



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA
RENOVABLE AISLADO PARA VIVIENDAS INDIVIDUALES DE LA
COMUNA LA MASA 1 – GOLFO DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: ESTEFANIA NATHALIE GAME VALENCIA

JOSÉ ALFREDO TERÁN OROZCO

TUTOR: ING. PEDRO NÚÑEZ IZAGUIRRE. MSC

Guayaquil – Ecuador

2023

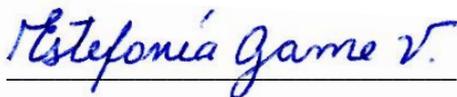
CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Estefania Nathalie Game Valencia con documento de identificación 0927191569 y José Alfredo Terán Orozco con documento de identificación 0917604175, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizo 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, 23 de febrero del año 2023.

Atentamente,



Estefania Nathalie Game Valencia

0927191569



José Alfredo Terán Orozco

0917604175

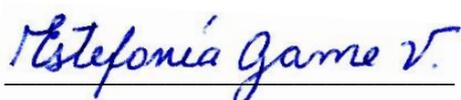
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Nosotros, Estefania Nathalie Game Valencia con documento de identificación 0927191569 y José Alfredo Terán Orozco con documento de identificación 0917604175, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Trabajo de titulación: “Diseño e Implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la Comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil”, 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 cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 23 de febrero del año 2023.

Atentamente,



Estefania Nathalie Game Valencia

0927191569



José Alfredo Terán Orozco

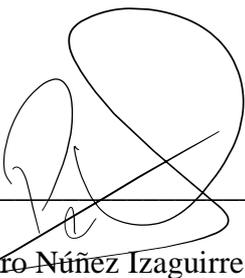
0917604175

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pedro Osvel Núñez Izaguirre con documento de identificación 0959927153, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Diseño e Implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la Comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil” realizado por Estefania Nathalie Game Valencia con documento de identificación 0927191569 y José Alfredo Terán Orozco con documento de identificación 0917604175, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de PROYECTO TÉCNICO que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de febrero del año 2023.

Atentamente,



Ing. ~~Pedro~~ Núñez Izaguirre, MSc.

0959927153

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi mamá Purita Valencia Zambrano y a mi papá Gustavo Game Intriago por su apoyo y amor incondicional para llevar adelante esta meta, a mi hermana Allison Game Valencia por siempre ayudarme y enseñarme.

Estefania Nathalie Game Valencia

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios porque sin él nada hubiese sido posible, a mi mamá Purita Valencia Zambrano, a mi papá Gustavo Game Intriago y a mi hermana Allison Game Valencia por ser el mejor equipo, por darnos todo el apoyo incondicional que siempre como familia hemos tenido, es un logro de todos.

A mi compañero de tesis José, por ser parte de este logro y siempre estar dispuesto a colaborarme con sus conocimientos y sabiduría.

A la Unidad Educativa Salesiana Fiscomisional “Domingo Savio” por su excelente enseñanza, la cual me ha ayudado mucho en mi vida profesional y personal.

A la Universidad Politécnica Salesiana por haberme brindado junto con sus docentes de sus conocimientos y ayudarme a formarme como profesional.

Estefania Nathalie Game Valencia

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico principalmente a Dios, quien estuvo presente como guía en el camino de mi vida, bendiciéndome y dándome la fuerza para seguir persiguiendo mis metas sin rendirme.

A mis padres, hermanos, sobrinos e hijos cuyo apoyo incondicional, amor y confianza me han permitido culminar mi carrera profesional.

José Alfredo Terán Orozco

AGRADECIMIENTO

En este trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y estar conmigo a lo largo de mi vida, dándome paciencia y sabiduría para alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres, José Vicente Terán y María Inés Orozco, por ser mi pilar y apoyarme incondicionalmente a pesar de las adversidades e inconvenientes.

También agradezco a mis compañeros por los momentos vividos y por la experiencia adquirida a lo largo de los años.

Quisiera agradecer a mi compañera de tesis Estefanía por ser parte de este esfuerzo, por su ayuda y compromiso para culminar este trabajo y lograr los mejores resultados posibles.

A la Universidad Politécnica Salesiana y a todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo me han motivado a desarrollarme personal y profesionalmente.

José Alfredo Terán Orozco

RESUMEN

Se cumplió con las necesidades de electrificación de las familias la comuna La Masa 1, quienes no tenían acceso al servicio de electricidad y se abastecían de energía eléctrica por pocas horas al día con generadores portátiles de combustión. Con la instalación de este sistema autosustentable se ayuda a mejorar la calidad de vida, la economía, y se evita que los moradores se desplacen a largas distancias en busca de combustible.

Para ello se compuso un sistema de energía solar aislado que consiste en una serie de módulos solares, los cuales se encargan de producir energía DC para almacenarla en las baterías bajo el control del controlador de carga, asegurando el correcto estado de las baterías, junto con un inversor que cambia la energía almacenada en corriente alterna a medida que es necesitada.

El cálculo de la demanda fue realizado para establecer la magnitud de la carga requerida por las viviendas, y se diseñaron los planos eléctricos unifilares. Se utilizó el software PVSYST para estudiar la radiación, realizar pruebas y comparaciones para la verificación de la factibilidad de la ejecución de la obra. Los materiales para las bases de los equipos, y componentes para las instalaciones eléctricas de las viviendas fueron comprados por los estudiantes y los equipos del sistema de energía fotovoltaica fueron otorgados por la UPS.

Se instaló las estructuras bases de los equipos y los elementos de las instalaciones eléctricas de las viviendas, junto con ello se implementaron los sistemas de energía fotovoltaica en las viviendas de la Comuna de La Masa 1. Las mediciones obtenidas fueron registradas para la verificación de la correcta instalación de todos los equipos, y así mismo, meses después se realizaron mediciones para corroborar que todo estuviese correcto.

Palabras claves:

Electrificación, Autosustentable, Módulos Solares, Energía Solar, Radiación.

ABSTRACT

The electrification needs of the families of the La Masa 1 commune were covered, who did not have access to electricity and were supplied with electricity for a few hours a day with portable combustion generators. The installation of this self-sustaining system helps to improve the quality of life, the economy and prevents the inhabitants from traveling long distances in search of fuel.

For this, an isolated solar energy system was created, made up of a series of solar modules, which are responsible for producing DC energy to store it in the batteries under the control of the charge controller, ensuring the correct state of the batteries, together with an Inverter that converts stored energy into alternating current as needed.

The demand calculation was carried out to establish the magnitude of the load required by the houses, and the single-line electrical plans were designed. The PVSYST software was used to study the radiation, carry out tests and comparisons to verify the feasibility of the execution of the work. The materials for the bases of the equipment and components for the electrical installations of the houses were purchased by the students, and the equipment for the photovoltaic energy system was supplied by the UPS.

The basic structures of the equipment and the elements of the electrical installations of the houses were installed, together with these the photovoltaic energy systems were implemented in the houses of the Commune of La Masa 1. The measurements obtained were recorded for the verification of the correct installation of all the equipment, and likewise, months later measurements were made to confirm that everything was correct.

Keywords:

Electrification, Self-sustaining, Solar Modules, Solar Energy, Radiation.

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	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. DELIMITACIÓN.....	3
5. BENEFICIARIOS	4
5.1 BENEFICIARIOS PRIMARIOS.....	4
5.2 BENEFICIARIOS SECUNDARIOS.....	5
6. OBJETIVOS.....	5
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	5

6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
CAPÍTULO 2		6
7.	MARCO TEÓRICO	6
7.1	INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA	6
7.2	ENERGÍA RENOVABLE.....	7
7.3	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	8
7.4	ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA	8
7.4.1	PANEL FOTOVOLTAICO	8
7.4.2	INVERSOR SOLAR.....	9
7.4.3	BATERÍAS	9
7.4.4	REGULADOR PARA CARGA.....	10
7.5	SOFTWARE PVSYST	11
CAPÍTULO 3		12
8.1	PROCEDIMIENTO	12
8.2	DIAGRAMA DE LA PROPUESTA	13
8.3	PLANILLAJE DE LA VIVIENDA.....	14
8.4	DISYUNTOR Y CALIBRE DE CONDUCTOR A UTILIZAR EN LA VIVIENDA.....	14
8.5	INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES	15
8.6	CÁLCULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMA.....	15
8.7	INFORMACIÓN DE LOS ARTEFACTOS ELÉCTRICOS UTILIZADOS POR LAS FAMILIAS BENEFICIADAS.	16
8.8	CÁLCULOS TÉCNICOS Y ESTUDIO DE DEMANDA	16
8.8.3	CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL DEL SISTEMA ..	17
8.8.4	DIMENSIONAMIENTO DE BATERÍA	17

8.8.5	DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTAICO	18
8.8.6	CÁLCULO DEL INVERSOR	20
8.9	PLANOS ELÉCTRICOS UNIFILARES, ARQUITECTÓNICO, ESTRUCTURA DE PANELES SOLARES, DE BASES DE PANELES SOLARES A INSTALAR EN LA VIVIENDA.....	21
8.9.1	PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA	21
8.9.2	PLANO UNIFILAR ELÉCTRICO DE LUMINARIAS	22
8.9.3	PLANO UNIFILAR ELÉCTRICO DE TOMACORRIENTES	23
8.9.4	CÁLCULO Y PLANO DE ZAPATA AISLADA CONSTRUIDA DE BASE PARA ESTRUCTURA LOS MÓDULOS SOLARES	24
8.9.5	PLANO DE ESTRUCTURA PARA LOS PANELES SOLARES	26
8.9.6	PLANO DE CONEXIÓN DE COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	27
8.9.7	PLANO DE ESTRUCTURA BASE PARA COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	28
8.9.8	CÁLCULO Y PLANO DE INSTALACIÓN DE VARILLA DE LA PUESTA A TIERRA.....	29
8.9.9	PLANO DE PROYECTO TERMINADO	31
CAPÍTULO 4	32
9.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	32
9.1	VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 28 DE MAYO DE 2022....	32
9.2	VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 1 DE OCTUBRE DE 2022	34
9.3	VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 14 DE ENERO DE 2023...	37
9.4	VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 28 DE ENERO DE 2023...	43
10.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS CULMINADAS EN LA VIVIENDA.....	45

11. ESTRUCTURA DE BASE PARA LOS COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A INSTALAR EN LA VIVIENDA	51
12. RESULTADOS	52
12.1 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO UTILIZANDO EL SOFTWARE PVSYST.....	52
12.1.1 RESUMEN DEL PROYECTO	52
12.1.2 RESUMEN DEL SISTEMA	52
12.1.3 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	53
12.1.4 PARÁMETROS GENERALES	53
12.1.5 CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO FV	53
12.1.6 PÉRDIDAS DEL CONJUNTO FV	54
12.1.7 NECESIDADES QUE POSEE EL USUARIO.....	54
12.1.8 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN POR HORA.....	55
12.1.9 RESULTADOS OBTENIDOS.....	55
12.1.10 GENERACIONES COMUNES (POR CADA KWP INSTALADO)	55
12.1.11 RELACIÓN DEL RENDIMIENTO (PR).....	56
9.1.1.1 BALANCES Y PRINCIPALES RESULTADOS.....	57
12.1.12 DIAGRAMA DE PÉRDIDAS	57
12.1.13 GRÁFICOS ESPECIALES	58
12.2 RESULTADOS DE SOFTWARE PVSYST Y CÁLCULOS REALIZADOS	59
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto de “Diseño e Implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la Comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil”	3
Figura 2. Vivienda beneficiaria de la Comuna La Masa 1	4
Figura 3. Comuna La Masa 1, vista frontal	4
Figura 4. Panel fotovoltaico.....	8
Figura 5. Inversores solares	9
Figura 6. Batería.	10
Figura 7. Reguladores de carga.	10
Figura 8. Diagrama del proyecto instalado en la Comuna Masa 1.....	13
Figura 9. Plano arquitectónico de la vivienda	21
Figura 10. Plano eléctrico de iluminarias de la vivienda.....	22
Figura 11. Plano eléctrico de tomacorrientes de la vivienda.....	23
Figura 12. Estructura de base de los paneles solares a instalar en la vivienda.	25
Figura 13. Estructura del panel solar a instalar en la vivienda.	26
Figura 14. Diagrama unifilar del panel solar a instalar en la vivienda.	27
Figura 15. Estructura de base para el banco de baterías del panel solar a instalar en la vivienda.	28
Figura 16. Puesta a tierra.	30
Figura 17. Diagrama de trabajo terminado.....	31
Figura 18. Realización de la encuesta y firma de aceptación del proyecto en la vivienda beneficiada.....	32
Figura 19. Explicación a los moradores acerca del proyecto.	33
Figura 20. Excavación de 1 m de profundidad para las zapatas. Colocación de piedras en la base inferior de la zapata, y encima la estructura de varillas.....	34

Figura 21. Elaboración de la mezcla del hormigón.....	34
Figura 22. Colocación del encofrado para la creación del pilar.....	35
Figura 23. Colocación del encofrado para la creación de la base superior de la zapata.....	35
Figura 24. Medición de las longitudes de la zapata terminada.....	36
Figura 25. Zapata aislada terminada, para la instalación de estructura base de paneles solares.....	36
Figura 26. Fijación del panel de distribución de la vivienda.....	37
Figura 27. Conexión de interruptor doble.....	37
Figura 28. Fijación de caja rectangular PVC para tomacorriente.....	38
Figura 29. Conexión de tomacorriente de 120V.....	38
Figura 30. Fijación de tubería PVC de ½”.....	39
Figura 31. Conexión de interruptor doble.....	39
Figura 32. Conexión de tomacorriente de 120V.....	40
Figura 33. Instalación de boquilla.....	40
Figura 34. Conexión de boquilla.....	41
Figura 35. Conexión de línea en panel de distribución.....	41
Figura 36. Elaboración de empalmes.....	42
Figura 37. Instalación de boquilla.....	42
Figura 38. Conexión de Disyuntor.....	43
Figura 39. Conexión de Disyuntor.....	43
Figura 40. Conexión de boquilla.....	44
Figura 41. Instalación de boquilla.....	44
Figura 42. Tomacorriente de 120V en el comedor.....	45
Figura 43. Tomacorriente de 120V en el dormitorio.....	45
Figura 44. Tomacorriente de 120V en la cocina.....	46

Figura 45. Interruptor doble que enciende focos de cocina y dormitorio.....	46
Figura 46. Interruptor doble que enciende focos de comedor y entrada.	47
Figura 47. Punto de luz en la entrada.	47
Figura 48. Punto de luz en el dormitorio.....	48
Figura 49. Punto de luz en el comedor.....	48
Figura 50. Punto de luz en la cocina.....	49
Figura 51. Panel de distribución de la vivienda, con dos disyuntores de 10Amp.....	49
Figura 52. Fotografía con la propietaria de la vivienda, la Sra. Teodora Ferrisola.....	50
Figura 53. Fabricación de estructura base para sistema fotovoltaico.....	51
Figura 54. Estructura base para sistema fotovoltaico terminada.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios de la vivienda.	5
Tabla 2. Cálculo de demanda de fases.	14
Tabla 3. Cálculo de calibre de conductor y disyuntores para cada circuito.	14
Tabla 4. Artefactos eléctricos de la vivienda.	16
Tabla 5. Consumo diario por circuito.	16
Tabla 6. Resistividad del terreno.	29
Tabla 7. Resultado de Fórmula de Dwight.	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de necesidad.....	64
Anexo 2. Acuerdo formal del proyecto a instalar, firma la propietaria de la casa.	64
Anexo 3. Acuerdo de entrega de instalación eléctrica realizada y base construida.	65
Anexo 4. Presupuesto y listado de materiales.	65

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La difícil situación de algunos sectores tiene como problemática la escasez de electricidad. La electricidad es un servicio indispensable en la subsistencia del ser humano, debido a que ayuda a mejorar la calidad y estilo de vida, al desarrollo socioeconómico, proporcionando el confort y la comodidad de estos. Los sectores urbanos están abastecidos en su mayoría de este servicio, pero en los sectores rurales debido a varios factores como la falta de recursos financieros, la difícil accesibilidad, falta de redes de distribución, etc., no han accedido a la electrificación. No obstante, Existen energías limpias que permiten a estos lugares aprovechar al máximo las fuentes de energía natural como: la energía eólica proporcionada por las corrientes de viento; la energía térmica y fotovoltaica proporcionadas por la irradiancia del sol; la energía hidroeléctrica proporcionada por las corrientes de agua en ríos y mares; la energía biomasa y biogás proporcionada por la materia orgánica. Por lo tanto, la electrificación es un tema clave para los expertos, y posteriormente la implementación de proyectos que implican alternativas y valor añadido al entorno rentable, sostenible y de largo plazo.

Existen algunos tipos de energía renovable, como la solar fotovoltaica y funciona transformando de manera directa la irradiancia proporcionada por el sol en electricidad. Es un sistema autosustentable que no necesita estar conectado a una red eléctrica ya establecida para poder funcionar. Es una prometedora fuente de energía gratuita para resolver problemas a largo plazo en caso de crisis energética. La industria de la energía solar está en constante crecimiento a nivel mundial debido a la alta demanda de energía, mientras que otras fuentes de energía como los combustibles fósiles son limitadas y otras fuentes tienen costos elevados. El empleo de la energía fotovoltaica definitivamente sería la mejor opción para la futura demanda de energía eléctrica, porque supera a otras fuentes de energía renovable en métodos de accesibilidad, rentabilidad, capacidad y eficiencia [1].

Hay varios casos exitosos del uso de paneles solares, por ejemplo, en Tokelau, un archipiélago de Oceanía administrado por Nueva Zelanda, que funciona desde 2012 con 4000 paneles fotovoltaicos que proporcionan electricidad a unos 1500 habitantes

del territorio, en 120 islas. El proyecto fue aclamado como un hito en el grupo de las energías renovables y fue impulsado por el impacto del cambio climático en los niveles de los océanos. Tokelau fue la primera región en aprovechar al máximo la energía solar [2].

Otro resultado en la generación de energía fotovoltaica es el proyecto del Parque Solar de Benban, en Egipto. Se encuentra a 650 km de El Cairo, en las extensiones del Desierto Occidental. Cuenta con 41 fábricas diferentes que cubren un área de 37 kilómetros cuadrados. Tiene una capacidad de 1.8 GW y se puso en marcha en 2018. Los paneles fotovoltaicos para el parque son fijos y vienen en tamaños desde 1200 mm x 600 mm hasta 2000 mm x 1000 mm [3].

Del mismo modo se encuentra el proyecto en el aeropuerto de Cochín, en el estado de Kerala, India. Es el primero del mundo que funciona con energía fotovoltaica. Decenas de paneles alimentan todas las instalaciones, dotándolas de total autonomía energética, aportando 13.1 megavatios (MW) de potencia a las instalaciones del aeropuerto. Se produce 18 millones de unidades de energía al año, lo que equivale a abastecer a 10000 hogares al mismo tiempo [4].

2. PROBLEMÁTICA

La problemática es la dificultad en la obtención de energía eléctrica para la comuna La Masa 1, la cual está ubicada en el Golfo de Guayaquil. El desarrollo de la comuna está afectado directamente por la falta de tendido eléctrico. Este servicio básico es muy reducido, y debe abastecer a la población de esta zona.

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto de diseño e implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la comuna La Masa 1, tiene como principal objetivo cumplir con las necesidades de electrificación de las familias de esta comuna, quienes no tienen acceso al servicio de electricidad, se abastecen de energía eléctrica por pocas horas al día con generadores portátiles de combustión. Con la instalación de este sistema autosustentable se ayuda a mejorar la calidad de vida, la economía, y se evita que los moradores se desplacen a largas distancias en busca de combustible. Se

aprovecha la energía otorgada por la irradiancia del sol para proporcionar electricidad, mediante un sistema de paneles solares que, a su vez beneficia al desarrollo de nuevas tecnologías energéticas más eficientes y se encuentra en armonía con el medio ambiente.

4. DELIMITACIÓN

La obra denominada “Diseño e Implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la Comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil”, se encuentra situada en el Golfo de Guayaquil, en la Comuna La Masa 1 como se muestra en las figuras 1 y 3, perteneciente a la provincia del Guayas. La comuna La Masa 1 cuenta con un área de 62000 m^2 , dividido en 14 casas. La casa beneficiada por nuestro grupo, como se muestra en la figura 2.



Figura 1. Ubicación del Proyecto de “Diseño e Implementación de un sistema de energía renovable aislado para viviendas individuales de la Comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil” (Fuente: Google maps).



Figura 2. Vivienda beneficiaria de la Comuna La Masa 1 (Fuente: Autores).



Figura 3. Comuna La Masa 1, vista frontal (Fuente: Autores).

5. BENEFICIARIOS

5.1 BENEFICIARIOS PRIMARIOS

Los beneficiarios son las personas que viven en la vivienda que fue seleccionada por nuestro grupo. A continuación, la tabla 1 detalla sus nombres con las edades.

NOMBRE	EDAD
Teodora Ferrisola	82
Antonio Zúñiga	76

Tabla 1. Beneficiarios de la vivienda (Fuente: Autores).

5.2 BENEFICIARIOS SECUNDARIOS

También como beneficiarios de este proyecto están los estudiantes:

- ✓ Estefanía Nathalie Game Valencia
- ✓ José Alfredo Terán Orozco

Este proyecto les ayudará en su vida profesional y a emplear lo aprendido en las aulas de clases, además de fomentar la ayuda hacia próximo, el cual es uno de los valores esenciales que enseña y practica la UPS.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y ejecutar un sistema de energía renovable aislado, para abastecer las necesidades de electrificación de los moradores de la comuna La Masa 1 – Golfo de Guayaquil.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Dimensionar de forma técnica y económica el sistema fotovoltaico a instalar en la vivienda.
- Diseñar el plano eléctrico del sistema eléctrico a realizar en la vivienda.
- Implementar un sistema de energía renovable que sea confiable en la comuna La Masa 1.
- Enseñar y capacitar a las personas para el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico y el plan de mantenimiento.

CAPÍTULO 2

7. MARCO TEÓRICO

7.1 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

En un mundo donde el clima está cambiando y es cada vez más peligroso y preocupante debido al aumento de las temperaturas, donde las temperaturas globales aumentan y las transmisiones de gases de efecto invernadero están en aumento. El tema de las fuentes de energía renovables se considera como una sola habilidad que tiene como objetivo aumentar la conciencia y/o comprensión de la población mundial y las fábricas que la utilizan, porque es la principal energía alternativa que ayuda a limpiar el medio ambiente del CO₂, y la sostenibilidad del calentamiento global que existe en nuestro planeta y que se ha visto muy incrementado por el prototipo energético preindustrial establecido en la carbonización de combustibles fósiles. Las complicaciones ambientales son casi tan tradicionales como el hombre, la interacción de estos dos factores es un indicador del impacto en el medio ambiente, la alta natalidad que existe en el mundo, el avance de la tecnología, las empresas manufactureras y la industria contribuyen aún más a la degradación ambiental y la explotación de los recursos limitados del planeta [5].

Las ventajas de la producción de energía renovable incluyen: no emanan gases de efecto invernadero; son incansables y libres (sol y aire); será económicamente competitivo con los combustibles fósiles convencionales; permitir la independencia energética y otros. Entre sus desventajas, los grandes embalses de producción hidroeléctrica (fuentes de energía renovables convencionales) inundan grandes extensiones, generando afectaciones al ambiente. Son discontinuos (solar, eólica), es decir, no pueden intervenir cuando van a trabajar, porque trabajan en base a la disponibilidad del recurso. En casi todos los casos, requieren otras fuentes de soporte (tal vez combustibles fósiles o energía hidroeléctrica) para asegurar la producción continua [6].

Existen varios trabajos similares asociados a la energía solar:

De acuerdo con K. Catagua y G. Guerrero [7], en donde exponen el cálculo de vías de iluminación adyacentes emitidos por sistemas fotovoltaicos para la comuna de La

Masa 2. Los autores incluyen tres columnas que contienen luces aisladas en un sistema de energía renovable.

El trabajo de los autores E. Villegas y L. Alcívar [8] nos muestra el diseño de un sistema fotovoltaico para energizar el colegio Simón Bolívar de la comuna Masa 2 y suministrar energía eléctrica a las lámparas y alarmas que posee el colegio. Además, un computador puede seguir funcionando durante ocho horas para que los estudiantes aprendan computación.

A través de los aportes de los autores antes mencionados, la concepción de nuestro tema es diseñar e implementar un sistema fotovoltaico para el hogar y reducir el uso de generadores diésel para la iluminación nocturna.

7.2 ENERGÍA RENOVABLE

Son fuentes de energía que dependen del aprovechamiento de recursos naturales como el sol, el viento, el agua, la biomasa vegetal o animal. Están etiquetados porque no utilizan combustibles fósiles, sino que usan recursos de la naturaleza que se pueden renovar indefinidamente. Una de sus ventajas es que tienen un impacto muy bajo en el medio ambiente, son energías amigables con el medioambiente, porque además de utilizar recursos limitados, no generan contaminación. La energía renovable también se conoce como energía alternativa o verde.

Las energías renovables tienen algunos beneficios como:

- Ayudar en la fomentación del autoconsumo para que los hogares o las empresas sean independientes en su consumo eléctrico en una realidad cercana.
- Al ser gratuitas y provenir de fuentes inagotables, eternamente se tendrán recursos como el agua, viento y sol para generar energía limpia, mientras que la energía proveniente de combustibles fósiles es limitada y contaminante.
- Las energías renovables pueden aportar a lugares apartados de la civilización, en lugares rurales donde el tendido eléctrico aun no es una realidad. Se la puede generar en cualquier parte del mundo [9].

7.3 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Es una energía renovable que es creada cuando se convierte directamente los rayos del sol en energía eléctrica. Esto es posible por el uso de unos artefactos denominados paneles fotovoltaicos, que hacen que los rayos del sol caigan sobre el panel fotovoltaico. La energía solar fotovoltaica funciona y es utilizada principalmente para otorgar electricidad a las industrias y a las redes de distribución, también para aparatos de consumo individual o autónomo [10].

Los sistemas solares aislados más comunes consisten en una serie de módulos solares, los cuales se encargan de producir energía DC para almacenarla en las baterías bajo el control del regulador de carga, asegurando que funcionen de forma óptima y correcta las baterías. El inversor utiliza energía almacenada que modifica la energía en corriente alterna a medida que la necesitamos [11].

7.4 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA

7.4.1 PANEL FOTOVOLTAICO

Es el elemento que se encarga de transformar la radiación del sol en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico. Es muy común utilizarlos encima del techado de las viviendas como se muestra en la figura 4. Se componen especialmente de semiconductores monocristalinos y policristalinos (silicio). Los paneles policristalinos se caracterizan por su resistencia nominal, es decir, es la potencia máxima que el panel puede emitir en condiciones absolutas (1 kW/m² de radiación y 25 °C de temperatura) [12].



Figura 4. Panel fotovoltaico [12].

7.4.2 INVERSOR SOLAR

El inversor solar debe estar conectado a las baterías y se encarga de transformar la corriente continua que se obtiene de ellas en corriente alterna eficaz para un uso doméstico común y ahí muchos modelos como se muestran en la figura 5. Los transformadores de aislamiento acostumbran a tener tensiones de 12, 24 o 48 voltios y es muy importante que produzcan un tono sinusoidal limpio para no dañar los aparatos eléctricos a los que los conectemos [13].



Figura 5. Inversores solares [14].

7.4.3 BATERÍAS

Son elementos electroquímicos que usan energía química para acumular o descargar energía eléctrica, un ejemplo de ellas se lo puede observar en la figura 6. En las baterías comunes, las sustancias se colocan cuando se fabrican las baterías. Siempre cuando la batería está vacía, se debe reducir el voltaje y reemplazar la batería.

Las baterías se utilizan para acumular la electricidad reproducida por los paneles solares durante las horas pico de aislamiento. Por lo que se puede utilizar más tarde en horas de la noche o en los días en el que el sol está más ausente [15].



Figura 6. Batería [15].

7.4.4 REGULADOR PARA CARGA

Un controlador de carga es un aparato electrónico cuyo trabajo es monitorear el periodo de en el que son cargadas las baterías, para asegurar un correcto almacenamiento de energía y una carga óptima con el fin de prolongar su eficiencia. El controlador de carga solar es instalado en medio del panel solar y las baterías y es el encargado de monitorear el movimiento de energía entre ambos dispositivos. Existen en varios modelos como se muestra en la figura 7. Este control de la transferencia de energía se origina por la gestión de los parámetros que son: la corriente (I) y el voltaje (V) durante cada fase de carga [16].



Figura 7. Reguladores de carga [16].

7.5 SOFTWARE PVSYST

Esta herramienta nos ayuda a analizar sistemas solares fotovoltaicos, lo que nos permite determinar su tamaño en relación con la luz solar y su posición, facultando el diseño 3D con sombras para poder simular el movimiento que posee el sol en el transcurso del día.

Adicionalmente, los primordiales tipos de conexión y desconexión de la red, también contiene diversas opciones de conexión e instalación de CC. Posee una amplia cantidad de alternativas que permiten modificar e insertar todos los datos que se necesitan para la obtención de un informe y análisis especificado.

CAPÍTULO 3

8. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el proyecto se utilizarán los detalles obtenidos en las averiguaciones elaboradas en la Comuna La Masa 1. Se realizará el estudio de las demandas de las cargas y se simulará el dimensionamiento del sistema de energía renovable a instalar en las viviendas.

8.1 PROCEDIMIENTO

- 8.1.1** Se realizó la visita técnica a la Comuna La Masa 1, para explicarles a las personas acerca del proyecto y si están dispuestos a aceptar la ayuda.
- 8.1.2** Se efectuó la encuesta a los moradores de La Masa 1, para recopilar los datos mediante un pequeño cuestionario, para saber las necesidades con respecto a la electrificación que tienen los habitantes.
- 8.1.3** Se ejecutó el respectivo cálculo de la demanda para poder establecer la magnitud de la carga que se requiere por parte de las viviendas que se atendieron, para el correcto dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaica.
- 8.1.4** Se diseñó los planos eléctricos unifilares del sistema fotovoltaico para las viviendas de la comuna de La Masa 1.
- 8.1.5** Se cotizaron los componentes que se necesitaron para realizar el proyecto.
- 8.1.6** Se utilizó el simulador para poder estudiar la radiación, calcular la demanda, realizar pruebas y comparaciones para la verificación de la viabilidad de la realización de la obra.
- 8.1.7** Se compraron los elementos que se van a utilizar para realizar el proyecto, los materiales para las bases de los equipos, y dispositivos para las instalaciones eléctricas de las viviendas.
- 8.1.8** Se instaló la estructura base de los paneles solares y los componentes de las instalaciones eléctricas de las viviendas.
- 8.1.9** Se implementará el sistema de energía fotovoltaica en las viviendas de la Comuna de La Masa 1.

8.1.10 Se capacitará a los moradores para que puedan cuidar los equipos y realizar mantenimientos preventivos.

8.1.11 Se realizará un cuadro con las mediciones obtenidas en los siguientes meses de haber realizado el proyecto.

8.1.12 Se entregará oficialmente el proyecto culminado.

8.2 DIAGRAMA DE LA PROPUESTA

En la figura 8 podemos apreciar de forma superficial, como es el proceso de obtener electricidad a través del sistema fotovoltaico autónomo.



Figura 8. Diagrama del proyecto instalado en la Comuna Masa 1 (Fuente: Autores).

8.3 PLANILLAJE DE LA VIVIENDA

En la tabla 2 podemos observar el cálculo de la demanda del proyecto

CALCULO DE LA DEMANDA DEL PROYECTO							
OBRA:	Vivienda en la Comuna La Masa 1						
FECHA:	18/1/2023						
TABLERO:	Un tablero						
PLANTA:	Una sola planta						
PANEL	No. Fases	DEMANDA INSTALADA (W)	FD	DEMANDA PARCIAL (W)	BALANCE DE FASES		
					A	B	C
PD1	1	221,00	0,70	154,70	154,70		
TOTAL				154,70			
TOTAL DEMANDA INSTALADA		221,00	VATIOS				
TOTAL DEMANDA PARCIAL		154,70	VATIOS				
FACTOR DE COINCIDENCIA		0,80					
DEMANDA MAXIMA ESTIMADA		123,76	VATIOS				
CALCULO DEL DISYUNTOR							
TENSION		120,00	VOLTIOS				
FACTOR DE POTENCIA		0,90					
CORRIENTE NOMINAL EN B.T. (In)		1,14	AMP.				
DISYUNTOR EN B.T. (1,25*In)		1,43	AMP.				
			AMP.	1P - 10 AMP			

Tabla 2. Cálculo de demanda de fases (Fuente: Autores).

8.4 DISYUNTOR Y CALIBRE DE CONDUCTOR A UTILIZAR EN LA VIVIENDA

En la tabla 3 se muestra el cálculo para hallar el calibre del conductor a utilizar en cada circuito, así mismo con su propio disyuntor.

PLANILLA DE CIRCUITOS												
PANEL	PLANTA	NO.CIRC	CONDU C.(AWG)	Φ (pulg)	FASES	VOLTIOS	PUNTOS	POTENCIA		DISYUNTOR		SERVICIO
								X punto (W)	TOTAL (W)	POLOS	AMP	
PD (120 V)	PB	A1	2#14	1/2	A	120	1	9	9	1	10	Alumbrado Dormitorio
							1	9	9			Alumbrado Comedor
							1	9	9			Alumbrado Sala
							1	9	9			Alumbrado Hall
	TC1	2#14	1/2	A	120	1	140	140	1	10	TC-120 V. Sala	
						1	25	25			TC-120 V. Comedor	
						1	20	20			TC-120 V. Dormitorio	

Tabla 3. Cálculo de calibre de conductor y disyuntores para cada circuito (Fuente: Autores).

8.5 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

La inclinación de los módulos fotovoltaicos y su orientación deben proporcionarse en dos lados, es decir, horizontal y vertical. En esta afirmación, se pudo demostrar que la orientación de los módulos fotovoltaicos está orientada hacia la energía solar, lo que minimiza el desperdicio y optimiza el sistema.

En este contexto, la vivienda favorecida con el sistema fotovoltaico en la comuna La Masa 1 del Golfo de Guayaquil, tiene un ángulo de 0° , lo que permite aprovechamiento de la energía solar. La inclinación de los módulos debe ser horizontal, porque la vivienda se encuentra ubicada en un territorio donde el sol irradia de modo perpendicular, y al instalar el módulo inclinado hacia el norte se aprovecha al 100% la energía solar.

8.6 CÁLCULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMA

Para calcular la inclinación del panel solar utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\phi_{opt} = 3.7 + 0.69 |\phi|$$

$$\phi_{opt} = 3.7 + 0.69 |2.3678|$$

$$\phi_{opt} = 3.7 + 1.633782$$

$$\phi_{opt} = 5.33^\circ$$

ϕ = Latitud de la ubicación

ϕ_{opt} = ángulo utilizado para una inclinación correcta

Los valores serán menores a 15° , que es el máximo valor para utilizar en la inclinación de los paneles solares en Ecuador.

8.7 INFORMACIÓN DE LOS ARTEFACTOS ELÉCTRICOS UTILIZADOS POR LAS FAMILIAS BENEFICIADAS.

Como se muestra en la tabla 4, se especifican los artefactos eléctricos que posee la familia de la vivienda.

Equipos eléctricos				
Ítem	Equipo	Cantidad	Potencia unitaria	Potencia total
1	Iluminación	4	9W	36W
2	Televisión	1	140W	140W
3	Tablet	1	25W	25W
4	Celular	1	20W	20W

Tabla 4. Artefactos eléctricos de la vivienda (Fuente: Autores).

8.8 CÁLCULOS TÉCNICOS Y ESTUDIO DE DEMANDA

Se tomaron en cuenta para el estudio de las cargas los siguientes cálculos:

8.8.1 CONSUMO DIARIO POR CIRCUITO

En la tabla 3 se muestran los totales de potencia por circuito, horas de consumo y el total de watts consumidos diariamente por circuito.

Circuito	Total de potencia	Horas de consumo	Total de watts
Circuito 1	36W	7h	252W/h
Circuito 2	140W	5h	700W/h
Circuito 3	25W	4h	100W/h
Circuito 4	20W	4h	80W/h
Consumo total diario de los circuitos			1132W/h

Tabla 5. Consumo diario por circuito (Fuente: Autores).

8.8.2 POTENCIA TOTAL INSTALADA

Total, de la potencia instalada: 221W

8.8.3 CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL DEL SISTEMA

Para estimar la potencia total de un sistema fotovoltaico, se tendrá en cuenta la eficiencia del sistema mediante la siguiente fórmula:

$$L = \frac{Ccc}{Mbat} + \frac{Cca}{Mbat \times Ninv}$$

L = La energía promedio consumida diariamente

$Ninv$ = Utilidad del inversor

Cca = Consumo diario en CA

Ccc = Consumo diario en CC

$Mbat$ = Uso de la batería

Contando con una eficiencia de 90% en los equipos se obtendrá:

$$L = \frac{0}{0,90} + \frac{1132 \text{ W/h}}{0.90 \times 0.90}$$

$$L = 1397.53 \text{ W/h}$$

8.8.4 DIMENSIONAMIENTO DE BATERÍA

Se debe utilizar el siguiente procedimiento para acceder al sistema de batería:

$$Csb = \frac{Cme \times Daut}{Vsh \times Mpd}$$

Cme = Consumo máximo de energía

$Daut$ = Días de autonomía

Mpd = Porcentaje máximo de descarga

Vsb = Voltaje a utilizar en el sistema de baterías

Obtenemos:

$$C_{sb} = \frac{1397.53 \text{ w/h} \times 1 \text{ día}}{12Vdc \times 90\%}$$

$$C_{sb} = 133.09 \text{ Ah}$$

El número de baterías conectadas en serie que utilizaremos será:

$$V_{sb} = B_s = V_b$$

V_m = Voltaje de las baterías

V_{sm} = Voltaje para el sistema de baterías

B_s = Baterías conectadas en serie

$$B_s = \frac{V_{sm}}{V_m}$$

$$B_s = \frac{12}{12}$$

$$B_s = 1$$

8.8.5 DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTÁICO

La siguiente fórmula es para determinar el número de módulos solares que usaremos en el domicilio:

$$E_{cm} = 1.2 * c$$

E_{pm} = Energía máxima de consumo

P = Consumo

$$E_{pm} = 1.2 \times C$$

$$E_{pm} = 1.2 \times 1132$$

$$E_{pm} = 1448.4 \text{ Wh/día}$$

Se define la potencia nominal:

$$E_n = P_p \times t \times P_e$$

$$T_s = 3.940$$

$$P_p = \frac{1448.4 \text{ Wh}}{3.940 \times 0.2113}$$

$$P_p = 1739.77W$$

Consideramos que:

P_e = Eficacia del sistema

T_s = Tiempo solar pico

E_n = Energía

A partir de este resultado podemos considerar la potencia máxima con el siguiente principio:

$$P_p = 1.2 \times 1739.77W$$

$$P_p = 2087.72W_p$$

P_p = Máxima potencia

Luego del cálculo de las potencias, podemos calcular el número de paneles fotovoltaico a instalar:

$$N = \frac{L}{P_p * t * P_e}$$

$$N = \frac{1397.53 \text{ W/h}}{2087.72 * 3.940 * 0.2113}$$

$$N = 0.8573 = 1 \text{ Módulo fotovoltaico}$$

N = Número de paneles fotovoltaico a instalar

8.8.6 CÁLCULO DEL INVERSOR

Para hallar la carga del inversor, se debe considerar que la máxima potencia es el número de paneles calculados a partir del módulo fotovoltaico, por lo que podemos encontrar la potencia elemental del inversor.

P_t = Total de la potencia

$$P_p = 1.2(P_t)$$

$$P_p = 1.2 \times (221)$$

$$P_p = 265.2W$$

Con esta energía consumida por el inversor, está dentro del rango y funcionando normalmente.

Para hallar los paneles en serie, se debe usar la fórmula:

$$N_s = \frac{V_{sb}}{V_{mpp}}$$

N_s = Cantidad de paneles en serie

V_{sb} = Voltaje para el sistema de las baterías

V_{mpp} = Voltaje del MPP

$$N_s = \frac{12}{12}$$

$$N_s = 1$$

Cálculo capacidad del sistema de baterías

$$N_p = \frac{C_{sb}}{C_b}$$

$$N_p = \frac{133.1 \text{ Ah}}{105 \text{ Ah}}$$

$$N_p = 1,27 = 1 \text{ batería}$$

8.9 PLANOS ELÉCTRICOS UNIFILARES, ARQUITECTÓNICO, ESTRUCTURA DE PANELES SOLARES, DE BASES DE PANELES SOLARES A INSTALAR EN LA VIVIENDA

8.9.1 PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA

En la figura 9 se muestra el plano arquitectónico de la vivienda con sus respectivas dimensiones y lugares de la casa.

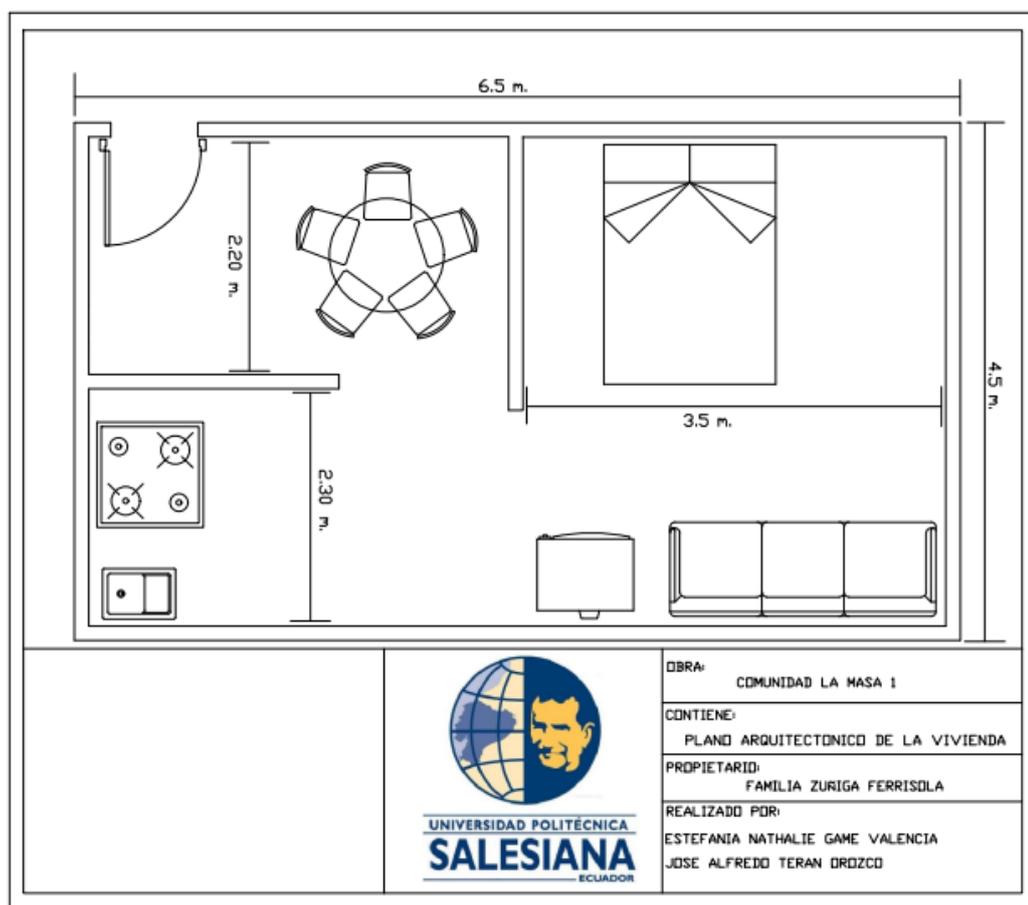


Figura 9. Plano arquitectónico de la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.2 PLANO UNIFILAR ELÉCTRICO DE LUMINARIAS

En la figura 10 se muestran los puntos de alumbrado que se instalaron en la vivienda, con sus respectivos interruptores y panel de distribución. En cada sección del conductor se puede apreciar el calibre del cable y la tubería usada para la instalación.

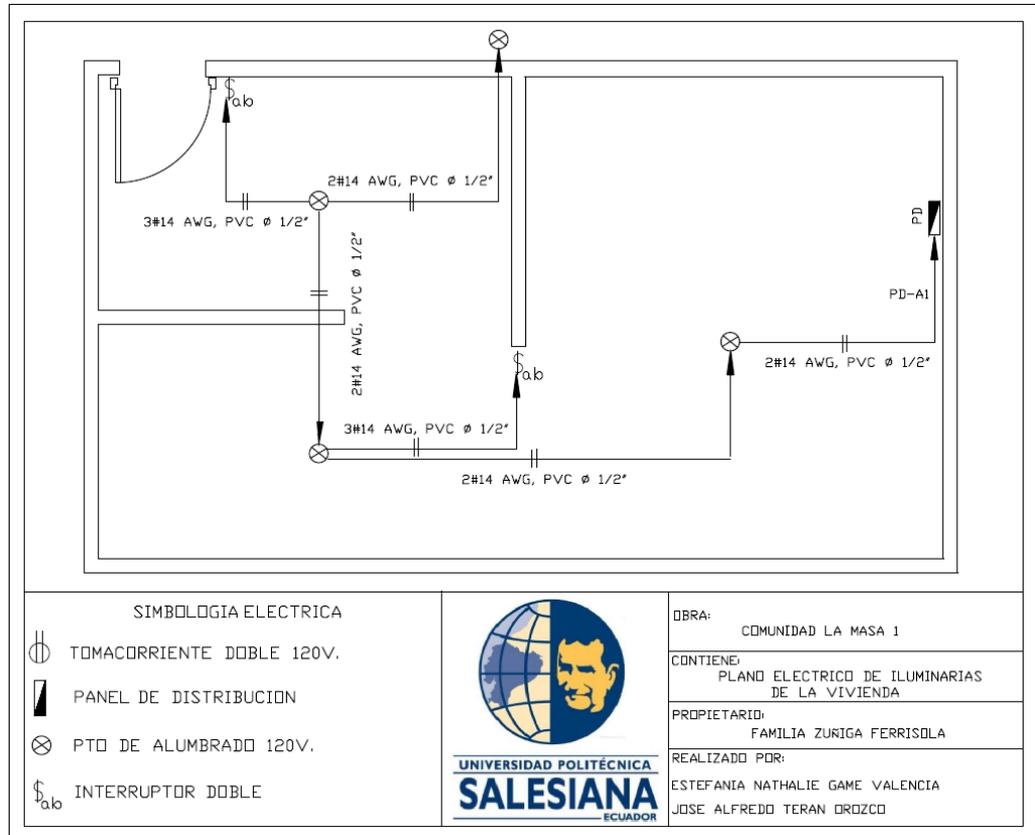


Figura 10. Plano eléctrico de iluminarias de la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.3 PLANO UNIFILAR ELÉCTRICO DE TOMACORRIENTES

En la figura 11 se muestra los puntos de tomacorrientes que se instalaron en la vivienda. Todos los puntos son de 120 voltios. En cada sección del conductor se puede apreciar el calibre del cable y la tubería usada para la instalación.

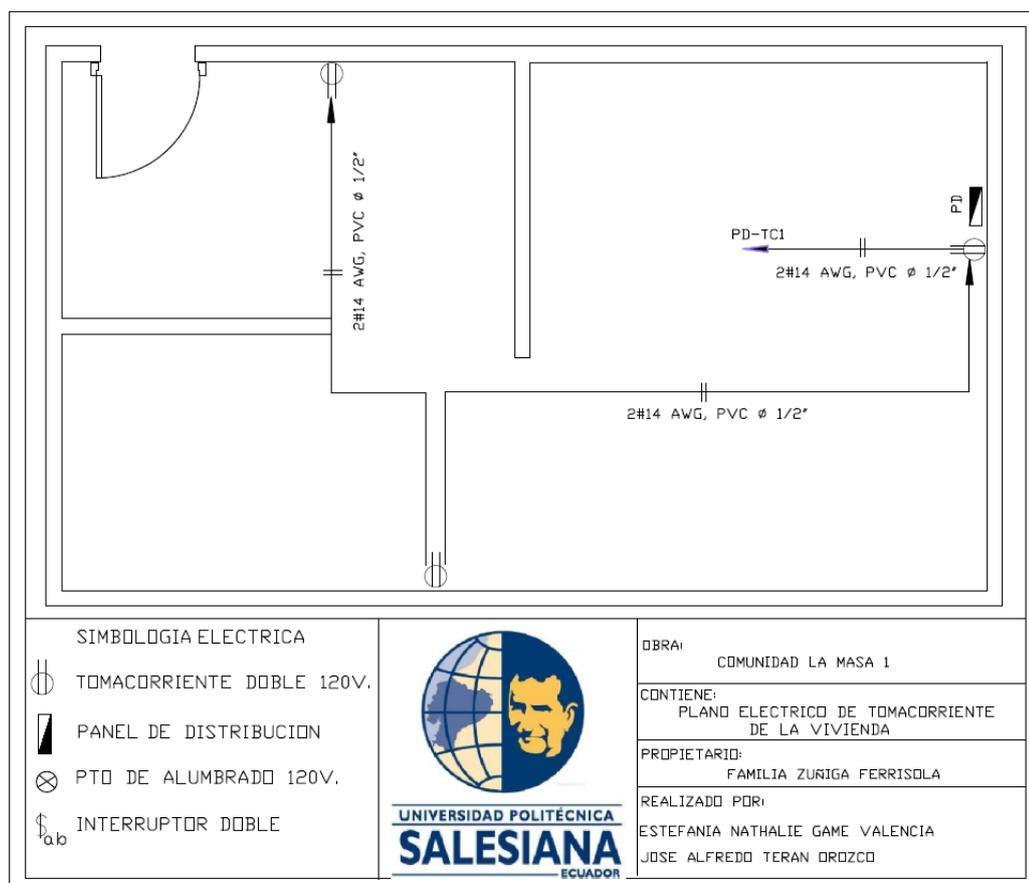


Figura 11. Plano eléctrico de tomacorrientes de la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.4 CÁLCULO Y PLANO DE ZAPATA AISLADA CONSTRUIDA DE BASE PARA ESTRUCTURA LOS MÓDULOS SOLARES

En la figura 12 se muestra el pilar en el que se instalaron las estructuras que sostienen a los paneles solares con sus respectivas dimensiones.

Una zapata aislada es un tipo de cimiento plano que soporta ciertas características estructurales, como un pilar. Por lo tanto, estas zapatas alargan el soporte para que el piso pueda soportar fácilmente la carga de transmisión [17].

El mínimo de grosor de la zapata que está ubicada encima del refuerzo inferior es de 150 mm para zapatas sobre el suelo, y el mínimo es de 300 mm para zapatas ubicadas sobre pilotes [18]. En nuestro caso el espesor de la zapata subterránea es de 1000 mm y el volumen de la zapata por arriba de la parte inferior es de 20 mm, para el soporte de un peso estimado de 800kg.

La longitud mínima para la construcción de una columna de hormigón armado posee dimensiones que tienen como mínimo ser de 25 cm x 25 cm [19]. En el caso de la comuna La masa 1, los pilares son de 25 cm x 25 cm, como lo rige la normativa.

Se calcula la carga última (P_u)

$$P_u = 1.2 CM + 1.6 CV$$

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

$$P_u = 1.2 (600kg) + 1.6(50kg)$$

$$P_u = 720kg + 80kg$$

$$P_u = 800kg$$

Se procede a estimar el área de la zapata en función de la capacidad admisible de carga.

$$A = \frac{P_u + 0.08P_u}{9.2 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$A = \frac{800kg + (0.08 * 800kg)}{9.2 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$A = 93.91cm^2$$

El área de la zapata construida es de 100 cm² para mayor superficie de la zapata en el terreno pantanoso que existe en esa zona.

El canto útil de la zapata tendrá 15 cm como medida mínima para las zapatas que están apoyadas sobre el suelo [20], en este caso es de 25 cm, por lo que está correcto.

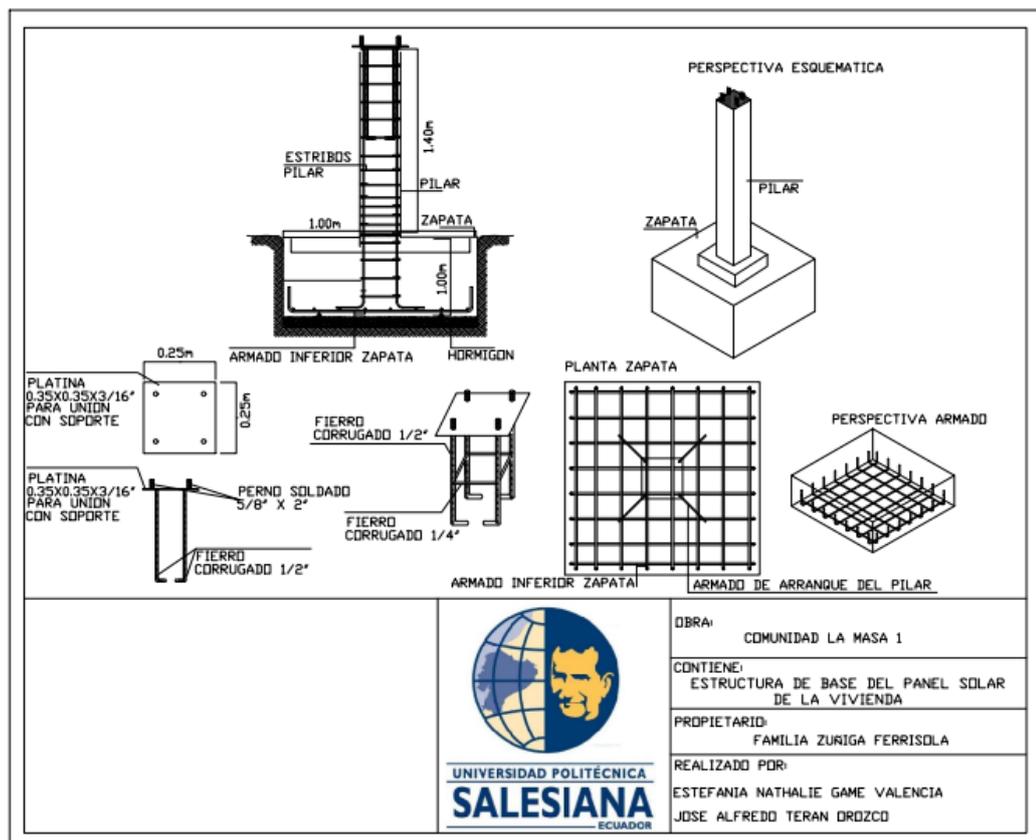


Figura 12. Estructura de base de los paneles solares a instalar en la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.5 PLANO DE ESTRUCTURA PARA LOS PANELES SOLARES

En la figura 13 se muestra la estructura que se instaló para elevar a los paneles solares con sus respectivas medidas.

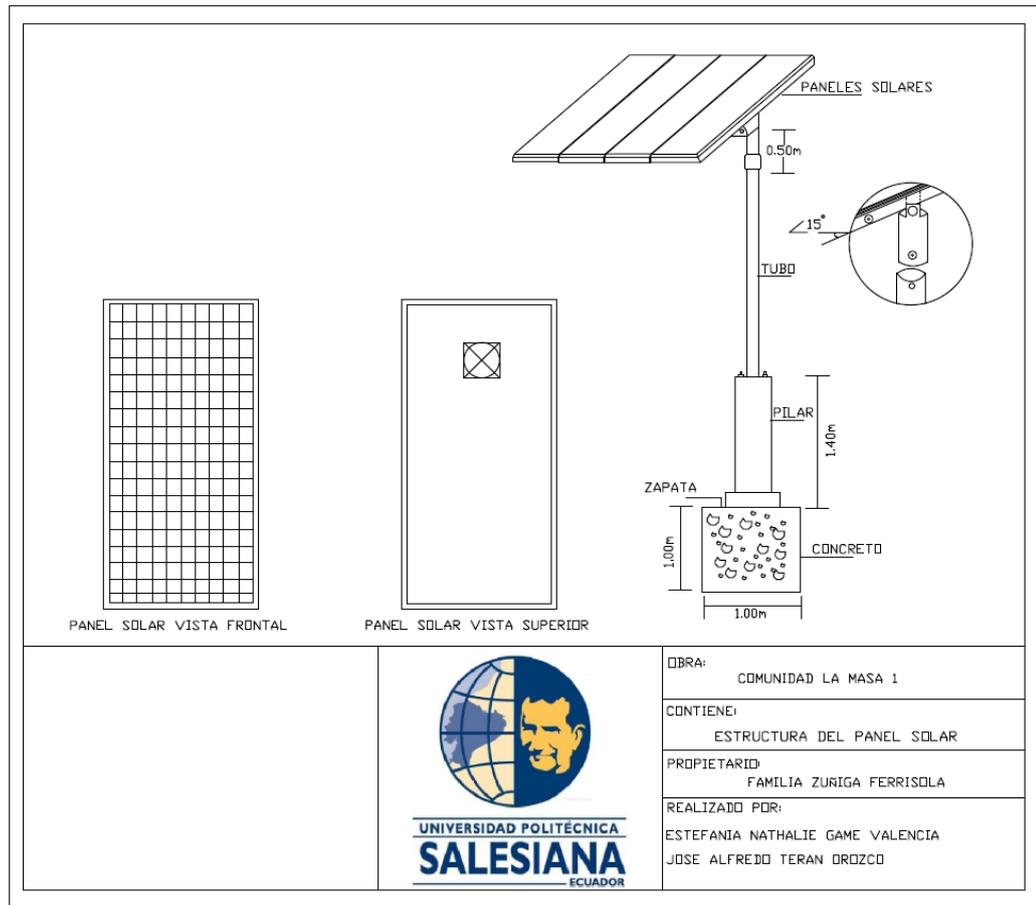


Figura 13. Estructura del panel solar a instalar en la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.6 PLANO DE CONEXIÓN DE COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

En la figura 14 se considera el esquema eléctrico para la conexión de los dispositivos que integran el sistema fotovoltaico con la capacidad del conductor utilizado en cada equipo, que tiende a ser del mismo calibre, debido a que esta dimensionado todo el sistema con el mismo máximo de carga

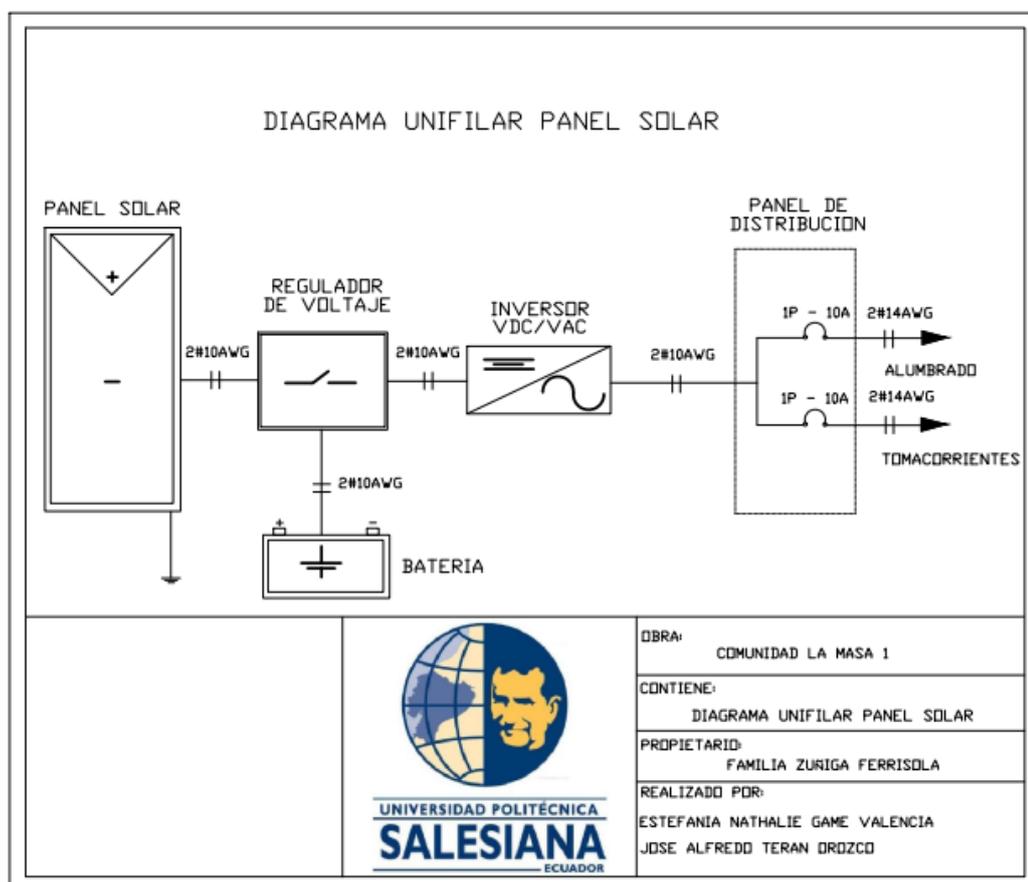


Figura 14. Diagrama unifilar del panel solar a instalar en la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.7 PLANO DE ESTRUCTURA BASE PARA COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

En la figura 15 se muestra la estructura de la base que se utilizará para la instalación y ubicación de las baterías, el inversor y el regulador de carga. La base es similar a una silla y se pueden apreciar sus longitudes de composición.

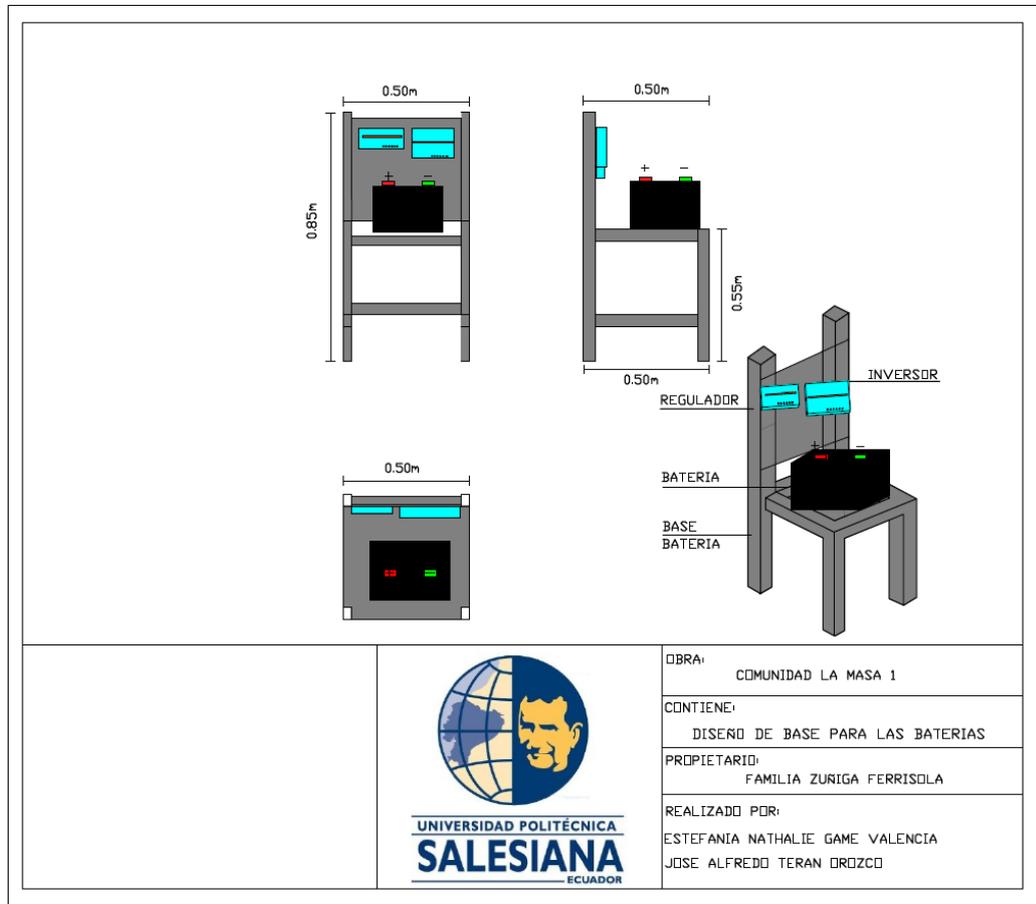


Figura 15. Estructura de base para el banco de baterías del panel solar a instalar en la vivienda (Fuente: Autores).

8.9.8 CÁLCULO Y PLANO DE INSTALACIÓN DE VARILLA DE LA PUESTA A TIERRA

En la figura 16 se muestra el detalle de la puesta a tierra de la vivienda, el tipo de suelo, el calibre de la varilla, conector para la varilla y calibre del cable.

Según la normativa del NEC [21], se requiere que la longitud mínima de la varilla de cobre de puesta a tierra sea de 2.4 metros (8 pies), por lo que instalamos una de longitud de 2.4 metros a 90°.

La resistencia del contacto de la varilla a instalar está dada por la ecuación de Dwight [22].

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left[\ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1 \right]$$

Consideramos:

ρ = Resistividad que posee el suelo en Ωm

L = Dimensión de la varilla a instalar en m

a = Radio de la varilla en m

En la tabla 6 se muestra la resistividad dependiendo de cada tipo de terreno, en nuestro caso se utilizó el valor de 30 Ωm , debido a que el terreno es pantanoso.

Tipo de terreno	Resistividad del terreno ρ [Ωm]	
	Margen de valores	Valor medio
Terreno pantanoso	2 - 50	30
Barro mezclado con paja	2 - 200	40
Terreno fangoso y arcilloso, humus	20 - 260	100
Arena y terreno arenoso	50 - 3000	200 (húmedo)
Turba	> 1200	200
Grava (húmeda)	50 - 3000	1000 (húmedo)
Terreno pedregoso y rocoso	100 - 8000	2000
Hormigón:		
1 parte de cemento + 3 partes de arena	50 - 300	150
1 parte de cemento + 5 partes de grava	100 - 8000	400

Tabla 6. Resistividad del terreno [23].

Resolviendo la fórmula de Dwight obtenemos 12.13 Ω para la resistencia del contacto de la varilla, como se muestra en la tabla 7. Este resultado está correcto

porque según la normativa del NEC [21], un electrodo para puesta a tierra de una varilla posee una resistencia a tierra de un máximo de 25 ohmios.

FORMULA DE DWIGHT		
LONGITUD DE LA VARILLA	2,40	m
RADIO DE LA VARILLA	0,01	m
RESISTIVIDAD DEL TERRENO	30,00	Ωm
RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA	12,13	Ω

Tabla 7. Resultado de Fórmula de Dwight.

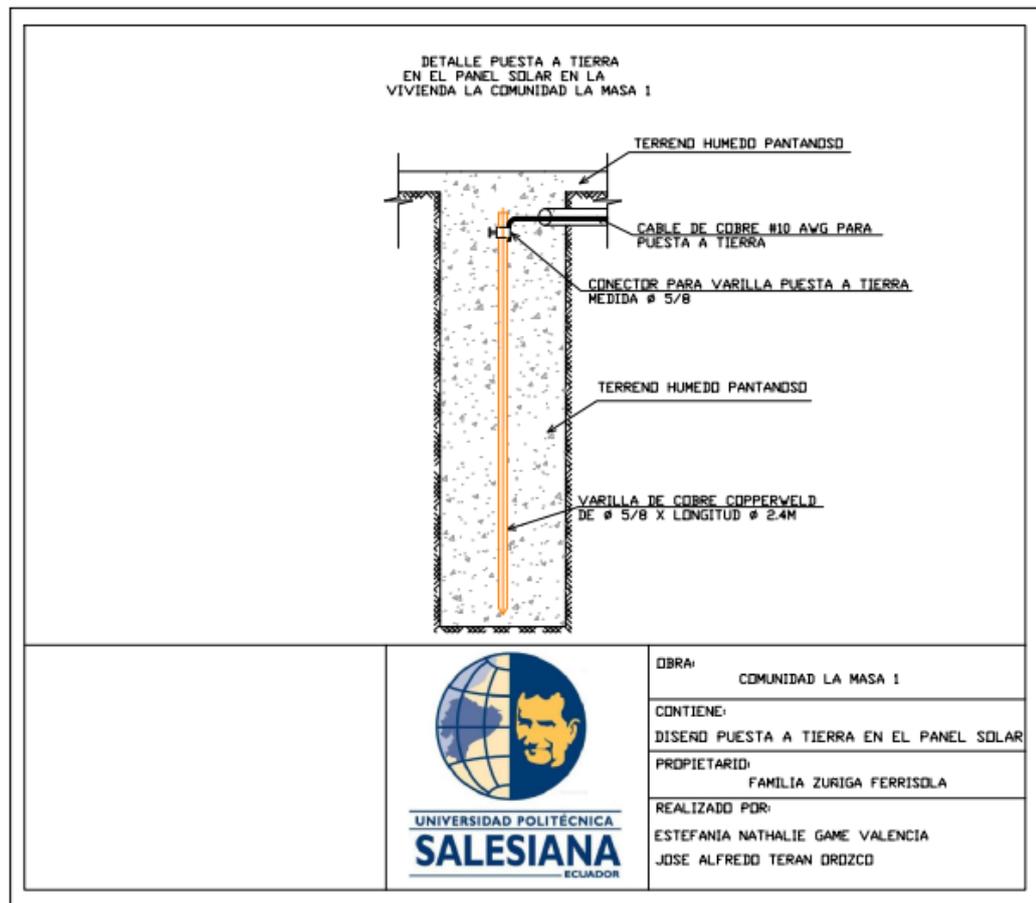


Figura 16. Puesta a tierra (Fuente: Autores).

8.9.9 PLANO DE PROYECTO TERMINADO

En la figura 17 podemos observar como quedó el trabajo terminado, el pilar instalado junto con la estructura y los paneles solares, la varilla de la puesta a tierra y el cable concéntrico para la conexión del sistema fotovoltaico.

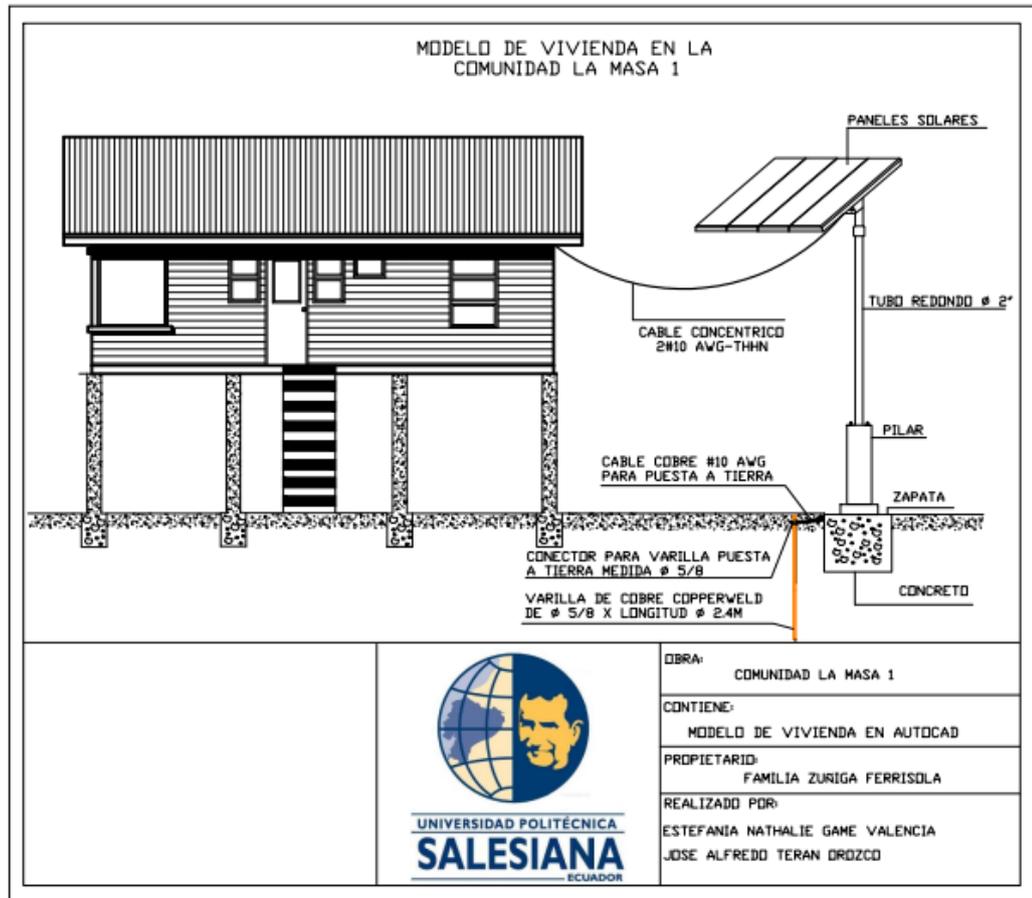


Figura 17. Diagrama de trabajo terminado (Fuente: Autores).

CAPÍTULO 4

9. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación del proyecto ha podido ser llevada a cabo, gracias a las cuatro visitas que hemos realizado.

9.1 VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 28 DE MAYO DE 2022

Como parte de la realización del proyecto, se realizó la respectiva visita técnica a la Comuna La Masa 1. A continuación, las imágenes y descripción de lo elaborado.



Figura 18. Realización de la encuesta y firma de aceptación del proyecto en la vivienda beneficiada (Fuente: Autores).



Figura 19. Explicación a los moradores acerca del proyecto (Fuente: Autores).

9.2 VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 1 DE OCTUBRE DE 2022

Se construyeron las cuatro zapatas que servirán como base para las estructuras de los paneles solares. A continuación, las imágenes y descripción de lo elaborado.



Figura 20. Excavación de 1 m de profundidad para las zapatas. Colocación de piedras en la base inferior de la zapata, y encima la estructura de varillas (Fuente: Autores).



Figura 21. Elaboración de la mezcla del hormigón (Fuente: Autores).



Figura 22. Colocación del encofrado para la creación del pilar (Fuente: Autores).



Figura 23. Colocación del encofrado para la creación de la base superior de la zapata (Fuente: Autores).



Figura 24. Medición de las longitudes de la zapata terminada (Fuente: Autores).



Figura 25. Zapata aislada terminada, para la instalación de estructura base de paneles solares (Fuente: Autores).

9.3 VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 14 DE ENERO DE 2023

Se realizaron las instalaciones eléctricas de la vivienda. A continuación, las imágenes y descripción de lo elaborado.



Figura 26. Fijación del panel de distribución de la vivienda (Fuente: Autores).



Figura 27. Conexión de interruptor doble (Fuente: Autores).



Figura 28. Fijación de caja rectangular PVC para tomacorriente (Fuente: Autores).



Figura 29. Conexión de tomacorriente de 120V (Fuente: Autores).



Figura 30. Fijación de tubería PVC de ½'' (Fuente: Autores).



Figura 31. Conexión de interruptor doble (Fuente: Autores).



Figura 32. Conexión de tomacorriente de 120V (Fuente: Autores).



Figura 33. Instalación de boquilla (Fuente: Autores).



Figura 34. Conexión de boquilla (Fuente: Autores).



Figura 35. Conexión de línea en panel de distribución (Fuente: Autores).



Figura 36. Elaboración de empalmes (Fuente: Autores).



Figura 37. Instalación de boquilla (Fuente: Autores).

9.4 VISITA A LA COMUNA LA MASA 1 EL DÍA 28 DE ENERO DE 2023

Se continuó con la instalación de los componentes eléctricos en la vivienda. A continuación, las imágenes y descripción de lo elaborado.



Figura 38. Conexión de Disyuntor (Fuente: Autores).

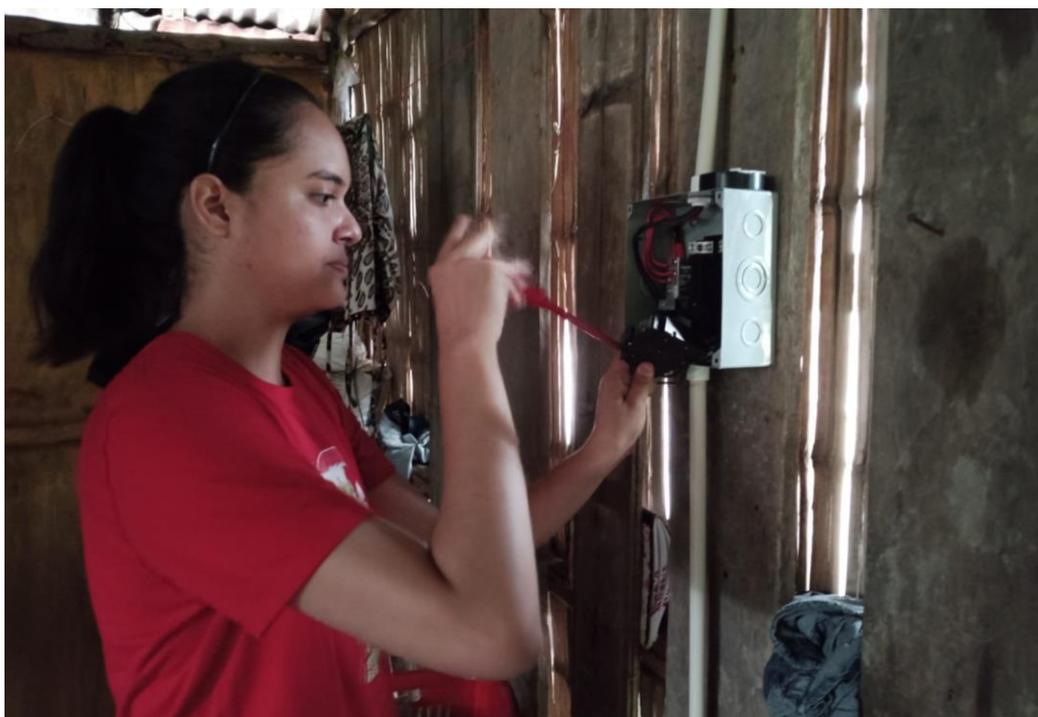


Figura 39. Conexión de Disyuntor (Fuente: Autores).



Figura 40. Conexión de boquilla (Fuente: Autores).



Figura 41. Instalación de boquilla (Fuente: Autores).

10. INSTALACIONES ELÉCTRICAS CULMINADAS EN LA VIVIENDA

Se realizó la instalación sobrepuesta de cuatro boquillas, dos interruptores dobles, tres tomacorrientes de 120V, un panel de distribución de 120V – monofásico, y dos disyuntores de 10Amp. A continuación, las imágenes y descripción de lo elaborado.



Figura 42. Tomacorriente de 120V en el comedor (Fuente: Autores).



Figura 43. Tomacorriente de 120V en el dormitorio (Fuente: Autores).



Figura 44. Tomacorriente de 120V en la cocina (Fuente: Autores).



Figura 45. Interrupor doble que enciende focos de cocina y dormitorio (Fuente: Autores).



Figura 46. Interruptor doble que enciende focos de comedor y entrada (Fuente: Autores).



Figura 47. Punto de luz en la entrada (Fuente: Autores).



Figura 48. Punto de luz en el dormitorio (Fuente: Autores).



Figura 49. Punto de luz en el comedor (Fuente: Autores).



Figura 50. Punto de luz en la cocina (Fuente: Autores).



Figura 51. Panel de distribución de la vivienda, con dos disyuntores de 10Amp (Fuente: Autores).



Figura 52. Fotografía con la propietaria de la vivienda, la Sra. Teodora Ferrisola
(Fuente: Autores).

11. ESTRUCTURA DE BASE PARA LOS COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A INSTALAR EN LA VIVIENDA



Figura 53. Fabricación de estructura base para sistema fotovoltaico (Fuente: Autores).



Figura 54. Estructura base para sistema fotovoltaico terminada (Fuente: Autores).

12. RESULTADOS

12.1 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICO UTILIZANDO EL SOFTWARE PVSYS



Versión 7.2.8

PVsyst - Informe de simulación

Sistema independiente

Proyecto: TESIS SF LA MASA 1 - ESTEFANIA GAME & JOSE TERAN

Variante: Nueva variante de simulación

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 300 Wp

MASA 1 - Ecuador

12.1.1 RESUMEN DEL PROYECTO

Esta parte del proyecto representa el área geográfica donde se ubica el sistema fotovoltaico, donde podemos observar la latitud, longitud y altitud de la región donde se implementa el sistema.

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
MASA 1	Latitud	Albedo
Ecuador	-2.36 °S	0.20
	Longitud	
	-79.85 °W	
	Altitud	
	6 m	
	Zona horaria	
	UTC-5	
Datos meteo		
MASA 1		
Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

12.1.2 RESUMEN DEL SISTEMA

Es un sistema autónomo que se compone por un módulo solar con una potencia nominal total de 300 W y baterías de 12 V con una capacidad media de 1.2 kWh/día y 105 Ah.

Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Necesidades del usuario	
Plano fijo		Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azimut	15 / 0 °	Constante durante el año	
		Promedio	1.2 kWh/Día
Información del sistema		Paquete de baterías	
Conjunto FV		Tecnología	
Núm. de módulos	1 Unidad	Plomo-ácido, sellado, Gel	
Pnom total	300 Wp	Núm. de unidades	1 Unidad
		Voltaje	12 V
		Capacidad	105 Ah

12.1.3 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El informe proyectado en el sistema según la simulación realizada arrojó que la energía aprovechable es de 362.5 kWh/año y el consumo de energía es de 317.0 kWh/año.

Energía disponible	362.5 kWh/año	Producción específica	1208 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	69.95 %
Energía usada	317.0 kWh/año			Fracción solar (SF)	75.13 %

12.1.4 PARÁMETROS GENERALES

Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Configuración de cobertizos	
Orientación		Sin escena 3D definida	
Plano fijo			
Inclinación/Azimut	15 / 0 °	Modelos usados	
		Transposición	
		Difuso	
		Circunsolar	
Necesidades del usuario		Perez	
Consumidores domésticos diarios		Perez, Meteoronorm	
Constante durante el año		separado	
Promedio	1.2 kWh/Día		

12.1.5 CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO FV

Este sistema autónomo está constituido por un panel solar fotovoltaico modelo Jinksolar JKM 300M-60-V 300 Watt, batería de plomo-ácido de 12V con un almacenamiento de 105Ah, inversor de 250VA y un regulador de carga MPPT.

Módulo FV		Batería	
Fabricante	Jinkosolar	Fabricante	Narada
Modelo	JKM 300M-60-V	Modelo	MPG 12V 105 F
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Plomo-ácido, sellado, Gel
Unidad Nom. Potencia	300 Wp	Núm. de unidades	1 Unidad
Número de módulos FV	1 Unidad	Descarga mín. SOC	10,0 %
Nominal (STC)	300 Wp	Energía almacenada	1.2 kWh
Módulos	1 Cadena x 1 En series	Características del paquete de baterías	
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	12 V
Pmpp	272 Wp	Capacidad nominal	105 Ah (C10)
U mpp	29 V	Temperatura	Fijo 20 °C
I mpp	9.5 A		
Controlador		Control de gestión de la batería	
Controlador universal		Comandos de umbral como	Cálculo SOC
Tecnología	Convertidor MPPT	Cargando	SOC = 0.96 / 0.80
Coef. temp.	-5.0 mV/°C/Elem.	aprox.	15.3 / 12.7 V
Convertidor		Descarga	SOC = 0.10 / 0.35
Eficiencias máxi y EURO	97.0 / 95.0 %	aprox.	11.2 / 12.2 V
Potencia FV total			
Nominal (STC)	0 kWp		
Total	1 módulos		
Área del módulo	1.6 m ²		
Área celular	1.4 m ²		

12.1.6 PÉRDIDAS DEL CONJUNTO FV

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida diodos serie	
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	51 mΩ	Caída de voltaje	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	2.2 % en STC
Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s				
Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas	
Frac. de pérdida	-0.8 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.1 %
Factor de pérdida IAM					
Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos i -1)					
Parám. bo	0.05				

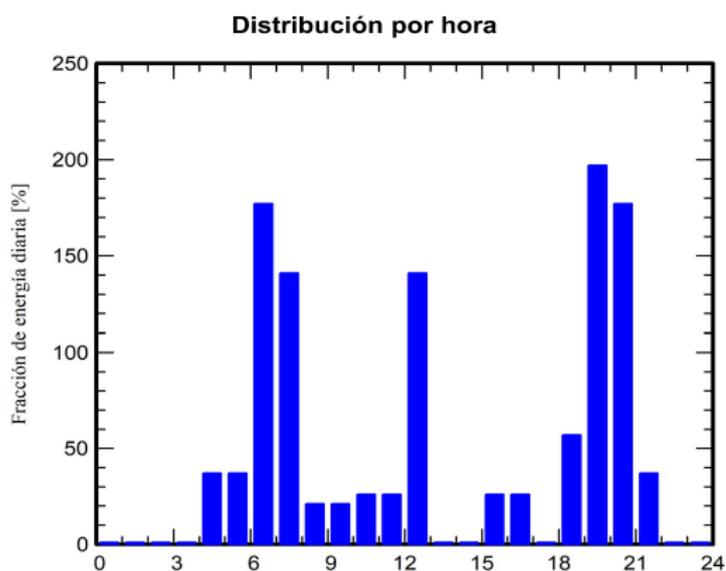
12.1.7 NECESIDADES QUE POSEE EL USUARIO

La casa de la familia Zúñiga Ferrisola está situada en la comuna La Masa 1, se instalaron 4 focos leds de 9 Watts, y tendrá un uso aproximado de 7 horas, lo que nos da como resultado una potencia total consumida de 252 Wh/día, un tomacorriente de 120V para conectar un televisor durante de 5 horas al, lo que nos un resultado de 700 Wh/día, un tomacorriente de 120V para conectar una Tablet durante 4 horas al día, lo que nos da como resultado 100 Wh/día, y un tomacorriente de 120V para conectar un celular durante 4 horas aproximadamente, lo que nos da un resultado de 80 Wh/día. Se considerarán los consumidores en espera, lo que nos da un adicional de 24 Wh/día. El total de energía diaria consumida será de 1156 Wh/día.

Valores anuales

	Número	Potencia	Uso	Energía
		W	Hora/día	Wh/día
Lamparas (LED o Fluo)	4	9W/lámpara	7.0	252
TV	1	140W/apar.	5.0	700
Tablet	1	25W/apar.	4.0	100
Celular	1	20W tot	4.0	80
Consumidores en espera			24.0	24
Energía diaria total				1156Wh/día

12.1.8 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN POR HORA



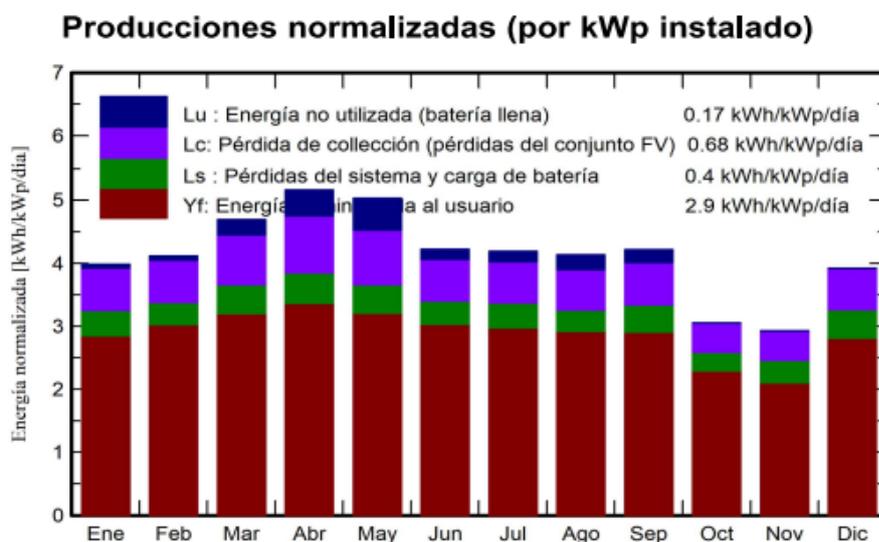
12.1.9 RESULTADOS OBTENIDOS

Producción del sistema			
Energía disponible	362.5 kWh/año	Producción específica	1208 kWh/kWp/año
Energía usada	317.0 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	69.95 %
Exceso (sin usar)	18.5 kWh/año	Fracción solar (SF)	75.13 %
Pérdida de carga		Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)	
Fracción de tiempo	25.0 %	Ciclos SOW	78.9 %
Energía faltante	104.9 kWh/año	SOW estático	91.7 %

12.1.10 GENERACIONES COMUNES (POR CADA KWP INSTALADO)

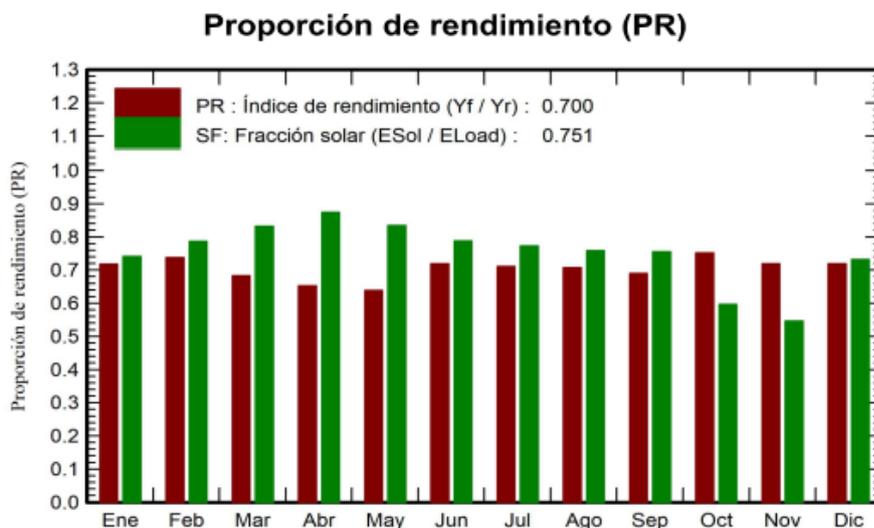
Podemos apreciar en la imagen los distintos colores que tienen las barras, uno de estos es el azul que representa el rango de energía que no es usada cuando la

batería se carga al máximo de 0.17 kWh/kWp/día, en violeta la pérdida de captación de la matriz de 0.68 kWh/kWp/día, en verde la pérdida del sistema y carga de batería 0.4 kWh/kWp/día, y en marrón el consumo energético consumido por el usuario 2.9 kWh/kWp/día en los concernientes meses del año.



12.1.11 RELACIÓN DEL RENDIMIENTO (PR)

Se puede apreciar que de color marrón es el rendimiento radial que en esta ocasión es 0.700 y de color verde es la división solar que tiene un valor de 0.751 en cada uno de los meses que tiene el año.



9.1.1.1 BALANCES Y PRINCIPALES RESULTADOS

Se puede apreciar que en mayo se logró el mayor consumo solar del año, con un total de 37.30 kWh. En noviembre se redujo este consumo eléctrico a 20.85 kWh y fue el mes con más bajo aprovechamiento de energía.

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	135.8	118.8	29.38	0.530	9.27	26.57	35.84	0.741
Febrero	122.7	111.3	27.61	0.498	6.89	25.48	32.37	0.787
Marzo	148.8	141.4	34.90	2.267	6.00	29.83	35.84	0.832
Abril	150.6	151.1	36.87	3.655	4.37	30.31	34.68	0.874
Mayo	145.1	152.1	37.30	4.673	5.94	29.89	35.84	0.834
Junio	117.8	123.3	30.69	1.411	7.37	27.31	34.68	0.788
Julio	122.3	126.5	31.53	1.529	8.13	27.71	35.84	0.773
Agosto	123.8	124.7	31.06	2.124	8.66	27.18	35.84	0.758
Septiembre	127.0	122.9	30.53	1.830	8.50	26.18	34.68	0.755
Octubre	98.8	91.4	22.78	0.004	14.46	21.37	35.84	0.596
Noviembre	94.6	84.8	20.85	0.001	15.72	18.96	34.68	0.547
Diciembre	134.5	116.8	28.99	0.001	9.62	26.21	35.84	0.731
Año	1521.8	1465.0	362.49	18.523	104.93	317.01	421.94	0.751

Legendas

GlobHor Irradiación horizontal global

GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

E_Avail Energía solar disponible

EUnused Energía no utilizada (batería llena)

E_Miss Energía faltante

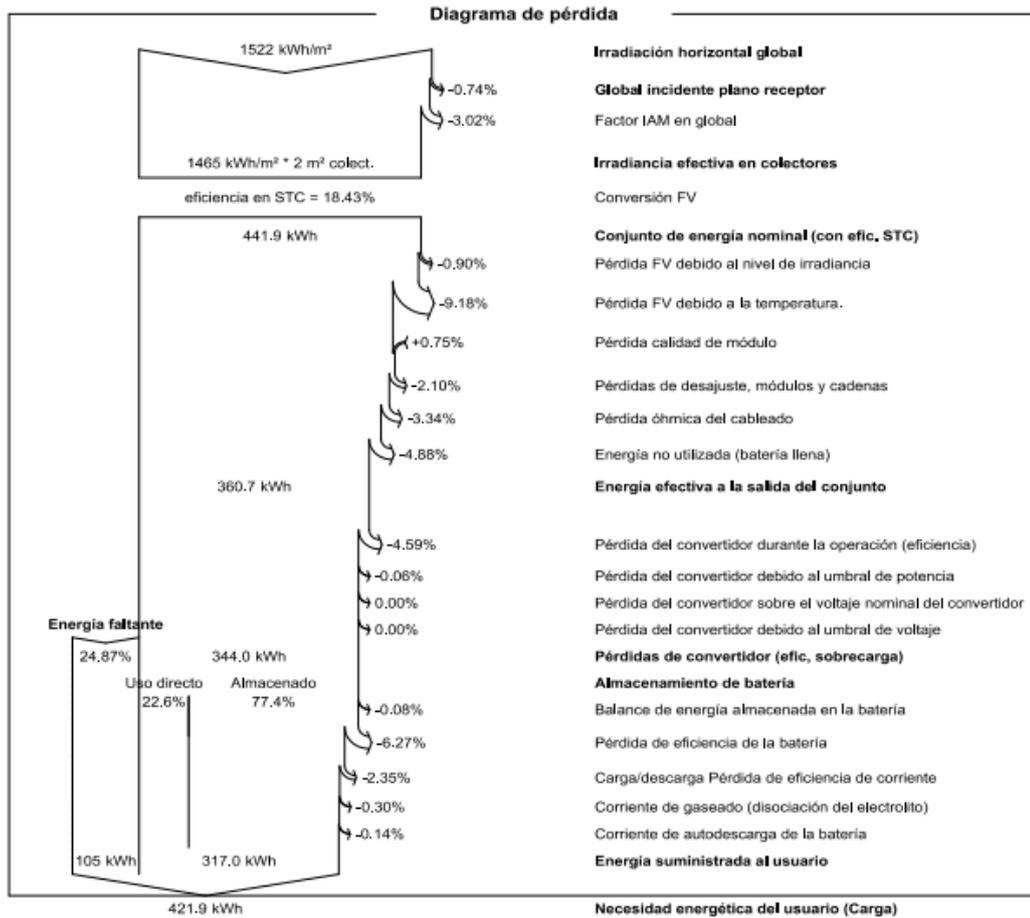
E_User Energía suministrada al usuario

E_Load Necesidad energética del usuario (Carga)

SolFrac Fracción solar (EUtilizada / ECarga)

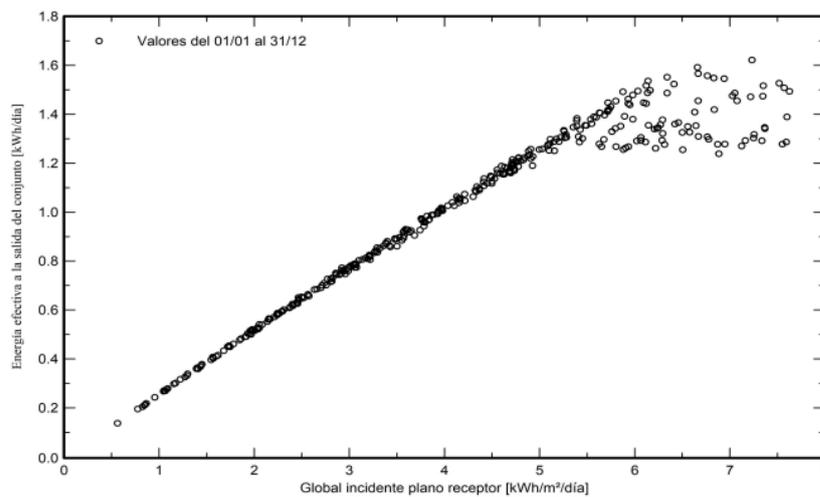
12.1.12 DIAGRAMA DE PÉRDIDAS

En este cuadro podemos observar la radiación horizontal global, la radiación existente sobre los receptores, la matriz energética nominal, la energía efectiva a la salida de la central, la acumulación en las baterías, la energía entregada al usuario y la demanda energética del usuario.



12.1.13 GRÁFICOS ESPECIALES

Diagrama entrada / salida diaria



12.2 RESULTADOS DE SOFTWARE PVSYST Y CÁLCULOS REALIZADOS

Se instalará la cantidad de 1 panel fotovoltaico, debido a que con un panel de 300W, que en condición de funcionamiento abastece 272 Wp, se puede abastecer la demanda de carga instalada, que es de 221 W.

La energía promedio consumida en el día será de 1200 Wh/día, y por año será de 317 kWh/año y el sistema fotovoltaico podrá abastecer de 362.5 kWh/kWp/año por año, que es la energía disponible.

Se utilizará la cantidad de 1 batería de 105 Ah, la cual va a abastecer la demanda de carga del hogar, producirá 1260 Wh/día por día, con un voltaje de 12V. El inversor tendrá una capacidad de 265.2 W.

El sistema fotovoltaico entrega 15 horas de energía, entre el día y la noche, específicamente 9 horas en el día y 6 horas en la noche.

Tenemos un consumo diario de 1156 Wh/día, mensualmente es de 34.68 kWh. El costo de generación de kWh por mes es de \$ 2.71.

CONCLUSIONES

- Se ejecutó el respectivo cálculo de la demanda para poder establecer la magnitud de la potencia que se requiere por parte de las viviendas que se atendieron, para la correcta evaluación del sistema de energía fotovoltaica, y se dimensionó de forma técnica con el programa PVSYST para los análisis de los paneles solares que se dispondrán para energizar el domicilio.
- Se diseñaron los planos eléctricos unifilares, el plano arquitectónico, el plano de la estructura de los paneles solares, plano de bases de paneles solares, plano de los dispositivos que componen el sistema fotovoltaico (batería, inversor, regulador) que se instalará en la vivienda.
- Se construyó la zapata que será la base para la estructura que elevará a los paneles solares. Se instalaron un total de cuatro zapatas para las catorce viviendas que se beneficiarán de la comuna.
- Se instalaron los elementos de las instalaciones eléctricas en la vivienda, puntos de luz, tomacorrientes de 120V, interruptores dobles, caja de breakers, disyuntores de 10Amp, y tuberías y cajas PVC.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una capacitación a los usuarios de este sistema fotovoltaico, para prevenir que en un futuro, pueda existir algún desperfecto por aumento de demanda o maniobra de los dispositivos que fueron instalados.
- Se propone, meses después del montaje de paneles solares en la familia Ferrisola Zúñiga, realizar una encuesta para determinar el nivel de satisfacción con este tipo de energía implementada en su vivienda, e identificar las deficiencias para poder arreglarlas.
- Se aconseja difundir esta clase de proyectos en otras zonas como se lo hizo en la Comuna La Masa 1, para ayudar a muchas familias que no poseen el servicio de energía eléctrica y así cambiar sus estándares de vida.
- Se sugiere el uso de PVSYST para la planificación e implementación de sistemas fotovoltaicos, debido a que es muy fácil de usar y comprender.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Kannan and D. Vakeesan, “Solar energy for future world: - A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 62, pp. 1092–1105, Sep. 2016, doi: 10.1016/J.RSER.2016.05.022.
- [2] BBC NEWS MUNDO, “Tokelau, el primer territorio que depende 100% de la energía solar,” *BBC NEWS MUNDO*, Nov. 07, 2012. Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/11/121107_tokelau_solar_am
- [3] Solar Mentor, “Benban Solar Park de Egipto,” *My Solar Mentors*, Apr. 23, 2021. <https://panelessolaresusa.com/benban-solar-park-de-egipto/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [4] República del Sol Technologies, “¿Energía solar en aeropuertos? Caso del aeropuerto Indio de Cochín,” *República del Sol*, Aug. 27, 2021. <https://republicadelsol.net/energia-solar-aeropuertos/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [5] S. JUNCO, “ENERGÍAS RENOVABLES, LAS ALIADAS PARA COMBATIR LAS AFECTACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PLANETA.,” *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, 2019.
- [6] E. Vivanco, “Energías renovables y no renovables. Ventajas y desventajas de ambos tipos de energía,” *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN*, Aug. 2020.
- [7] G. GUERRERO and K. CATAGUA, “SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO APLICADO MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA COMUNA MASA 2, GOLFO DE GUAYAQUIL,” Jan. 2021.
- [8] E. VILLEGAS and R. ALCÍVAR, “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA SIMÓN BOLÍVAR EN LA COMUNIDAD MASA 2, GOLFO DE GUAYAQUIL,” *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA*, Guayaquil, 2020.
- [9] factorenergia, “Energías renovables: características, tipos y nuevos retos,” *factorenergia*, Aug. 30, 2018.

- <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [10] Ingeoexpert, “¿Qué es la energía solar fotovoltaica y cómo se genera?,” *Ingeoexpert*, Mar. 29, 2019. <https://ingeoexpert.com/2019/03/29/que-es-la-energia-solar-fotovoltaica-y-como-se-genera/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [11] TECHNO SUN, “¿Qué es la fotovoltaica aislada?,” *TECHNO SUN*, Aug. 24, 2021. <https://www.technosun.com/es/tag/sistema-fotovoltaico-aislado/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [12] SUN SUPPLY, “Componentes de un sistema de energía solar,” *SUN SUPPLY*, Jul. 02, 2021. <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [13] AutoSolar, “¿Cuáles son los componentes de una instalación aislada?,” *AutoSolar*, Feb. 15, 2022. <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/cuales-son-los-componentes-de-una-instalacion-aislada> (accessed Aug. 22, 2022).
- [14] ecofener, “¿Qué es el inversor en una instalación fotovoltaica? Diferentes tipos de inversores fotovoltaicos o de aislada. ¿Qué inversor necesito?,” *ecofener*, Jun. 09, 2021. <https://ecofener.com/blog/que-es-un-inversor-de-corriente-conversor-de-corriente-continua-a-corriente-alterna-diferentes-tipos-de-inversores-que-inversor-fotovoltaico-necesito/> (accessed Aug. 22, 2022).
- [15] O. Planas, “¿Qué es una batería solar? Funcionamiento y tipos,” *Energía solar*, May 13, 2015. <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/baterias-solares> (accessed Aug. 22, 2022).
- [16] AutoSolar, “¿Qué es un regulador de carga?,” *AutoSolar*, Oct. 15, 2021. <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-regulador-de-carga> (accessed Aug. 22, 2022).
- [17] Construmática, “Zapatillas Aisladas,” *CONSTRUMÁTICA*, Nov. 29, 2021.
- [18] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, *NSR-98 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente*. 1999.
- [19] MINISTERIO DE FOMENTO, “EHE-08 Instrucción de Hormigón Armado,” *GOBIERNO DE ESPAÑA*, 2010.

- [20] Comité ACI 318, *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*. Michigan: american concrete institute, 2005.
- [21] NFPA 70, *National Electric Code*, 54th ed. Quincy, Massachusetts: National Fire Protection Association, 2017.
- [22] J. Asdrúbal and O. Castro, “CALCULO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA DE UNA SUBESTACIÓN,” *Scientia et Technica Año IX*, Oct. 2003.
- [23] H. Markiewicz and A. Klajn, *Puesta a tierra y EMC*. 2003.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de necesidad.

Nombre: Teodora Ferrusola BohórquezCédula: 092971702-3

1. ¿Cuántas personas habitan dentro del hogar?

- 4 Personas
 2 Personas
 3 Personas
 Más de 4 Personas

2. ¿Cuántos años lleva habitando en la Comuna de Masa 2?

- Entre 5 a 10 Años
 Entre 10 a 30 Años
 Menos de 5 Años

3. ¿Cuál es su fuente principal de ingresos económicos?

- Pesca
 Agricultura
 Transporte
 Otros _____

4. ¿Cuenta en su hogar con el servicio público de Energía Eléctrica?

- Si
 No

5. ¿De qué manera ilumina los espacios en su hogar?

- Energía Eléctrica
 Velas
 Lámparas y/o linternas

6. ¿De qué manera usted conserva sus alimentos?

- Refrigeración
 Al ambiente
 Congelados
 Otros hielera

7. Indique la forma en la que regularmente cocina sus alimentos:

- Por medio de cocina Eléctrica
 Por medio de cocina a Gas
 Por medio de Carbón y leña

8. ¿Conoce usted sobre la Energía solar fotovoltaica?

- Si
 No

9. ¿Estaría dispuesto a recibir ayuda por parte de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana para la implementación de paneles solares fotovoltaicos?

- Si
 No

Anexo 2. Acuerdo formal del proyecto a instalar, firma la propietaria de la casa.

Sede: GUAYAQUIL Campus CENTENARIO fecha: 28-05-2022Carrera: ELECTRICIDADAsunto: Proyecto de grado "ENERGIA SOLAR"Nombre ESTUDIANTE: Estefanía Gome y José BeránRepresentante de hogar: Teodora Ferrusola BohórquezDestinatario: ING Gary Omar Ampuño MuñozCI: 0927191569 - 0917604279
CI: 092971702-3

Saludos cordiales estimad@, 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 provenir en la comunidad.

YO Teodora Ferrusola Bohórquez acepto para que procedan a realizar investigaciones en mi residencia número _____ 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-



REPRESENTANTE DE VIVIENDA

Estefanía Gome V.

ESTUDIANTE ENCARGADO

Anexo 3. Acuerdo de entrega de instalación eléctrica realizada y base construida.




Sede: GUAYAQUIL Campus CENTENARIO Fecha: 28/01/2023

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

Nombre ESTUDIANTE1 José Berán Orozco CI: 0917604175
 Nombre ESTUDIANTE2 Estefanía Game Valencia CI: 0927191569

Representante de hogar:
 Destinatario: ING Gary Omar Ampuño Muñoz

Saludos cordiales estimad@, por el presente documento realizamos la gestión y afirmación en cada avance que se realizaran para el proyecto de La Masa 1 con un mejor provenir en la comunidad.

YO Geodina Ferrnola acepto que se ha cumplido con la instalación eléctrica de mi vivienda y base construida para el montaje de los paneles fotovoltaicos. La investigación realizada en la vivienda _____ con fines implementación sobre el proyecto de energíasolar.

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




REPRESENTANTE DE VIVIENDA ESTUDIANTE ENCARGADO
092971702-3

Anexo 4. Presupuesto y listado de materiales.

Materiales Bases de los equipos			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	Tubo cuadrado 3x2	\$ 22,88	\$ 22,88
2	Ángulo 1x3/16	\$ 10,56	\$ 21,12
2	Placa H/N 4 erf 25cm x25cm x6mm	\$ 4,40	\$ 8,80
1	Varilla corrugada de 1/2	\$ 11,44	\$ 11,44
1	Pintura anticorrosiva	\$ 8,80	\$ 8,80
1	Kilo de soldadura AGA(1/8)	\$ 5,28	\$ 5,28
2	Disco de corte 4 1/2 x 1/16	\$ 2,64	\$ 5,28
1	tubo cuadrado 1 x 1,1	\$ 8,80	\$ 8,80
1	Varilla roscada 1/2	\$ 6,60	\$ 6,60
1	Platina 1 1/2 x 3/16	\$ 5,28	\$ 5,28
4	Tuerca, anillo plano y presión galv G2 1/2	\$ 0,62	\$ 2,48
4	Piedra chispa (sacos)	\$ 1,76	\$ 7,04
3	Arena (sacos)	\$ 1,76	\$ 5,28
1	Cemento (saco)	\$ 6,16	\$ 6,16
1	Litro de diluyente	\$ 1,76	\$ 1,76
Subtotal			\$ 127,00
IVA			\$ 15,24
Valor a Pagar			\$ 142,24

Materiales Instalaciones Eléctricas			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	Cable superflex #12 rojo - 50m	\$ 25,00	\$ 25,00
1	Cable superflex #12 negro - 50m	\$ 25,00	\$ 25,00
4	Foco led	\$ 0,70	\$ 2,80
4	Tomacorriente de 120V polarizado	\$ 1,32	\$ 5,28
7	caja rectangular PVC	\$ 0,50	\$ 3,50
2	Cinta aislante 3M	\$ 0,80	\$ 1,60
4	Roseton	\$ 0,70	\$ 2,80
5	Caja octogonal PVC con tapa	\$ 0,50	\$ 2,50
2	interruptor doble	\$ 1,50	\$ 3,00
2	Breaker 1 x 10A	\$ 4,50	\$ 9,00
1	Panel breaker monofasico(2x4)	\$ 13,20	\$ 13,20
10	tubo pvc 1/2	\$ 0,88	\$ 8,80
1	Varilla tierra Copperweld	\$ 4,40	\$ 4,40
15	Conectores de 1/2 PVC	\$ 0,15	\$ 2,25
1	Grillete varilla Copperweld	\$ 0,62	\$ 0,62
Subtotal			\$ 109,75
IVA			\$ 13,17
Valor a Pagar			\$ 122,92

Resumen de Gastos		
Item	Descripción	Gastos
1	Materiales instalaciones eléctricas	\$ 122,92
2	Materiales Bases de los equipos	\$ 142,24
3	Mano de obra para base de sistema FV	\$ 20,00
4	Gabarra para traslado de materiales	\$ 60,00
5	Mano de obra para construccion de zapata	\$ 50,00
6	Movilización	\$ 30,00
7	Otros gastos	\$ 175,00
Total Gastos		\$ 600,16