembre	186.7	31	6.0

Fuente: Los autores.

## COMPONENTES DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

### CUBIERTA TRANSPARENTE

Asegura un efecto invernadero, reduce la desorientación por convección, junto con la carcasa y las juntas, asegura la estanqueidad y estanqueidad del colector. El efecto invernadero se recoge cuando la radiación que pasa a través de la placa de cubierta y llega a la placa receptora, esta refleja algunas longitudes de onda opacas en la placa de cubierta transparente, manteniendo la radiación en el interior [14].

### PLACA CAPTADORA

Esta placa es la que estará expuesta al sol y estará protegida de la luz solar por: Pintura de color negro, la misma absorbe la irradiación solar. Su función es la de absorber la radiación solar de manera tal que sea lo más eficiente posible y así convertirla a energía térmica utilizable mediante el transporte de fluidos de transferencia de calor sobre superficies selectivas [15].

### **AISLAMIENTO**

La placa colectora o placa de aislamiento, es una lámina de vidrio templado con propiedades especiales como la capacidad de evitar la reflexión de luz solar, el traspaso de la luz con eficiencia de hasta el 90% y alta resistencia mecánica. Está protegida por la parte posterior y los lados por un aislamiento para así evitar las fugas de calor hacia el exterior [14].

### **CARCASA METÁLICA**

Se encarga de soportar y proteger los complementos que forman el módulo solar o también llamado panel solar y actúa como conexión con el edificio a través de los soportes. Uno de los materiales más utilizados para fabricar carcasas es el aluminio [16].

### **CAJA DE CONEXIONES**

Esta caja está ubicada en la parte trasera del panel solar, es encargada de llevar colocados los bornes de conexión. La misma está compuesta por diodos de derivación, permiten así que la corriente fluya en una sola dirección para con esto evitar que fluya en la dirección opuesta [17].

### **COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO**

Podemos regular la potencia eléctrica del campo solar y cambiarla para que sea la misma que circula por las líneas de baja tensión que alimentan nuestros hogares, industrias y servicios. Crear electricidad a partir del sol requiere más de un dispositivo. Se requiere un sistema completo, que consta de un generador solar, es decir. paneles solares, controladores, inversores, baterías, escudos, etc. Estos en mención son la columna vertebral de un sistema solar fotovoltaico, además de estos dispositivos que componen el sistema solar, no podemos olvidar todos los dispositivos que se incluyen en las instalaciones estándar de baja tensión, como los correspondientes fusibles, interruptores, puestas a tierra, etc.

### **GENERADOR ELECTRICO SOLAR**

Un generador eléctrico solar es aquel que recibe y almacena luz del sol y la transforman en energía o calor, y según estos dos términos, podemos clasificarlos como calentadores o paneles solares. Existe mucha confusión

acerca de la diferencia entre los paneles solares y los colectores o calentadores solares. Esta confusión surge porque ambas tecnologías comparten el mismo principio básico: funcionan aprovechando la radiación solar que llega a su superficie [18].

### **BATERIAS – ACUMULADORES**

Las baterías son dispositivos que convierten la energía química a energía eléctrica. En un sistema solar fotovoltaico, las baterías tienen la capacidad de almacenar energía para su uso posterior, estas pueden conectarse en serie o en paralelo entre sí, según las recomendaciones del fabricante o así lo determinen los requisitos de instalación para salidas de 2, 12 o 48 voltios. Entre los parámetros de más importancia al considerar elegir una batería, es la capacidad. [15].

### **INVERSOR**

Recordemos que el sistema solar me abastece de corriente continua (DC) y en ese sistema trabajan muchos de los elementos consumidores de energía, entonces, el inversor es el encargado convertir la corriente continua del dispositivo en corriente alterna similar a la utilizada en la red: 220V y 50Hz de frecuencia, son ampliamente utilizados en sistemas de energía solar porque los paneles solares producen energía en forma de corriente continua [15].

## **MARCO METODOLÓGICO**

Se aplicó un levantamiento de información, relacionado con los estudios de proyectos técnicos aplicando sistemas solares fotovoltaicos, mediante la revisión sistemática de documentos científicos, con el fin de poder crear bases metodológicas y conceptuales para el desarrollo del proyecto técnico. Se realizó una búsqueda de material bibliográfico que contenga trabajos relacionados con sistemas solares fotovoltaicos; autónomos y aislados, esta búsqueda se desarrolló específicamente en repositorios de revistas de alto impacto y de repositorios digitales.

Luego de una lectura comprensiva se seleccionó la información relevante y en base a los resultados conseguidos por otros autores, se implementó el estudio de la demanda que requieren los habitantes de la vivienda designada de la comunidad La Masa 1, para poder registrar los datos necesarios.

A partir del cálculo de la demanda total en un año aproximadamente, se dimensionó todos los equipos necesarios y la capacidad que tendrán cada elemento del kit fotovoltaico cumpliendo con todos los estándares y normas técnicas. Se evaluó el sistema solar fotovoltaico para poder verificar el funcionamiento dando un correcto suministro de energía eléctrica a cada carga que cuente la vivienda de la familia designada, posteriormente se aplicó un software de alto impacto con la finalidad de poder demostrar el correcto funcionamiento de todo el proyecto técnico.

## **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMUNIDAD “LA MASA 1”**

Para iniciar con el proyecto se censó a las familias que residen en la comuna, donde se logró obtener la información necesaria de su consumo eléctrico actual y el previsto a utilizar, para así poder concluir que con la instalación de un sistema solar con una potencia de 400Wp se logrará suministrar energía que abastezca a la vivienda.

En la actualidad estas familias cuentan con un generador eléctrico, el mismo que no abastece las horas necesarias, ni a todas las familias residentes, este generador lo comparten entre 3 familias. Para que este funcione necesita de diésel, el cual tiene un costo estimado de \$5.00 el galón, diarios consumen 3

galones y tienen abastecimiento de energía por cinco horas (de 18:30 pm a 23:30 pm).

Lo que evidencia la falta de desarrollo social y tecnológico en esta comunidad, la cual se saciará con este proyecto técnico de titulación, tal como lo indica su nombre beneficia a una vivienda en particular, la cual obtendrá el suministro de energía de manera sustentable que será obtenida del proyecto fotovoltaico con el fin de usarla en horas específicas. Para así promover el desarrollo tecnológico y social.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Sede: GUAYAQUIL Campus: CENTENARIO Fecha: 29/05/2022

Carrera: ELECTRICIDAD Asunto: Proyecto de grado "ENERGIA SOLAR"

Nombre ESTUDIANTE: Jence Quinónez - Diego Cordeiro CI: 09 86745478  
 Representante de hogar: Destinatario: ING Gary Omar Ampuño Muñoz CI: 120 346 4035

Saludos cordiales estimado(a), por el presente documento realizamos la gestión y afirmación en cada uno de los avances que se realizarán en el proyecto de masa 1 para un mejor proveer en la comunidad.

YO Mauricio Peralta Torres acepto para que procedan a realizar investigaciones en mi residencia número 1 con fines investigativos sobre el proyecto de energía solar.

Quedaría agradecido con su ayuda y su plena confianza al momento de realizar mejoras en sus viviendas-

Mauricio Peralta  
 REPRESENTANTE DE VIVIENDA

Jence Quinónez  
 ESTUDIANTE ENCARGADO

Figura 5: Hoja de la casa censada, firmada por el representante. Fuente: Los autores.

## **DEMANDAS ACTUALES**

Los habitantes de la comuna, a pesar de no contar con el suministro de energía ellos cuentan con aparatos eléctricos, los cuales necesitan de una alimentación, para ellos es de mucha ilusión contar con una fuente de electricidad para así alimentar los aparatos eléctricos tales como: celulares, focos. Después de este censo se palpó la necesidad de estos habitantes, poder contar una verdadera solución a sus problemas de electricidad.

Contar con este servicio se volvió una necesidad para ellos, la familia es muy grande y necesitan solventar estas necesidades. El no poseer del suministro eléctrico en la vivienda provoca un déficit de calidad de vida para estas familias, pero aun así es tanta la ilusión del tener electricidad que ellos cuentan con aparatos eléctricos a pesar de no poder darles uso, aparatos tales como focos, ventilador y una pequeña televisión.

Esta familia tan grande se vio en la necesidad de hablar con vecinos aledaños para el préstamo del servicio eléctrico, más que sea por minutos, minutos que no van a abastecer su necesidad, pero si harán que su necesidad por minutos se logre saciar, esta poca energía la usan para cargar aparatos eléctricos como dos celulares y poder tener luz unos minutos al anochecer.

El ruido y el gasto que provoca un generador hace que ellos no puedan saciar la necesidad por el resto de la noche, el punto de contar con electricidad hace ilusión a un futuro mejor tanto de los niños como de los padres.

## **DEMANDAS FUTURAS**

En el censo se realizaron preguntas importantes, entre las cuales estaban las cargas a futuro que ellos utilizarán después de la instalación de panel solar fotovoltaico, a pesar de carecer del suministro de energía, sus expectativas de consumo no son tan grandes, con esto se concluyó que implementarán además de las cargas ya mencionadas, una mini nevera para los alimentos y una iluminaria más. Por ello, se dimensionaron los componentes y se decidió implementar un sistema solar de 400Wp para una óptima distribución.



## INFORMACIÓN DE LA FAMILIA BENEFICIADA

Esta sección destalla la información personal de la familia beneficiada con este proyecto. Para esto se tomó en cuenta los siguientes datos.

- Datos personales
- Demandas actuales (Aparatos eléctricos – electrónicos)

**Tabla 2** Datos de la familia beneficiada.

<b>FAMILIA BENEFICIDA COMUNA "La Masa 1"</b>		
<b>FAMILIA PERALTA MORENO</b>		
<b>Número de Residentes</b>	<b>Nombres Adultas</b>	<b>Cédula</b>
<b>1</b>	Angela Maribel Moreno Mora	0929631687
<b>2</b>	Sugey Valentina Risco Santos	0960390854
<b>Nombres Adultos</b>		
<b>Cédula</b>		
<b>3</b>	Mauro Ignacio Peralta Torres	1203464035
<b>4</b>	Pedro Fernando Moreno Mora	0957823966
<b>5</b>	Jimmy Sergio Moreno Mora	0954693586
<b>Nombres Niñas</b>		
<b>Cédula</b>		
<b>6</b>	Jennifer Arelys Peralta Moreno	0953261757
<b>7</b>	Digna Isabel Peralta Moreno	0960143709
<b>8</b>	Silvia Peralta Moreno	No Posee
<b>9</b>	Marina Moreno Risco	No Posee
<b>10</b>	Natalia Moreno	No Posee
<b>Nombres Niños</b>		
<b>Cédula</b>		
<b>12</b>	Luis Ignacio Peralta Moreno	0961506854
<b>13</b>	Maximo David Peralta Moreno	0958967622

Fuente: Los autores

Para la tabla de las demandas actuales se tomó en cuenta en cada uno de los aparatos, su potencia en (Wh).

**Tabla 3.** Datos de las demandas actuales.

<b>Artefacto</b>	<b>Numero de artefactos</b>	<b>Requerimiento de potencia</b>
Iluminaria	2	10W
Celulares	4	0.2W

Fuente: Los autores

Dado los datos del censo se llegó a la estimación de que un celular para llegar a su carga optima requiere 0.2W. Esta demanda la necesitamos por un

aproximado de dos horas a dos horas y treinta minutos, entonces el consumo por cada celular va a ser de 0.4Wh, esta potencia requerida es solamente de un celular.

En luminarias, tienen una demanda considerada entre 4 y 9W cada iluminaria, las luces duran encendidas entre dos y tres horas, con esto se obtuvo un consumo de 8 a 27Wh por cada iluminaria en este caso solo poseen dos iluminarias.

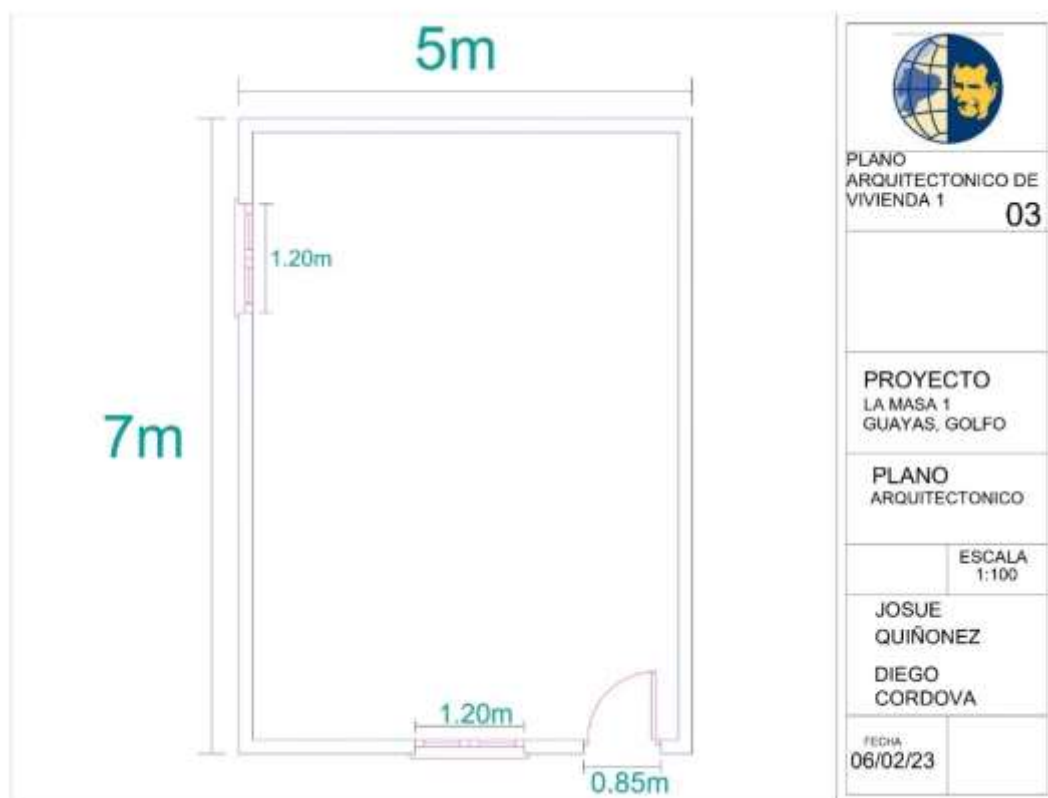


Figura 6: Plano arquitectónico en AutoCAD de la vivienda beneficiada.

Fuente: Los autores.

La Figura 6, muestra el plano arquitectónico de la vivienda, detallando todas las dimensiones de la vivienda, en donde se observa que la vivienda en mención posee una largo de siete metros por cinco metros de ancho, no tiene divisiones en su interior.

## DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA BASE PARA EL PANEL SOLAR

Para el calcular la ubicación del pilar se tuvo que realizar una serie de mediciones, entre las cuales está: el cálculo total del m<sup>2</sup> del área a trabajar, la ubicación de la casa para así determinar una óptima ubicación de la base para los paneles solar.

En los cálculos de columnas, dependerá de la carga axial o vertical que alcanzará el tamaño de la columna, calculado como un porcentaje de la excentricidad resultante del momento que llega a la columna. La fórmula empleada para el dimensionamiento será la siguiente:

### ***Ecuación 1. Dimensionamiento del pilar.***

$$A = \alpha \cdot \frac{P}{fck}$$

A es el área de la columna de hormigón.

P es la carga o peso que recibirá la columna o pilar.

*fck* es la resistencia característica que tiene el hormigón.

$\alpha$  el coeficiente la situación del pilar.

***Tabla 4. Coeficiente la situación del pilar.***

<b><i>Situación del pilar</i></b>	<b><math>\alpha</math></b>
Pilar interior en las primeras plantas.	3.3
Pilar interior en las últimas plantas.	4.0
Pilar extremo.	4.6
Pilar en esquina.	6.0

Fuente: [19]

Después de estos estudios y estos cálculos, en base a esto se pre dimensionó la estructura de la base, la resolución de la formula fue la de dimensionar la base y el pilar con valores de acuerdo con una zona sísmica, entonces para

que tenga equilibrio se determinó que la base será cuadrada la profundidad de 1m y el área de la base cuadrada es de 1m.

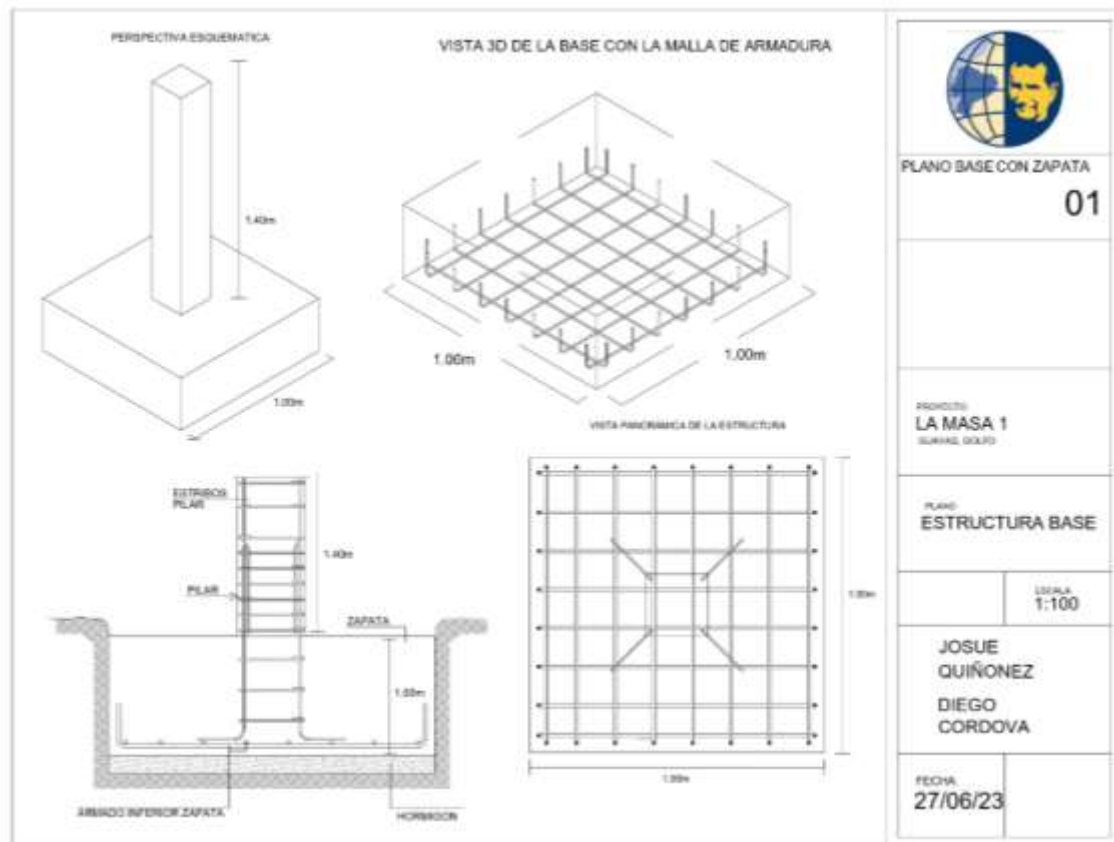


Figura 7: Plano en AutoCAD de la estructura de la base. Fuente: Los autores.

- En la construcción de la base se adquiriere 1 saco de cemento, 5 sacos de ripio, 9 piedras bases y 1 armazón de acero (esqueleto de construcción).
- Se cavó un agujero cuadrado con las dimensiones de un metro de ancho, un metro de largo y un metro de profundidad para que la columna de cimentación adquiriera más estabilidad y rigidez.
- Luego de cavar el agujero se precede a depositar piedras base en el fondo, y así tener firmeza, encima de las piedras se coloca el armazón de acero y para mantenerlo firme, encima se coloca más piedra base.
- Sé rellena con concreto el hueco con el armazón hasta la unión del fondo con el piso.
- Del piso hacia arriba se hizo un cajón de madera de una altura de 1.40m, el cual también se lo rellena con concreto.

- Se aploma el pilar para comprobar que este, esté vertical.



Figura 8: Montaje de la estructura para el pilar. Fuente: Los autores

### **DISEÑO Y CONTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR**

El diseño de la estructura para el soporte de los equipos se priorizaron detalles simples como:

- Presupuesto.
- Dimensiones.
- Creatividad
- Funcionamiento

Después de cumplir con estos cuatro parámetros, se llegaron a conclusiones útiles como es el hecho de diseñarlos en forma de silla como a continuación se muestra.

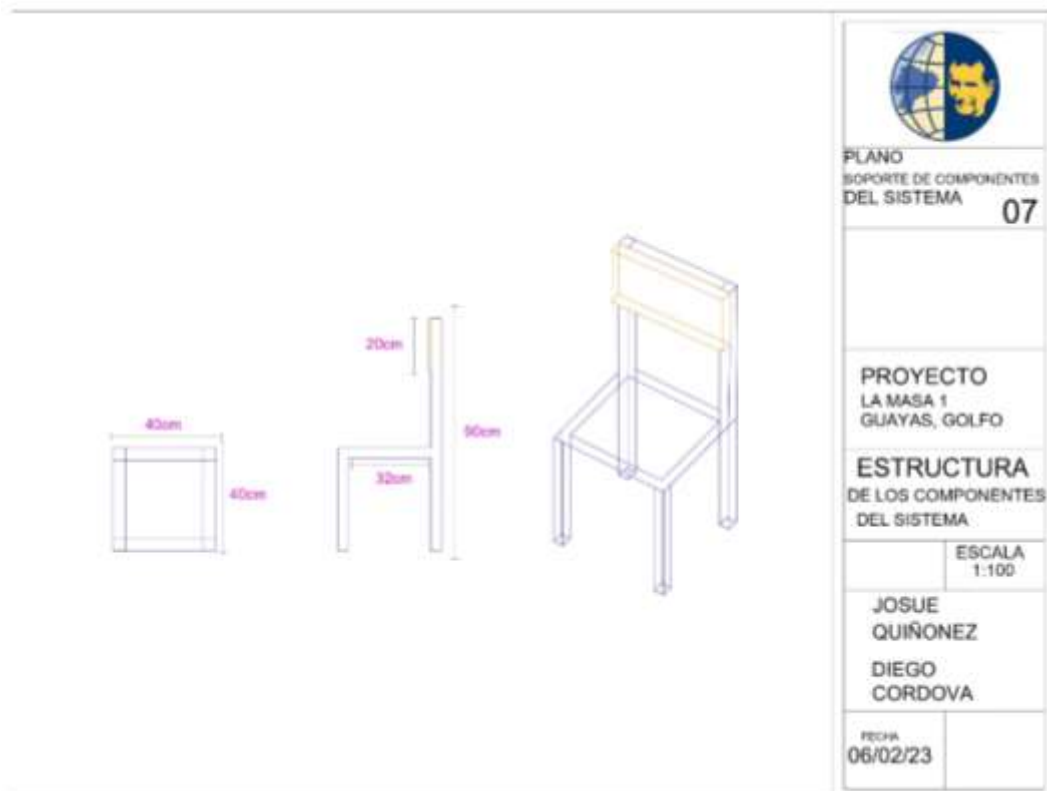


Figura 9: Estructura de los componentes del sistema fotovoltaico en AutoCAD. Fuente: Los autores

La Figura 9, muestra la estructura para el soporte de los componentes, componentes como baterías, inversor y el controlador de las baterías.



Figura 10: Estructura para los componentes del sistema. Fuente: Los autores

### **DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO**

El dimensionamiento del panel solar, se realizaron algunos estudios necesarios de los cuales se obtuvieron los datos que ayudaron a optimizar el uso del panel y una mejor generación de energía eléctrica, alcanzando un balance perfecto entre los mismos priorizando el aspecto técnico y económico.

Se deben tener en cuenta las características eléctricas y el tiempo de uso del equipo que se está operando para asegurar un correcto funcionamiento y dimensionamiento. Es decir, se debe conocer o estimar el amperaje, voltaje y horas de funcionamiento diario de los equipos instalados, teniendo en cuenta la posible ampliación de los equipos en el futuro. La recopilación de información sobre la demanda de electricidad es uno de los pasos más importantes, incluido el cálculo de las facturas de electricidad generadas por todos los electrodomésticos o equipos eléctricos en el hogar.

La Figura 11, muestra el diseño unifilar con la composición del sistema solar, con todos sus componentes como: Panel solar, inversor, baterías y controlador de carga.

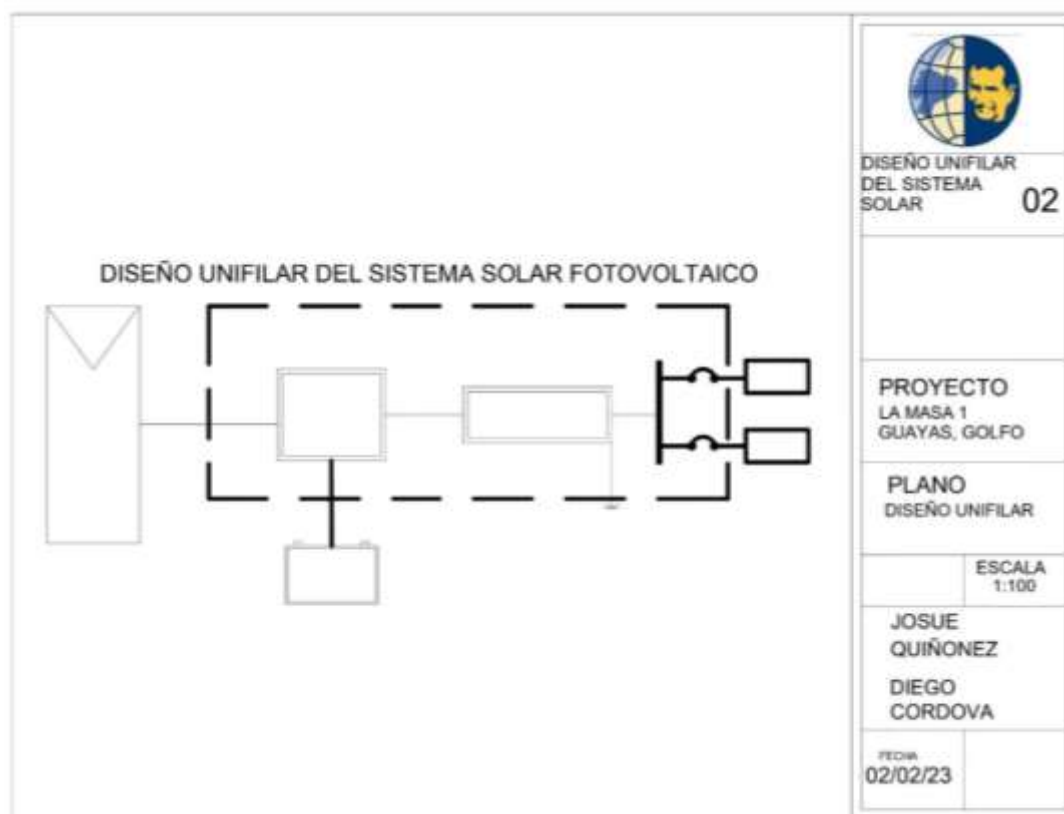


Figura 11: Diseño unifilar del sistema solar. Fuente: Los autores.

### CONSUMO DE ENERGÍA Y DEMANDA PROMEDIO A UTILIZAR

En este apartado se realizó la estimación de las demandas futuras a utilizar después de la instalación del sistema solar. Estas demandas se las obtuvo después la instalación de la parte eléctrica de la casa, en donde se instalaron luminarias y tomacorrientes, además del sistema fotovoltaico.

Para calcular el consumo diario de la vivienda es sólo cuestión de multiplicar y sumar, pero antes se debe de tener una lista con todos los equipos eléctricos que posee la casa.



**Tabla 5.** Consumo diario de la energía eléctrica.

Equipos	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Uso Horas/Día	Energía Wh/d
Iluminarias	2	9	5	90
Televisor pequeño a color	1	40	3	120
Ventilador	1	60	4	240
Mini Nevera	1	80	7	560
<b>Total</b>				<b>1014</b>

Fuente: Los autores.

Con ayuda de la **Tabla 5**. Podemos calcular las cargas de corriente continua, para ello se tiene que:

$$1014\text{Wh por día} = 1.01\text{kWh}$$

Esto corresponde al consumo de energía promedio (dividido por 24 horas):

**Ecuación 2. Energía promedio.**

$$1014\text{Wh}/24 = 42.25\text{W}$$

**ESTUDIOS DE CARGAS INSTALADAS**

En esta descripción se detalla las cargas instaladas en la vivienda:

- **Estudio de las cargas**

**Potencia instalada de cada carga**

**Tabla 6.** Potencia total de las cargas

Cargas	Numero de cargas	Potencia	Total, de potencias
Carga 1	2	9W	18W
Carga 2	1	40W	40W
Carga 3	1	60W	60W
Carga 4	1	80W	80W

Fuente: Los autores.

## Consumo diario de cada carga

*Tabla 7: Consumo diario de cada carga.*

<b>Cargas</b>	<b>Numero de cargas</b>	<b>Horas de consumo</b>	<b>Potencia</b>	<b>Total, de potencias</b>	<b>Potencia diaria</b>
Carga 1	2	5 horas	9W	18W	90Wh/d
Carga 2	1	3 horas	40W	40W	120Wh/d
Carga 3	1	4 horas	60W	60W	240Wh/d
Carga 4	1	7 horas	80W	80W	560Wh/d

Fuente: Los autores

- **Potencia total instalada en la vivienda**

*Tabla 8. Potencia total instalada en la vivienda*

<b>Cargas</b>	<b>Numero de cargas</b>	<b>Potencia</b>	<b>Total, de potencias</b>
Carga 1	2	9W	18W
Carga 2	1	40W	40W
Carga 3	1	60W	60W
Carga 4	1	80W	80W
Potencia de la vivienda		189W	

Fuente: Los autores

- **Consumo diario de energía**

*Tabla 9. Consumo diario de energía.*

<b>Cargas</b>	<b>Numero de cargas</b>	<b>Horas de consumo</b>	<b>Potencia</b>	<b>Total, de potencias</b>	<b>Potencia diaria</b>
Carga 1	2	5 horas	9W	18W	90Wh/d
Carga 2	1	3 horas	40W	40W	120Wh/d
Carga 3	1	4 horas	60W	60W	240Wh/d
Carga 4	1	7 horas	80W	80W	560Wh/d
Consumo diario total de la vivienda			1014Wh/d		

Fuente: Los autores

La vivienda tiene un consumo eléctrico total de 1014Wh/d/d por día, a este valor se le debe sumar del 10% al 25% para compensar pérdidas del sistema o equipos eléctricos no contabilizados, quedando la siguiente expresión:

$$1014 \text{ kWh/d} \times 1.25 \text{ (extra 25\%)} = 1267.5 \text{ kWh/d}$$

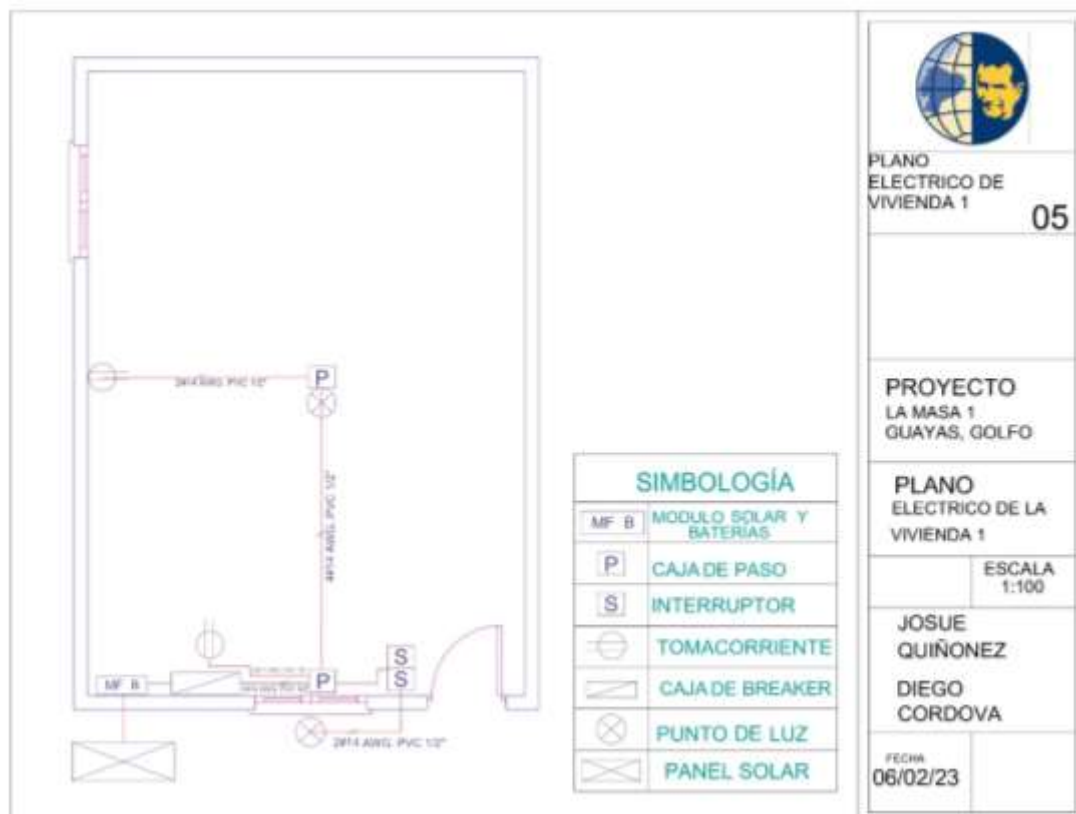


Figura 12: Plano eléctrico de la vivienda en AutoCAD. Fuente: Los autores.

En la Figura 12, se dibuja en plano eléctrico, en el cual se puede notar la distribución de iluminarias y tomacorrientes. Se instalaron 2 luminarias y 2 tomacorrientes en la vivienda, esto debido a la distribución arquitectónica de la vivienda.

Para visualizar los planos de tomacorrientes e iluminarias se encontrarán en los anexos.

### CÁLCULO DEL FACTOR DE RENDIMIENTO (PERFORMANCE RATIO)

El factor de rendimiento (PR) es una constante de la calidad en un sistema de celdas solares, expresada como un porcentaje, y describe la relación entre la producción de energía real y teórica del sistema de celdas solares,

independientemente de la ubicación y la orientación, y se describe a menudo. como figura de mérito, PR se expresa como un porcentaje, y con cálculos simples podemos entender rápidamente la eficiencia de una celda o panel.

Cuanto más cerca esté el factor PR del 100% para el sistema solar, más eficiente será el sistema. En la vida real, no se puede alcanzar un valor del 100%, porque el funcionamiento de una planta fotovoltaica siempre tiene pérdidas inevitables (por ejemplo, pérdidas de calor debido al calentamiento de los módulos fotovoltaicos). No obstante, sistemas de energía solar de alta eficiencia pueden alcanzar eficiencias de hasta el 80% [20].

Para el caso, el sistema solar aún se encuentra en la etapa de diseño, por lo que no tenemos acceso a algunos datos necesarios para calcular el factor de rendimiento, como las pérdidas por polvo o suciedad, ya que esta información solo está disponible cuando el sistema está despejado y funcional, por lo que el cálculo será basado en las normativas.

### ***Ecuación 3. Factor de rendimiento.***

$$PR = N(inv) * N(temp) * N(cables) * N(suciedad) * N(mismatch)$$

Donde:

$N(inv)$  = Eficiencia del inversor

$N(temp)$  = Eficiencia de la temperatura de los módulos fotovoltaicos

$N(cables)$  = Eficiencia de los cables

$N(suciedad)$  = Eficiencia de los parámetros de suciedad del módulo

$N(mismatch)$  = Eficiencia del mismatch

Mismatch, este es un desajuste común entre la energía producida por los paneles solares en un sistema solar.

Los porcentajes de eficiencia aplicables se encuentran en la hoja de datos de cada componente. Se utilizará el inversor con una eficiencia del 95.1%, el módulo fotovoltaico con una eficiencia de temperatura del 97,1% y el cable con una eficiencia del 98,50%, ya que se utilizará el valor máximo de pérdidas del 1,5%. Para circuitos D/C y A/C, donde las regulaciones lo permitan, las

pérdidas por contaminación por polvo durante las precipitaciones oscilan entre el 0% y el 8%, aunque la pérdida media anual es inferior al 4%, lo que supone una eficiencia del 96%.

$$PR = 90\% * 92.1\% * 98.50\% * 98.50\% * 96\% * 96\%$$

$$PR = 74.11\%$$

El coeficiente de rendimiento es de 74.11%. Por lo general, la relación de rendimiento promedio oscila entre el 70% y el 80% por año. Valores superiores al 80% indican valores de eficiencia optimistas, mientras que valores inferiores al 70% indican errores de cálculo. Esto activará un nuevo estudio del coeficiente de rendimiento.

### **CALCULO DE LA POTENCIA POR GENERAR DEL SISTEMA**

La potencia de consumo de la energía es la capacidad que necesitan todos los aparatos para ponerse en funcionamiento o energía consumida en los aparatos eléctricos. Para determinar la energía real del sistema solar, cabe señalar que no basta con analizar la carga de la casa, sino también calcular las pérdidas que provocan los componentes.

#### ***Ecuación 4. Potencia por generar del sistema.***

$$Efv = \frac{kWh/d}{RP}$$

En donde:

$Efv$  = Energía del Campo Fotoeléctrico.

$RP$  = Coeficiente de Rendimiento (Performance Ratio).

$$Efv = \frac{kWh/d}{RP}$$

$$Efv = \frac{1\ 267.5\ Wh}{74.11}$$

$$Efv = 17.10\ kWh$$

La obtención de la energía real en el sistema solar, se debe calcular la corriente producida por el campo fotoeléctrico y para ello se deben seguir los siguientes pasos.

***Ecuación 5. Potencia del campo fotovoltaico.***

$$Pfv = \frac{Efv}{4}$$

Donde:

$Pfv$  = Potencia del campo fotovoltaico

$HSP$  = Horas Sol Pico

$$Pfv = \frac{Efv}{4}$$

$$Pfv = \frac{17.102 \text{ Wh}}{4}$$

$$Pfv = 4.275 \text{ kWh}$$

**TIPO DE MODULO SOLAR A UTILIZAR**

En este proyecto se optó por utilizar módulos solares monocristalinos de mayor eficiencia (23%) al contrario de los módulos solares policristalinos (18%). El modelo de panel solar que se utilizará en el módulo de energía solar será de silicio monocristalino JKM400M GS de JinkoSolar. La misma potencia máxima de 400Wp, que nuevamente consta de 144 bandejas de celdas fabricadas en aleación de aluminio anodizado.

### Características eléctricas del módulo solar escogido.

*Tabla 10. Características eléctricas del módulo solar escogido.*

<b>RASGOS ELÉCTRICAS</b>	
<b>JKM400M-72 JINKO MONOCRISTALINO</b>	
<b>Potencia Máxima (Pmax)</b>	400Wp
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	41.7V
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	49.8V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	9.60A
Corriente en Corto Circuito (Isc)	10.36A
Eficiencia del Módulo (%)	19.88%
Tolerancia de poder	0 + 3%
Máxima Serie de Fusibles (A)	20A
Máxima Tensión del Sistema (IEC)	1000VDC (IEC)
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula	45±2

Fuente: Los autores.

### Características mecánicas del módulo solar escogido.

*Tabla 11. Características mecánicas del módulo solar escogido.*

<b>RASGOS MECANICAS</b>	
<b>Dimensiones (± 2.0mm.)</b>	2008x1002x40mm
<b>Peso (± 0.5 kg)</b>	22.5 kg
<b>Cuadro</b>	Aleación de aluminio anodizado
<b>Caja de conexiones</b>	IP67 clasificado
<b>Cables de salida</b>	TÚV 1x4,0 mm <sup>2</sup> , (+) 290mm, (-) 145mm o longitud personalizada

Fuente: Los autores

### Características de temperatura del módulo solar escogido.

*Tabla 12. Características de temperatura del módulo solar escogido.*

<b>CARACTERISTICAS DE TEMPERATURA</b>	
Coef. Temp. de Isc (TK Isc)	0.048% /°C
Coef. Temp. de Voc (TK Voc)	-0.28% /°C
Coef. Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.36% /°C
Reducción eficiencia (200w/m <sup>2</sup> 25°C)	< 5%

Fuente: Los autores.

## DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BATERIAS

Para calcular la capacidad de las baterías, la potencia en vatios/amperios deben multiplicarse por las horas que estimamos van a funcionar las baterías.

Entonces se tiene que:

Consumo de energía por día (kWh/d) = 1014Wh/d

Consumo de energía por día con el porcentaje de perdida = 1267.5 kWh/d

### **Ecuación 6. Capacidad de las baterías.**

$$Capacidad = \frac{E_{mc}}{B_{PD} * V}$$

En lo cual:

$E_{mc}$  = Energía total consumida por los dispositivos conectados durante un día.

$B_{PD}$  = Profundidad de descarga diaria de la batería.

$V$  = Voltaje de la batería.

$$Capacidad = \frac{E_{mc}}{B_{PD} * V}$$

$$Capacidad = \frac{1267.5 Wh}{30\% * 12V}$$

$$Capacidad = 352.08 Ah$$

## CALCULO DEL BANCO ACUMULADORES

Para poder calcular la cantidad de baterías a utilizar se deben tener en cuenta parámetros como: datos de la energía al día consumida y el voltaje de las baterías(12V). La fórmula para utilizar es la siguiente:

### **Ecuación 7: Calculo de la capacidad de los acumuladores.**

$$CAPACIDAD_B = \frac{C_{DIARIO} * D_{AUTONOMIA}}{P_{DESCARGA} * V_{INSTALACION}}$$

En donde:

$CAPACIDAD_B$  = Capacidad del banco de baterías.



$C_{DIARIO}$  = Consumo diario.

$D_{AUTONOMIA}$  = Días de autonomía.

$P_{DESCARGA}$  = Profundidad de descarga.

$V_{INSTALACIÓN}$  = Voltaje de la instalación.

$$CAPACIDAD_B = \frac{1267.5 * 3 \text{ días}}{70\% * 12V}$$

$$CAPACIDAD_B = 449.03 \text{ Ah}$$

Cálculo del número de baterías que se conectaran en serie:

**Ecuación 8:** *Calculo de las baterías en serie*

$$Cantidad = \frac{V_{TB}}{V_B}$$

En donde:

$Cantidad$  = Cantidad de baterías.

$V_{TB}$  = Voltaje total del sistema

$V_B$  = Voltaje de las baterías.

$$Cantidad = \frac{24VDC}{12VDC}$$

$Cantidad = 2 \text{ Baterias en serie.}$

Cálculo del número de baterías conectadas en paralelo.

**Ecuación 9:** Cálculo del número de baterías conectadas en paralelo.

$$Cantidad_p = \frac{CAPACIDAD_B}{CAPACIDAD DE LAS BATERIAS}$$

En donde:

$Cantidad_p$  = Cantidad de las baterías en paralelo.

$CAPACIDAD_B$  = Capacidad del banco de baterías.

$CAPACIDAD DE LAS BATERIAS$  = Capacidad nominal de las baterías.

$$Cantidad_p = \frac{449.03 Ah}{160 Ah}$$

$$Cantidad_p = 2.80 = 3 \text{ baterias en paralelo}$$

## **DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR**

Al dimensionar el inversor debemos tener varios factores a considerar. En primer lugar, se tiene que la potencia máxima del inversor no sea menor a la carga eléctrica generada por todos los equipos que generaran una demanda. También es importante que el voltaje de entrada y de salida coincida con el del módulo solar. Se tiene que los inversores deben tener un 25% más de potencia que la potencia total del dispositivo, esto se debe a que las sobretensiones causadas por aparatos eléctricos con motor pueden causar que el inversor se queme.

**Ecuación 10. Potencia del inversor.**

$$P_{inv} = F_s * \left( \frac{P_{Total W/h}}{FP * Eff_{inv}} \right)$$

En donde:

$P_{inv}$  = Potencia del inversor.

$F_s$  = Factor de seguridad.

$P_{Total W/h}$  = Potencia causada por los aparatos eléctricos en una hora.

$FP$  = Factor de potencia.

$Eff_{inv}$  = Eficiencia del inversor

$$P_{inv} = 1.25 * \left( \frac{189W}{0.8 * 0.90} \right)$$

$$P_{inv} = 328.1W$$

El resultado es un inversor con una potencia de 328.1W, redondeada a 400W para encontrar más elecciones de inversores en el mercado, con esta potencia consumirá el inversor y funcionará correctamente, con una eficiencia óptima.

Se instalará 1 inversor en el sistema, con una potencia máxima de 4kW.

### **DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA SOLAR**

Un regulador de carga solar es la electrónica básica en un sistema solar que se encuentra entre el panel solar y la batería. Su función es regular el estado de carga de la batería para garantizar una carga óptima y prolongar la vida útil de la batería. Una de las principales recomendaciones es que el inversor esté conectado a la salida de la batería, no el controlador de carga.

#### ***Ecuación 12. Tensión del controlador.***

$$I_{max} = I_{scMod} * N^{\circ}Mod * F_s$$

$$I_{max} = 10.36 * 1 * 1.25$$

$$I_{max} = 12.95 A$$

## COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

El coeficiente de simultaneidad es un valor que representa la potencia requerida por la casa si todos los dispositivos están conectados al mismo tiempo. Esto rara vez sucede porque es muy difícil que todos los dispositivos funcionen al mismo tiempo. Entonces, lo que hace es redondear el factor de concurrencia a un factor de concurrencia basado en el uso diario del dispositivo. [21]

Para calcular el factor de simultaneidad se suman las capacidades de todas las unidades incluidas en el estudio y se dividen por la capacidad máxima instalada.

**Tabla 13.** Resultados del coeficiente de simultaneidad.

Equipos	Potencia (W)
Iluminarias	9
Televisor pequeño a color	40
Mini Refrigerador	80
Ventilador	60
<b>Total, Potencia (W)</b>	189
<b>Coeficiente de simultaneidad</b>	0.4725

Fuente: Los autores

## CALCULO DE INCLINACIÓN IDEAL

Para la optimización correcta de un sistema solar fotovoltaico se debe tener en cuenta la orientación y el grado de inclinación de panel solar, no es necesario ajustar su inclinación cada temporada o estación del año. Si la generación de la energía es eficiente en la temporada de invierno y en esta temporada se usa mayormente el sistema, no es necesario cambiar la inclinación.

Para países ubicados en la línea equinoccial con Ecuador, el ángulo óptimo de inclinación debe estar entre 5 y 15 grados, y la dirección de la placa colectora puede ser norte o sur, debido a que el sol tiene menos tiempo este-oeste durante el año [22].

## ORIENTACIÓN DEL PANEL SOLAR

Esta suele ser la mejor orientación ya que los paneles solares recibirán luz directa durante todo el día. Pero entre las casas del sector La Masa 2 que usaban paneles solares, había una diferencia entre el sur magnético y el sur verdadero. La orientación del panel solar debe ser hacia la dirección de los rayos del sol perpendiculares a su superficie. Es decir, si estás en el hemisferio norte, el panel debe mirar hacia el sur y viceversa, si estás en el hemisferio sur, el panel debe mirar hacia el norte. Estos cambios nos permitirán aprovechar la energía emitida por el sol y producir más electricidad cuando sea necesario, evitando el polvo y otro tipo de acumulaciones que impiden la libre captación de la energía solar.



Figura 13: Orientación e inclinación óptima en una instalación solar. Fuente: [23]

## PLANILLAJE DE LA VIVIENDA

Equipos	Cantidad	Potencia Unitaria (W)	Horas de uso	Energía al día (W)	Descripción
Iluminarias	2	9	5	90	Iluminación interior y exterior
Televisor	1	40	3	120	Entretenimiento
Mini nevera	1	80	7	560	Uso Hogar
Ventilador	1	60	4	240	Climatización

Planillaje de circuito derivado de la vivienda	
Estudio de carga a suministrar	
Familia:	Peralta Moreno
Ubicación:	-2.367237, -79.856445
Corriente en carga alterna 120V	

Numero de circuitos	Descripción	Cantidad
Circuito 1	Iluminarias	2
Circuito 2	Tomacorrientes	2

## SIMULACIÓN EN SOFTWARE PVSYS

PVsyst es una herramienta de diseño de sistemas solares fotovoltaicos que proporciona investigación, simulación y análisis de datos de nuestras plantas.

Para iniciar con la simulación debemos de tener claro que tipo de sistema se va a simular:

- Conectado a la red
- Independiente
- Bombeo

En el caso de esta instalación va a ser un sistema independiente, la seleccionaremos como se muestra a continuación

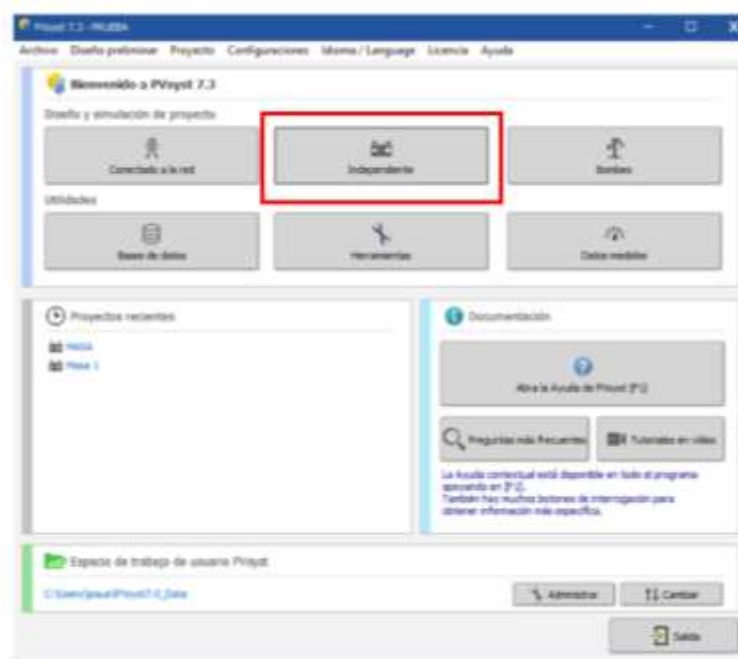


Figura 14: Selección del tipo de sistema a simular. Fuente: Los autores  
Se nombra el proyecto a simular, y lo guardamos como se muestra en la figura 15.



Figura 15: Ventana principal del PVsyst. Fuente: Los autores

Al dar el nombre del proyecto y guardarlo, ubicamos el sitio geográfico en términos de latitud y longitud.

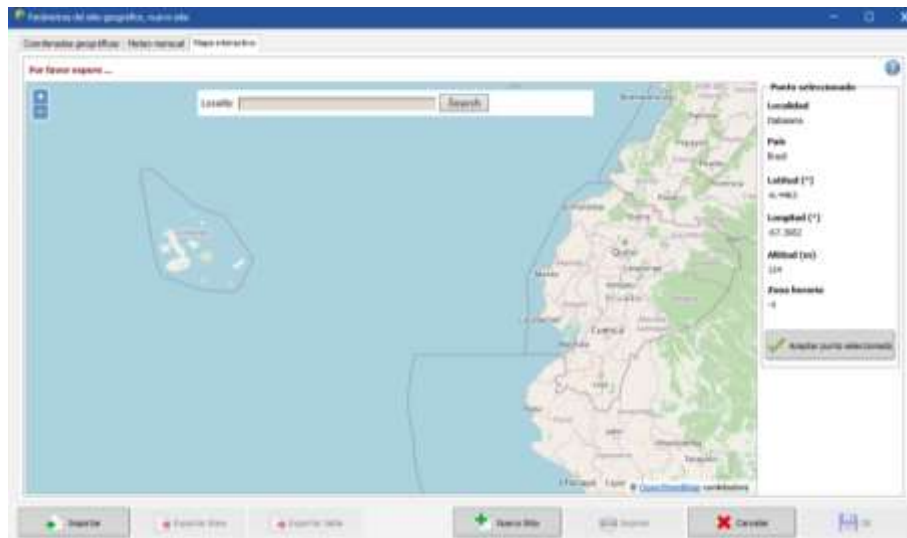


Figura 16: Ventana de la ubicación geográfica del proyecto. Fuente: Los autores

Ya ubicado el sitio geográfico, elegiremos el mejor ángulo de inclinación de nuestros módulos solares, se considerará el peor mes, luego ajustamos el ángulo más conveniente, al punto que las pérdidas sean cercanas al 0.0%, de modo que tenemos un ángulo de orientación debe ser a  $60^\circ$ .

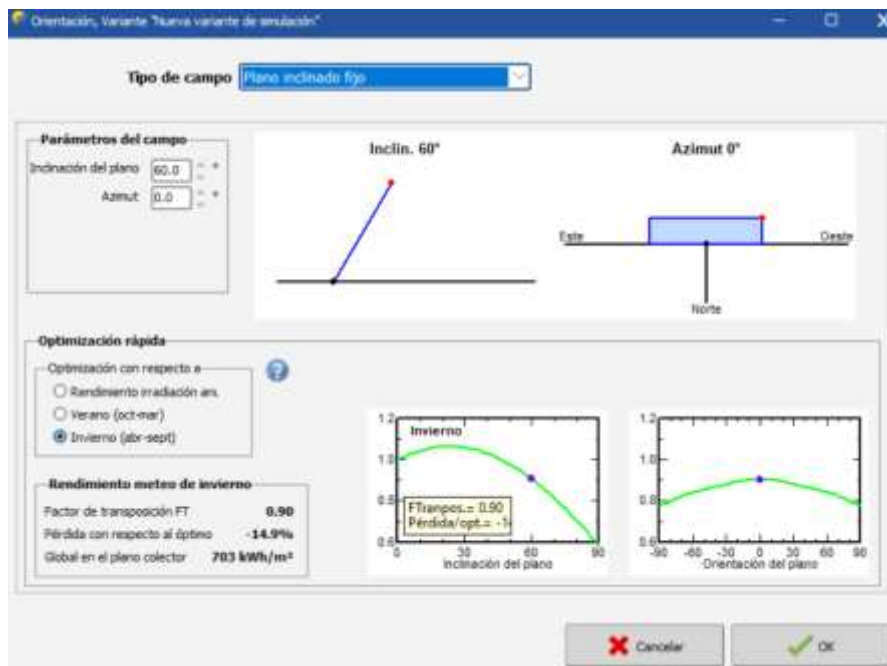


Figura 17: Ventana del ángulo de inclinación del módulo solar. Fuente: Los autores



Luego de esto, ingresamos en la opción necesidades de usuario, todas las cargas a utilizar en formato W (watts) con sus respectivos números de horas de uso en el hogar beneficiado en la comunidad “La Masa 1”, como se modela en la figura 18.

**Definición de consumos domésticos diarios para el año.**

Consumo: Distribución por hora

**Consumos diarios**

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy	
2	Lámparas (LED o Fluó)	5 W/lámpara	5.0 h/día	OK	90 Wh	
1	Tv / PC / móvil	40 W/apar.	3.0 h/día	OK	120 Wh	
1	Electrodomésticos	80 W/apar.	7.0 h/día	OK	560 Wh	
0	Hervero / congelación profunda	0.0 kWh/día	0.0		0 Wh	
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W/yras	0.0 h/día		0 Wh	
1	Otros usos	80 W/apar.	4.0 h/día	OK	240 Wh	
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh	
Consumidores en espera					1 W tot	24 Wh
<b>Energía diaria total</b>					<b>1034 Wh/día</b>	
<b>Energía mensual</b>					<b>31.0 kWh/mes</b>	

Definición de consumo por:  Años  Estaciones  Meses

Fin de semana o uso semanal:  Usar sólo durante  días en una semana

Modelo:

Figura 18: Detallar las cargas a utilizar en la vivienda. Fuente: Los autores

Después de insertar todas las cargas en la opción “necesidades de usuario”, nos dirigimos al apartado de sistema y se abrirá una ventana “nueva variante de simulación”, donde se visualizan las variables, a continuación, elegimos 5% (pérdidas de carga tolerables) en la sección PLOL y 4 días de autonomía para nuestra tensión de sistema que es de 12V.

**Definición de sistema independiente, variante "Nueva variante de simulación", variant "Nueva variante de simulación"**

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado:  %

1.0 kWh/día Autonomía solicitada:  día(s)

Voltaje de la batería (usuario):  V

Capacidad sugerida: 203 Ah

Potencia FV sugerida: 390 Wp (nom.)

Figura 19: Cargar las variables y especificaciones de autonomía. Fuente: Los autores

En la misma ventana de "Sistema", en la sección "Almacenamiento", ingresamos el tipo de batería a utilizar y las características de la batería, en nuestro proyecto utilizaremos "Electrona de plomo-ácido de 12V", como se muestra en la figura 20.

Figura 20: Descripción del tipo de baterías y su voltaje. Fuente: Los autores

En la misma ventana de "Sistema", nos vamos a la opción de "Generador FV" donde elegiremos el tipo de módulo a utilizar, detallando las especificaciones de la ficha técnica (data sheet), en el proyecto utilizaremos el panel 400 Jinko Solar El módulo solar Wp se muestra en la figura 21.

Figura 21: Selección del tipo de modulo solar. Fuente: Los autores

En la misma ventana de "Generador FV", seleccionamos el modo de control y el controlador, en este proyecto utilizaremos un modelo "MPPT 440W SmartSolar MPPT 100/15 24V" como se visualiza en la figura 22.

Figura 22: Datos específicos del controlador. Fuente: Los autores

Luego de ingresar todos los datos y variables anteriores en el software PVsyst, se procede a la opción de ejecutar la simulación proyectada en la figura 23.

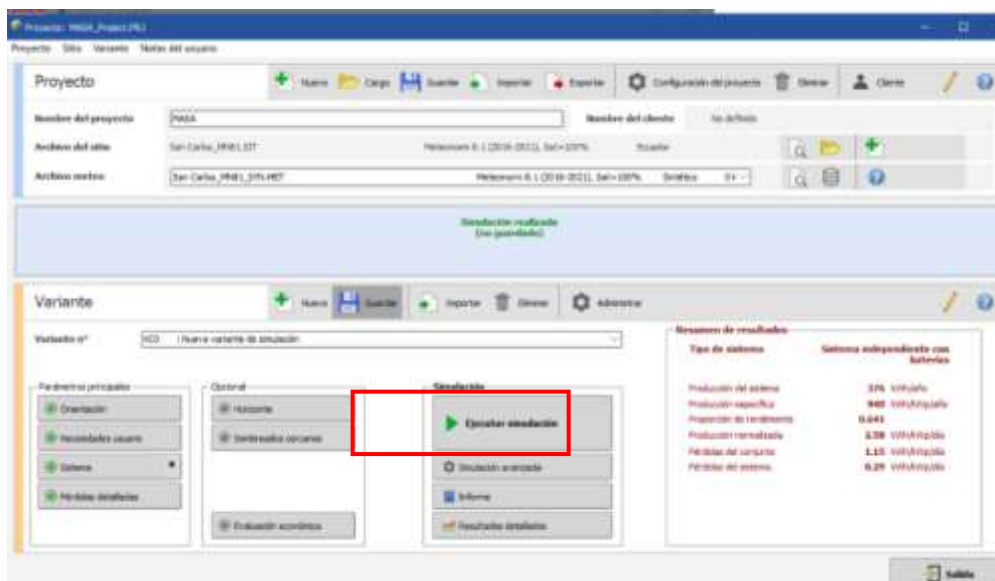


Figura 23: Ejecución de la simulación. Fuente: Los autores

## RESULTADOS

### RESULTADOS OBTENIDOS DEL SOFTWARE PVSYST

El diagrama de barras mostrado por el software detalla lo siguiente:

- Barra color azul: Energía que no es suministrada a las cargas.
- Barra color morado: Perdidas del generador fotovoltaico.
- Barra color verde: Perdidas en las baterías y en el sistema.
- Barra color rojo: Energía entregada al sistema.

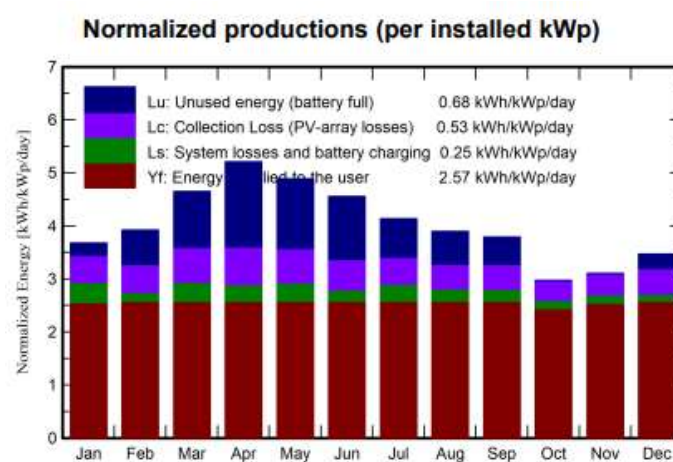


Figura 24: Diagrama del sistema simulado. Fuente: Los autores

La siguiente figura muestra la relación de rendimiento PR (Relación de rendimiento) y la fracción solar SF (Fracción solar). Detallando aún más la imagen, las barras rojas muestran la relación entre la energía disponible y el consumo del sistema fotovoltaico, mientras que las barras verdes son la energía obtenida por efectos de radiación.



Figura 25: Diagrama de comparación de rendimiento del sistema. Fuente: Los autores

### RESUMEN DEL SISTEMA

En este apartado se muestra las características del sistema solar fotovoltaico, simulado en el software PVsyst. Simula un sistema independiente que consta de un módulo de celdas solares con una capacidad nominal total de 400W y un módulo de batería de 12 V con una capacidad promedio de 1.0 kWh/día y una capacidad de 160 Ah.

System summary			
<b>Standalone system</b>		<b>Standalone system with batteries</b>	
<b>PV Field Orientation</b>		<b>User's needs</b>	
Fixed plane		Daily household consumers	
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	Constant over the year	
		Average	1.0 kWh/Day
<b>System information</b>		<b>Battery pack</b>	
<b>PV Array</b>		Technology	Lead-acid, sealed, Gel
Nb. of modules	1 unit	Nb. of units	2 units
Prnom total	400 Wp	Voltage	24 V
		Capacity	160 Ah

Figura 26: Características del sistema solar simulado. Fuente: Los autores

### DEMANDA INSTALADA Y SIMULADA

En el informe de software detalla las cargas instaladas, en la vivienda beneficiada se instalaron 2 focos ahorradores con una potencia de 9W, se instalaron 2 tomacorrientes con el fin de generar cargas a futuro, cargas que se detalla en la imagen a continuación.

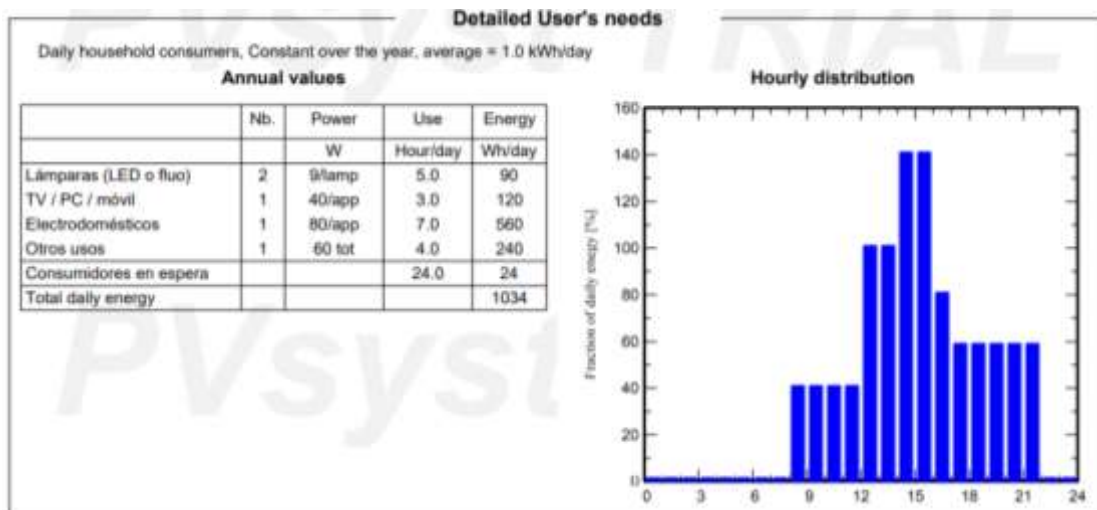


Figura 27: Cargas simuladas en el software y diagrama de uso. Fuente: Los autores.

## PERDIDAS DEL SISTEMA

La figura muestra el diagrama de pérdidas en detalle, entre las principales pérdidas tenemos la radiación efectiva al colector, la gráfica principal de la energía nominal, la energía efectiva a la salida de la matriz almacenada en la batería usando orientación e inclinación. En los módulos solares, los desequilibrios suelen estar causados por las pérdidas del generador, la resistencia de los cables y su temperatura.

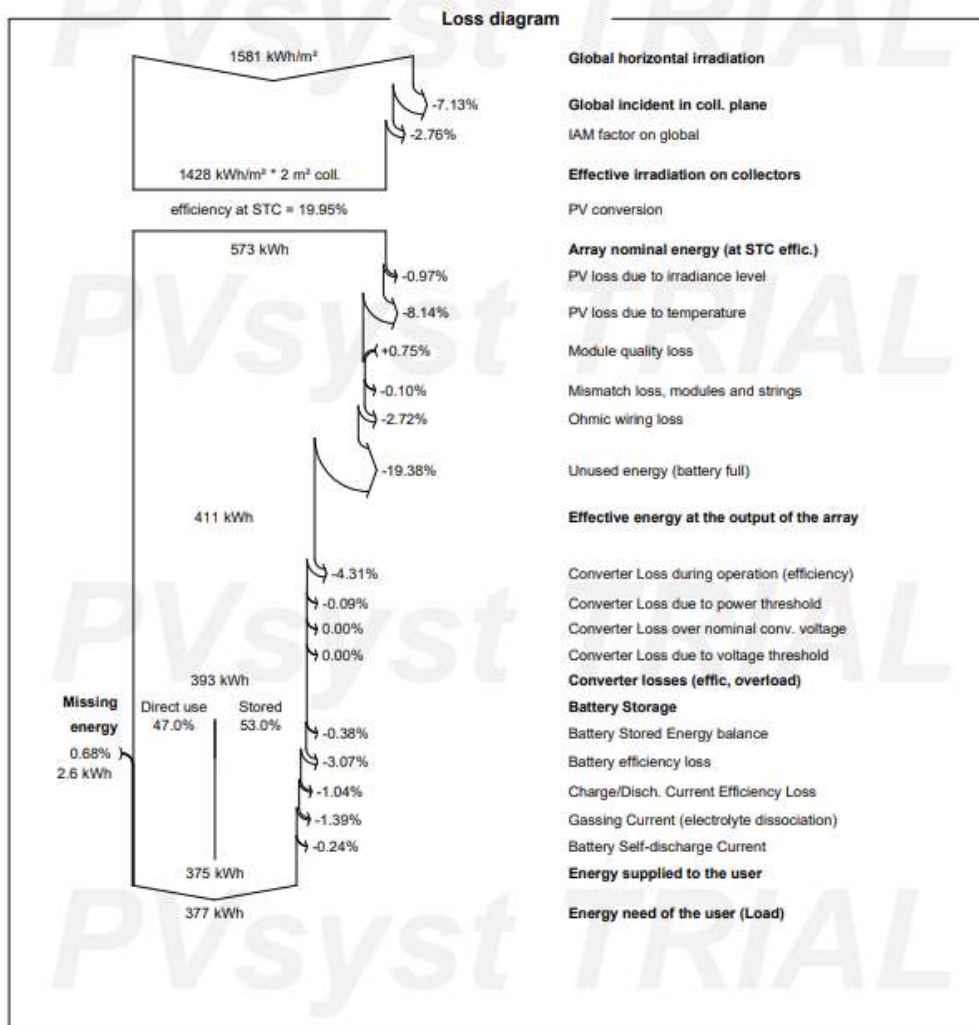


Figura 28: Diagrama de perdidas. Fuente: Los autores.

## PRESUPUESTO

### ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

El propósito del análisis de costos del proyecto es evaluar si el proyecto es económicamente factible. El análisis consta de tres partes: Costo del sistema solar, que incluye los precios de todos los componentes utilizados en el sistema solar, con un presupuesto para cada componente basado en los valores de mercado actuales. La segunda parte incluye los costos de mano de obra para la construcción de los pilares que soportan el sistema solar y, finalmente, la inversión total, que incluye los costos de los componentes y la mano de obra.

## **PLANTEAMIENTO DE LOS COSTOS DEL PROYECTO**

Esta sección examina los componentes de un sistema de energía solar, sus costos y su valor de mercado actual. También incluye el costo del IVA (Impuesto sobre Bienes y Servicios). La sección de presupuesto del sistema solar es la siguiente:

- Panel solar.
- Inversor.
- Baterías.
- Controlador de carga.
- Protección de sistema de cableado y sistemas solares.
- Estructura soporte para módulos solares.

Finalmente, tenemos el costo total de inversión de la planta de energía solar. Al costo de la mano de obra se le sumará el costo del sistema solar, cabe señalar que se agregaron costos inesperados al presupuesto nivel. La Tabla 14 describe los costos totales de inversión del sistema PV, donde ya estarán relacionados los costes de la estación FE IVA y su subtotal correspondiente.

El siguiente cuadro muestra los presupuestos con los componentes mencionados y sus respectivos valores:



**Tabla 14.** Costos de los equipos implementados en el proyecto técnico solar fotovoltaico.

<b>Equipos</b>	<b>Código y Modelo</b>	<b>Q</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Iva 12%</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Modulo Solar	Panel Jinko Solar 470W Tiger Pro	1	\$256.89	\$30.83	\$287.72
Controlador	Regulador de Voltaje o Controlador de Carga Solar Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 SCC07515060R	1	\$125.17	\$15.02	\$140.19
Baterías	BATERÍA RITAR DC12150 12V160AH	2	\$207.33	\$24.88	\$464.42
Inversor	Victron Energy Phoenix Inverter 12/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R	1	\$185.13	\$22.22	\$207.35
Varios					
	Poste del panel fotovoltaico	1	\$100	\$12.00	\$112.00
	Base de Poste Panel Fotovoltaico	1	\$50	\$6.00	\$56.00
	Estructura de equipos fotovoltaicos	1	\$80	\$9.60	\$89.60
	Herramientas y Materiales	1	\$150	\$18.00	\$168.00
	Transporte	1	\$75	\$9.00	\$84.00
				TOTAL	\$1.609.27

Fuente: Los autores.

## CONCLUSIONES

- A partir del censo, se recopiló la información necesaria para realizar un estudio de las cargas actuales y cargas futuras a implementar, en donde se concluyó que se establecería un sistema independiente autónomo. Después del análisis estructural y el cálculo efectivo, se puede proporcionar energía, es suficiente una familia.
- El correcto diseño y dimensionamiento de la parte eléctrica de la vivienda beneficiada, se logró con éxito y al recabar información de las instalaciones, se pudo observar que las instalaciones a largo plazo no tendrán bajones de tensión.
- El uso del software PVsyst para determinar el tamaño del PV aislado, fue exitoso ya que este software verificó los parámetros de implementación de nuestro sistema en donde requirieron de un sistema PV para soportar la carga, lo cual da como finalizado el objetivo verificar el correcto funcionamiento y suministro de energía eléctrica.

## RECOMENDACIONES

- El mantenimiento de los paneles solares es esencial para que el equipo funcione de manera eficiente y segura, ya que se encuentran al aire libre. Generalmente se recomienda limpiar el panel solar 3 a 4 veces al año, ya que el polvo puede hacer que pierda eficiencia.
- Se debe realizar un dimensionamiento adecuado de cada elemento o componente que se utilizan en el sistema, generalmente se debe agregar un porcentaje de seguridad a cada componente para garantizar una buena repetibilidad de operación de manera óptima, y el resultado será un sistema fotovoltaico eficiente, que produce más energía en el sistema.
- Como factor de seguridad, se incrementó el tamaño del sistema solar en un 25%, ya que al estudiar y analizar más sistemas de energías renovables para el diseño e implementación se coloca una mayor carga en el sistema eléctrico de la vivienda.

- No se recomienda sobrecargarlo ya que saturará todo el sistema solar fotovoltaico por lo que fallará o quemará algunos componentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] © 2016 Defensoría del Pueblo del Ecuador DESARROLLADO POR: WEBTEC DESIGN, “Energía | EJERCICIO DE LOS DERECHOS SOBRE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS EN EL ECUADOR”. <https://servicios.dpe.gob.ec/unidad-1-los-servicios-publicos-domiciliarios-y-sus-mecanismos-de-medicion/capitulo-2-delimitacion-del-sistema-de-estudio/estandares-e-indicadores/energia/> (consultado feb. 01, 2023).
- [2] S. Guayaquil, O. Garzón, C. Josué, R. Galarza, y L. Antonio, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PROYECTO DE TITULACIÓN AUTORES”.
- [3] F. De *et al.*, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE”.
- [4] G. De *et al.*, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELÉCTRICO TEMA DEL PROYECTO ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE 150W MEDIANTE SISTEMA FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMO EN LA COMUNA MASA 2, ISLA DEL”.
- [5] “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELECTRÓNICO”.

- [6] “Población rural (% de la población total) - Ecuador | Data”.  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=EC> (consultado dic. 16, 2022).
- [7] K. I. Armijos, S. Jiro, y G. Cabrera Vidal, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE: INGENIERO ELÉCTRICO AUTORES”.
- [8] “Salesian Polytechnic University - Guayaquil - Google Maps”.  
<https://www.google.com.ec/maps/place/Salesian+Polytechnic+University+-+Guayaquil/@-2.2203195,-79.8879078,17z/data=!4m9!1m2!2m1!1suniversidad+polit%C3%A9cnica+salesiana!3m5!1s0x902d6e4fced73235:0xb76f5008ec6c4345!8m2!3d-2.2201497!4d-79.8866846!15s>. (consultado dic. 16, 2022).
- [9] “Comuna Masa 1 - Google Maps”.  
<https://www.google.com.ec/maps/place/Comuna+Masa+1/@-2.3703677,-79.8596695,15z/data=!4m5!3m4!1s0x902d631b2fb54cb5:0xa8ed7cdf8b6ba1!8m2!3d-2.3676471!4d-79.8568824> (consultado dic. 16, 2022).
- [10] “EDUCACIÓN SANITARIA”.
- [11] © ENEL S.A, “Diferencias entre energías renovables y no renovables | ENEL”.  
<https://www.enel.com.co/es/historias/a202011-diferencia-energia-renovable-no-renovable.html> (consultado dic. 18, 2022).
- [12] E. V. Font, “Energías renovables y no renovables Ventajas y desventajas de ambos tipos de energía Autor”. [En línea]. Available: <http://bcn.cl/29cx7>

- [13] Tutiempo.net, “Radiación solar en Guayaquil (Ecuador) - Energía solar”. <https://www.tutiempo.net/radiacion-solar/guayaquil.html> (consultado ene. 30, 2023).
- [14] Maciej Serda *et al.*, “¿Cuáles son los componentes de un panel solar? | Greenheiss”, *Uniwersytet śląski*, vol. 7, núm. 1, pp. 343–354, 2013, doi: 10.2/JQUERY.MIN.JS.
- [15] C. de Ingeniería y E. N. Eléctrico-Mecánica, “FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO”.
- [16] Library.Co ©, “COLECTORES SOLARES - INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA”. <https://1library.co/article/colectores-solares-instalaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-solar-t%C3%A9rmica.z3owx8dz> (consultado dic. 18, 2022).
- [17] “8448171691”.
- [18] © Enlight 2022 | enlight.mx, “Generadores solares | ¡Todo lo que debes saber!” <https://www.enlight.mx/blog/generadores-solares> (consultado dic. 16, 2022).
- [19] estructutando.net, “Una sencilla regla para predimensionar pilares de hormigón - Estructurando”. <https://estructurando.net/2014/02/24/una-sencilla-regla-para-predimensionar-pilares-de-hormigon/> (consultado ene. 31, 2023).
- [20] © 2023 KeeUI Solar., “Coeficiente de rendimiento para plantas fotovoltaicas. | KeeUI Solar”. <https://keeui.com/2021/03/31/coeficiente-de-rendimiento-para-plantas-fotovoltaicas/> (consultado feb. 02, 2023).
- [21] naturgy, “¿Qué es el coeficiente de simultaneidad y cómo calcularlo?” [https://www.naturgy.es/blog/hogar/coeficiente\\_de\\_simultaneidad](https://www.naturgy.es/blog/hogar/coeficiente_de_simultaneidad) (consultado feb. 02, 2023).

- [22] “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELECTRÓNICO”.
- [23] “ORIENTACION E INCLINACION PARA UN MEJOR APROVECHAMIENTO SOLAR - BLOG Tecnosol”.  
<https://tecnosolab.com/noticias/orientacion-e-inclinacion-para-mejor-aprovechamiento-solar/> (consultado ene. 31, 2023).
- [2] F. De *et al.*, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE”.
- [3] G. De *et al.*, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELÉCTRICO TEMA DEL PROYECTO ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE 150W MEDIANTE SISTEMA FOTOVOLTAICOS AUTONÓMO EN LA COMUNA MASA 2, ISLA DEL”.
- [4] “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELECTRÓNICO”.
- [5] “Población rural (% de la población total) - Ecuador | Data”.  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=E C> (consultado dic. 16, 2022).
- [6] K. I. Armijos, S. Jiro, y G. Cabrera Vidal, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE: INGENIERO ELÉCTRICO AUTORES”.
- [7] “Salesian Polytechnic University - Guayaquil - Google Maps”.  
<https://www.google.com.ec/maps/place/Salesian+Polytechnic+Universit>

- y++Guayaquil/@-2.2203195,-  
79.8879078,17z/data=!4m9!1m2!2m1!1suniversidad+polit%C3%A9cnica+salesiana!3m5!1s0x902d6e4fced73235:0xb76f5008ec6c4345!8m2!3d-2.2201497!4d-79.8866846!15s. (consultado dic. 16, 2022).
- [8] “Comuna Masa 1 - Google Maps”.  
<https://www.google.com.ec/maps/place/Comuna+Masa+1/@-2.3703677,-79.8596695,15z/data=!4m5!3m4!1s0x902d631b2fb54cb5:0xa8ed7cdff8b6ba1!8m2!3d-2.3676471!4d-79.8568824> (consultado dic. 16, 2022).
- [9] © Enlight 2022 | enlight.mx, “Generadores solares | ¡Todo lo que debes saber!” <https://www.enlight.mx/blog/generadores-solares> (consultado dic. 16, 2022).



## ANEXOS



Figura 29: Diagrama unifilar de puntos de luz en AutoCAD.

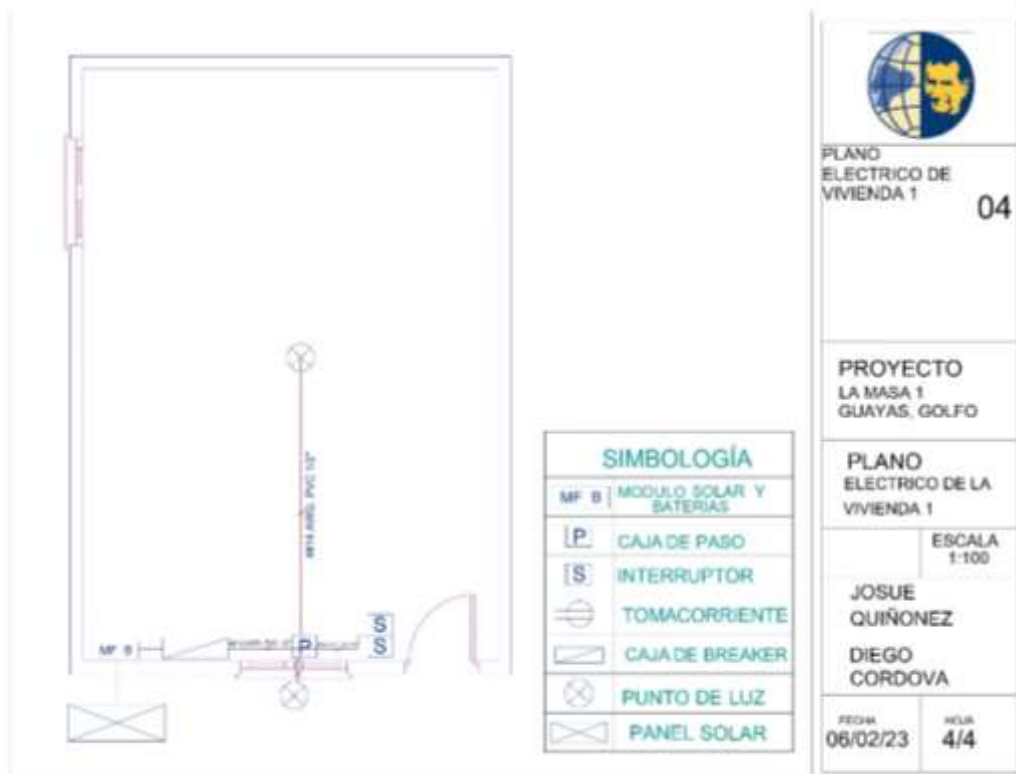


Figura 30: Diagrama unifilar de tomacorrientes en AutoCAD.

## INDICE DE FIGURAS DEL TRABAJO REALIZADO



Figura 31: Desembarque de materiales.



Figura 32: Excavación de la base.



Figura 33: Pilar, dimensionado y seco.



Figura 34: Mezcla de concreto para el relleno del pilar.



Figura 35: Instalación de un interruptor doble.



Figura 36: Cableado eléctrico de la vivienda.



Figura 37: Instalación de la caja de beakers eléctrico.



Figura 38: Ejecución del diseño