



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

TEMA:

**Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular
con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo
de la UCSG.**

AUTORES:

**Tumaili Quirola, Bryan Isaias
Cartuche Yungan, José Christofer**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TUTOR:

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny Mgs

Guayaquil, Ecuador

04 de marzo del 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Cartuche Yungán, José Christofer** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Peñafoel Olivo, Kety Jenny Mgs

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Tumaili Quirola, Bryan Isaias** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Kety Jenny Peñafiel Olivo, Mgs

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Tumailli Quirola, Bryan Isaías

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026

EL AUTOR

f. 
Tumailli Quirola, Bryan Isaías



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Cartuche Yungan, José Christofer**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2025

EL AUTOR

f. 
Cartuche Yungan, José Christofer



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

AUTORIZACIÓN

Yo, Tumaili Quirola, Bryan Isaias

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el desarrollo de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026

EL AUTOR

f. 
Tumaili Quirola, Bryan Isaias



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Cartuche Yungan, José Christofer

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 04 del mes de marzo del año 2026

EL AUTOR

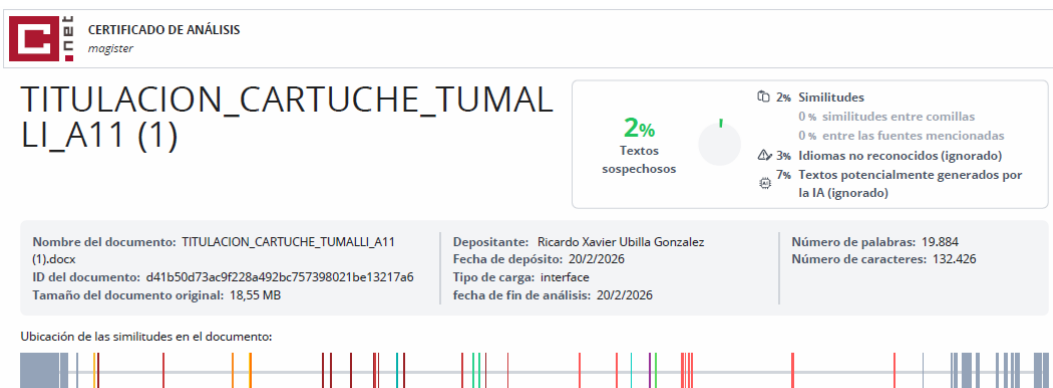
f. 
Cartuche Yungan, José Christofer



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

CERTIFICADO COMPILATIO



La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular, **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE UNA ESTACIÓN HÍBRIDA DE CARGA VEHICULAR CON SISTEMA DE RESPALDO PARA LA FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE LA UCSG** presentado por el estudiante Cartuche Yungan José Christofer y Tumaili Quirola, Bryan Isaías, de la Carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA, donde obtuvo del programa COMPILATOR el valor de **2%** de coincidencias, considerando ser aprobada por esta Dirección.

f.

Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny Mgs

Revisor - COMPILATIO

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación con amor y gratitud. Primeramente, a mis Padres, que estuvieron apoyándome durante toda mi formación académica y profesional que fueron mi un pilar fundamental para no renunciar a cumplir mis sueños y metas. Su apoyo incondicional ha sido un refugio e inspiración para seguir adelante. En segundo lugar, a mi hermana que ha sido un apoyo emocional e incondicional durante el proceso de titulación y formación académica.

Por último, un profundo agradecimiento a mi maestro y personas cercana que estuvieron en mi proceso de formación que me brindaron su sabiduría que han guiado mis pasos en esta travesía educativa y profesional.

Autor

Bryan Tumailli

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a las personas más importantes en mi vida las cuales han sido mis padres, mis abuelos y mi expareja, siendo ellos los que más apoyo, cariño y ánimos me han brindado a lo largo de estos años de carrera, también quiero agradecer a mis amigos, a mis compañeros e incluso a las personas que ya no están en mi vida, pero en todo ese tiempo fueron parte importante de mi vida y un pilar de apoyo.

Asimismo, dedico este logro a mis docentes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, quienes me guiaron día tras día. Gracias por compartir su sabiduría y por contribuir de manera crucial a mi formación como ingeniero y a ser una persona más responsable para esta sociedad.

Autor

José Cartuche

AGRADECIMIENTO

Primer lugar le voy gracias a Dios, por darme fortaleza y sabiduría para poder culminar una etapa de mi vida profesional la cual nunca me abandono y estuvo conmigo siempre.

A mis padres, Augusto y Alexandra, por ser es pilar fundamental en mi vida, gracias a ellos y por su sacrificio, sus consejos y enseñanza me han llevado donde estoy ahorita, en momento difíciles ellos me han ayudado a salir adelante y decir “no se puede”.

En segundos lugar le agradezco a las personas cercana como amigos y compañeros de trabajo que me han brinda su conocimiento para poderme fortalecer en el ámbito profesional también han sido una ayuda fundamental en mi proceso de titulación al ayudarme y más que todo a mi compañero Jose Cartuche al haberme ayudado en la tesis tener día de estrés.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y a mis docentes de Faculta Técnica, por haberme brindado su conocimiento para mi formación profesional.

Autor

Bryan Tumaili

AGRADECIMIENTO

Quisiera empezar expresando mi más profunda gratitud a mi madre, quien ha sido mi guía principal en este camino. Gracias por tus palabras de aliento y por ser la fuente de fortaleza que me sostuvo a lo largo de todo este trayecto académico. De igual manera, agradezco a toda mi familia por su presencia constante y su apoyo incondicional.

Un agradecimiento muy especial a Alice, por acompañarme de manera tan cercana en este último año de carrera. Gracias por estar a mi lado, por tu comprensión y por convertir los momentos de mayor presión en experiencias compartidas; tu apoyo fue fundamental para culminar esta etapa con éxito.

A mis amigos y compañeros, especialmente a mi compañero de tesis, Bryan Tumalli, gracias por la lealtad y el apoyo mutuo en las jornadas de estrés y alegría. Juntos logramos transformar los desafíos de este proyecto en una meta alcanzada.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) y, de manera especial, a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Mi reconocimiento también para el Ing. Celso Bohórquez, director de Carrera, y a todo el personal docente por su disposición y por el excelente ambiente de aprendizaje que me ofrecieron.

Autor
José Cartuche



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 

Ing. Ubilla González Ricardo Xavier, Ms.C
COORDINADOR DEL ÁREA DE LA CARRERA

f. 

Ing. Miguel Armando Heras Sanchez, Ms.C
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I:	2
DESCRIPCIÓN GENERAL	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Definición del problema	3
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos el problema de investigación	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos	5
1.6. Hipótesis	5
1.7. Metodología y Medios	5
CAPÍTULO II:	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Evolución Tecnológica de la Movilidad Eléctrica	7
2.1.1. Eficiencia energética y ventajas técnicas de los vehículos eléctricos	9
2.1.2. Crecimiento de la movilidad eléctrica en Ecuador	9
2.2. Infraestructura y Modos de Carga para Vehículos Eléctricos	10
2.2.1. Clasificación entre carga de Conversión (AC vs. DC)	11
2.2.2. IEC 61851: Modos de carga	13
2.2.3. Estandarización de Conectores y Estándares Físicos	14
2.2.4. Roles de protocolos (OCP)	15
2.2.5. Protocolos de comunicación y gestión inteligente	17
2.3. Fundamentos de Sistemas Fotovoltaicos	17
2.3.1. Radiación Solar y Horas de Sol Pico (HSP)	18
2.3.2. Tecnología de módulos fotovoltaicos	19
2.3.3. BOS y Estructura de Soporte	21
2.3.4. Inversores y Electrónica de Potencia	23
2.4. Sistemas de Almacenamiento de Energía (BESS)	26
2.4.1. Parámetros Técnicos de Diseño	27
2.4.2. Tecnologías de Almacenamiento	30
2.4.3. Sistema de Gestión de Baterías (BMS)	31
2.5. Impacto de la electromovilidad en sistemas eléctricos universitarios	32
2.5.1. Características de la demanda eléctrica en campus universitarios	32
2.5.2. Rol de la generación distribuida en entornos educativos	33
2.6. Cálculo matemático para el Dimensionamiento del sistema	33
2.6.1. Estimación de la Demanda Energética Vehicular	33
2.6.2. Dimensionamiento del Generador Fotovoltaico	34
2.6.3. Dimensionamiento del Sistema de Almacenamiento (BESS)	36
2.6.4. Cálculo de Conductores y Caída de Tensión	37
2.7. Normativa Legal y Técnica Vigente	37
2.7.1. Marco Constitucional y Política de Estado	38
2.7.2. Legislación Orgánica e Incentivos	38
2.7.3. Regulación del Sector Eléctrico (ARCONEL)	39
2.7.4. Normativa Técnica de Ingeniería (INEN / IEC)	40
CAPÍTULO III:	43
3. METODOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	43

3.1. Enfoque metodológico	43
3.1.1. Técnicas e instrumentos de recopilación	43
3.1.2. Levantamiento y emplazamiento	43
3.2. Ubicación	44
3.3. Caracterización del sitio	44
3.3.1. Alternativas de emplazamiento.....	45
3.3.2. Área disponible y configuración espacial.....	47
3.4. Condiciones solares	48
3.4.1. Irradiación solar global promedio.....	48
3.4.2. Datos de Irradiación Local	49
3.4.3. Trayectoria solar del emplazamiento	49
3.5. Datos meteorológicos	51
3.5.1. Orientación e inclinación.....	51
CAPÍTULO IV:	53
4. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y TRAZABILIDAD	53
4.1. Generalidad	53
4.2. Dimensionamiento del Centro de Carga (Infraestructura de Recarga) ..	53
4.2.1. Parámetros de Diseño del Vehículo (Input)	53
4.2.3. Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño	55
4.2.4. Cálculo de la Demanda Máxima de la Estación (6 Vehículos)	56
4.2.5. Análisis de Tiempos de Recarga y Rotación de Vehículos.....	58
4.3. Sistema Fotovoltaico y Generación Híbrida.....	59
4.4. Simulación de Balance Energético	62
4.5. Modelación de la generación energética vs. Demanda del Kia Niro.....	63
4.5.1. Balance energético mensual	64
4.5.2. Análisis del comportamiento del sistema.....	66
4.6. Dimensionamiento de la Capacidad de Respaldo	68
4.6.1. Configuración del Banco de Baterías	69
4.6.2. Cálculo de Unidades según la Energía Requerida	70
4.7. Inversión Inicial – CAPEX.....	71
4.7.1 Costos Operativos y de Mantenimiento – OPEX	72
4.7.2 Valoración Económica del Ahorro Energético	72
4.7.3 Flujo de Caja Neto del Proyecto (FCN)	73
4.8. Costo del kWh en Electrolineras.....	73
4.9. Periodo de Recuperación en situación de comercialización.....	74
4.10. Análisis Crítico de la Viabilidad Económica	75
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES	77
Referencias Bibliográficas	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Movilidad sostenible	8
Figura 2 Venta de vehículos ECV e híbridos en América latina	8
Figura 3 Transporte y sostenibilidad.....	11
Figura 4 Diagrama del sistema EVSE	12
Figura 5 EV conductive charging.....	13
Figura 6 Conector SAE J1772	14
Figura 7 Ejemplo mennekes	15
Figura 8 Combined Charging System.....	15
Figura 9 clasificación de tarjetas inteligentes	16
Figura 10 Despliegue del sistema Smart changing	17
Figura 11 Comparación de irradiancia.....	18
Figura 12 Diseño de áreas de estación de carga fotovoltaica	19
Figura 13 Panel monocristalino	20
Figura 14 Panel Policristalino	20
Figura 15 Esquema del calibre para conexiones fotovoltaicas	22
Figura 16 Esquema del sistema fotovoltaico	23
Figura 17 Diagrama del controlador MPPT	24
Figura 18 Lectura de voltaje usando un inversor inteligente	25
Figura 19 Resultados de potencia nominal de cada inversor	26
Figura 20 Resultados del sistema BESS en 72 horas	26
Figura 21 Ficha técnica de acumulador de AGM.....	27
Figura 22 Ficha técnica de acumulador de GEL.....	28
Figura 23 Comportamiento de las partículas en una batería de litio.....	29
Figura 24 Diagrama sobre la densidad de las distintas tecnologías disponible de almacenamiento de energía.	29
Figura 25 Comparación de costos y capacidad comparando baterías	30
Figura 26 Gestión de baterías y su funcionalidad BMS	31
Figura 27 Gestión de datos PR	35
Figura 28 Sistema BESS.....	36
Figura 29 Rangos de eficiencia energética.....	38
Figura 30 Configuración de un cargador según norma IEC 61851.....	40
Figura 31 Prueba de fallo de línea según normativa IEC 61850.	42
Figura 32 Ubicación de Facultad técnica del Desarrollo.....	44
Figura 33 Area de la facultad técnica del desarrollo	45
Figura 34 Ubicación A para el estacionamiento de carga	46
Figura 35 Ubicación B para el estacionamiento de carga	47
Figura 36 Ubicación de instalación de panel solar	48
Figura 37 Potencia eléctrico solar	49
Figura 38 Trayectoria solar UCSG	50
Figura 39 Solar paths	50
Figura 40 datos meteorológicos mensuales	51
Figura 41 Orientación del modulo.....	52
Figura 42 Selección de componentes por PVsyst	61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Protecciones Principales	56
Tabla 2 Característica Ficha tecnica	59
Tabla 3 Característica PENODA - PADH-30-22	59
Tabla 4 Ficha Técnica De La Estación De Carga.....	60
Tabla 5 Cuadro de Dimensionamiento Técnico.....	61
Tabla 6 Ficha técnica Penoda PAHD-33-22	62
Tabla 7 Proyección de Demanda Energético	66
Tabla 8 Ficha tecnica del cargador.....	69
Tabla 9 Especificaciones del módulo Pylontech H48050	70
Tabla 10 Análisis de Inversión Inicial.....	71

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfica 1 Análisis energético	66
Gráfica 2 Análisis energético	68
Gráfica 3 Recuperación según KWh CAPEX #1	74
Gráfica 4 Recuperación según KWh CAPEX #2	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Energía requerida por vehículo E_{req}	54
Ecuación 2 Potencia Aparente	55
Ecuación 3 Remplazo con datos de Potencia Aparente	55
Ecuación 4 Factor de seguridad	55
Ecuación 5 Calculo de tiempo escenario A	57
Ecuación 6 Calculo de tiempo escenario B	57
Ecuación 7 Reemplazo con datos de Cálculo de tiempo escenario B	57
Ecuación 8 Remplazo con datos de Cálculo de tiempo escenario B	57
Ecuación 9 Factor de simultaneidad.....	58
Ecuación 10 Irradiación global horizontal	62
Ecuación 11 Calculo de datos de irradiación global horizontal.....	63
Ecuación 12 Generación diaria.....	63
Ecuación 13 Generación Total EGEN	63
Ecuación 14 Generación Total EGEN con un factor de perdidas	64
Ecuación 15 energía necesaria para los recorridos diarios	64
Ecuación 16 Demanda Total	64
Ecuación 17 Balance	64
Ecuación 18 Capacidad Nominal.....	68
Ecuación 19 Capacidad en Amperios-hora	69
Ecuación 20 Cantidad de baterías.....	70
Ecuación 21 CAPEX #1.....	72
Ecuación 22 CAPEX #2.....	72
Ecuación 23 Valoración Del Ahorro.....	72
Ecuación 24 Flujo de Caja Neto	73
Ecuación 25 Flujo de Caja Neto CAPEX #1	73
Ecuación 26 Flujo de Caja Neto CAPEX #2	73
Ecuación 30 Periodo de Recuperación en situación de comercialización	74
Ecuación 31 Calculo de Periodo de Recuperación en situación de comercialización CAPEX #1	74
Ecuación 32 Calculo de Periodo de Recuperación en situación de comercialización CAPEX #2	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica de Paneles solares.....	78
Anexo 2 Ficha técnica de Cargador PDA	81
Anexo 3 Ficha técnica de Cargador PAH -30-22.....	82
Anexo 4. Módulo de Batería PYLONTECH	84
Anexo 5. Datasheet de Modulo de Bateria	85
Anexo 6. Panel Solar POWEST	86
Anexo 7. Datasheet Panel Solar.....	87
Anexo 8. Inversor Hibrido Trifásico.....	88
Anexo 9. Datasheet Inversor	89
Anexo 10 reporte PVsyst.....	90
Anexo 11 Ficha Técnica Kia Niro	97

RESUMEN

Mediante este estudio se realizará un análisis para determinar la factibilidad económica y técnica del diseño de una estación de carga vehicular suministrada mediante un sistema fotovoltaico híbrido. Este proyecto surge a partir del incremento anual significativo de vehículos eléctricos en el país, la inestabilidad del sistema eléctrico nacional y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector automotriz. La metodología, con un enfoque mixto y descriptivo, engloba el levantamiento de información del sitio, el estudio de las normas actuales aplicables, el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico junto con su infraestructura de carga, la correcta conexión al sistema eléctrico público y el análisis de su viabilidad económica. Los resultados obtenidos determinarán si es factible el proyecto fotovoltaico en los ámbitos económico, técnico y sostenible. Con ello, se busca que la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil fortalezca su compromiso institucional con la movilidad sostenible y la transición energética. Adicionalmente, este estudio servirá como referencia para futuras implementaciones de infraestructura de carga en instituciones educativas, promoviendo el uso eficiente de la energía, la reducción de costos operativos y la adopción de soluciones energéticas resilientes frente a escenarios de alta demanda y variabilidad del suministro eléctrico.

Palabras clave: Energía solar fotovoltaica, Sostenibilidad energética, Estación de carga vehicular, Almacenamiento de energía, Movilidad eléctrica

ABSTRACT

This study will analyze the economic and technical feasibility of designing a vehicle charging station powered by a hybrid photovoltaic system. This project stems from the significant annual increase in electric vehicles in the country, the instability of the national electrical grid, and the need to reduce greenhouse gas emissions in the automotive sector. The methodology, employing a mixed and descriptive approach, encompasses site data collection, a review of applicable regulations, proper sizing of the photovoltaic system and its charging infrastructure, correct connection to the public electrical grid, and an assessment of its economic viability. The results will determine the project's economic, technical, and sustainability feasibility. This will enable the Catholic University of Santiago de Guayaquil to strengthen its institutional commitment to sustainable mobility and the energy transition. Furthermore, this study will serve as a reference for future implementations of charging infrastructure in educational institutions, promoting the efficient use of energy, the reduction of operating costs and the adoption of resilient energy solutions in the face of scenarios of high demand and variability of the electricity supply.

Keywords: Solar photovoltaic energy, Energy sustainability, Vehicle charging station, Energy storage, Electric mobility.

ACRÓNIMOS

Definiciones

CAPEX: Gastos de inversión inicial.

GEI: Gases de efecto invernadero, relacionado con el cambio climático y la importancia que exista una pronta transición a un mundo sostenible.

EV: Siglas en inglés para vehículo eléctrico, mismo que se usa al en estudios como infraestructura de carga o la empresa electromotriz.

CO₂: Dióxido de Carbono, el principal emisor de gas en el sector automotriz.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible, mismos que se alinea con el marco internacional e institucional UCSG, el cual sustenta la justificación a un proyecto ambiental, movilidad sostenible y lograr u reducción significativa de la huella de carbono.

FV: fuente energética fotovoltaica, siendo la misma clave para determinar la factibilidad técnica del proyecto o estudio.

LCOS: Siglas en inglés para costo nivelado de almacenamiento

LiFePO₄: Fosfato de Hierro y Litio, liquido químico usualmente usado en baterías.

BMS: Siglas en inglés para sistema de gestión de baterías

BESS: Siglas en inglés para referirse al sistema de Almacenamiento de Energía en Baterías.

CAPITULO I:

DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Introducción

El cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) han impulsado una transformación progresiva en el sector energético y en la industria del transporte. A nivel mundial, el sector automotriz representa una proporción significativa de las emisiones contaminantes, especialmente por la dependencia histórica de combustibles fósiles en el transporte terrestre. (Pérez, 2024)

En respuesta a este escenario, la movilidad eléctrica se ha consolidado como una de las alternativas más prometedoras para avanzar hacia sistemas de transporte más sostenibles. En los últimos años, diversos avances tecnológicos han permitido mejorar el desempeño de los vehículos eléctricos e híbridos, así como fortalecer las estrategias orientadas a la transición energética y a la reducción del impacto ambiental del parque automotor.

Ecuador no ha permanecido ajeno a esta tendencia. La adopción progresiva de vehículos eléctricos evidencia la necesidad de desarrollar infraestructura de carga adecuada, segura y técnicamente viable, especialmente en espacios de alto tránsito y proyección institucional.

En este marco, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), debido a la magnitud de su comunidad universitaria y a su carácter formativo, constituye un entorno apropiado para analizar la implementación de una estación híbrida de carga vehicular con respaldo energético. Este tipo de iniciativa no solo responde a una necesidad técnica, sino que también fortalece la proyección institucional de la universidad en materia de sostenibilidad, innovación y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1.2. Antecedentes

En el contexto ecuatoriano, el crecimiento del consumo energético y la persistente dependencia de combustibles fósiles han impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles, entre ellas la incorporación de energías renovables y el

fortalecimiento de la movilidad eléctrica. De acuerdo con los datos del sector automotor, ha existido un incremento en la comercialización de vehículos eléctricos, lo cual evidencia una tendencia favorable hacia la electromovilidad y, al mismo tiempo, una mayor necesidad de infraestructura de carga confiable y de fácil acceso (Aede, 2024).

A este escenario se suma la vulnerabilidad del sistema eléctrico nacional, estrechamente vinculada a su alta dependencia de generación hidroeléctrica. En periodos de sequía prolongada, esta condición puede provocar restricciones en el suministro, inestabilidad operativa e interrupciones del servicio, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar soluciones energéticas complementarias con mayor resiliencia y autonomía.

En este sentido, el marco de la electromovilidad en el territorio ecuatoriano resalta la importancia de fortalecer estudios técnicos y criterios normativos que respalden la validación e implementación de este tipo de proyectos. Asimismo, entre las tecnologías con mayor proyección se encuentra la energía solar fotovoltaica, debido a su confiabilidad, vida útil prolongada y capacidad para integrarse en esquemas híbridos de generación y respaldo.(Quintana Villacís, 2023).

Bajo esta perspectiva, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), considerando su ubicación estratégica y el tamaño de su comunidad universitaria, representa un espacio adecuado para analizar la factibilidad de una estación de carga vehicular impulsada mediante energía solar. Una propuesta de esta naturaleza contribuiría a reducir la huella de carbono, fortalecer una cultura institucional de sostenibilidad y consolidar una respuesta técnica ante la necesidad de infraestructura de carga abastecida por fuentes renovables.

1.3. Definición del problema

El aumento progresivo del parque automotor eléctrico e híbrido incrementa la necesidad de infraestructura de carga adecuada y técnicamente segura. En el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil existen diversas alternativas de ubicación para una estación de carga; sin embargo, actualmente no se dispone de una infraestructura específicamente diseñada para este fin, ni de un esquema técnico

que garantice una integración eficiente con generación fotovoltaica y sistema de respaldo.

La problemática no se limita al espacio físico de instalación, sino que también involucra limitaciones técnicas, energéticas, financieras y operativas asociadas al diseño e implementación del sistema. En este sentido, la UCSG no cuenta con un modelo técnico-económico previo que permita determinar con claridad la viabilidad de un centro de carga electro vehicular en la Facultad Técnica para el Desarrollo.

Por ello, resulta necesario realizar un análisis de factibilidad que permita establecer si la implementación de una estación híbrida de carga vehicular, alimentada con energía solar y con sistema de respaldo, constituye una alternativa técnicamente viable, económicamente justificable y replicable en otras áreas del campus.

1.4. Justificación

Dicho estudio se plantea como alternativa estratégica y técnica ante la vulnerabilidad del suministro continuo eléctrico, crisis climática global y el alza de vehículos eléctricos en el país. La inestabilidad de El suministro nacional eléctrico está vinculada a los periodos de sequía que existen y la fluctuación de estos, siendo una estación de carga solar fotovoltaica, alternativa sostenible y garantiza el suministro eléctrico continuo.

Viéndolo desde un enfoque económico y operativo, dicha propuesta Posee fiabilidad hacia la tecnología renovable específicamente la energía fotovoltaica, teniendo en cuenta factores como el potencial solar que posee Ecuador y la vida útil de los paneles solares, superando los mismos 25 años de funcionamiento, aseguran la rentabilidad a largo plazo é disminuyendo el riesgo de variaciones en las tarifas eléctricas. El planteamiento de este modelo dentro del campus UCSG, Implica favorecerse de dichos factores antes mencionados, ni poseer un correcto análisis la factibilidad del sistema

1.5. Objetivos el problema de investigación

1.5.1. Objetivo General

Analizar la factibilidad técnica para el diseño de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo, alimentada por energía solar, en la Facultad

Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).

1.5.2. Objetivos Específicos

- Examinar los diferentes tipos de estaciones de carga vehicular existentes y las normativas aplicables a vehículos eléctricos en el contexto ecuatoriano.
- Identificar y proponer un lugar estratégico dentro de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG que permita la instalación óptima de la estación híbrida de carga vehicular.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico con respaldo energético y evaluar su viabilidad económica frente a la tarifa eléctrica vigente.

1.6. Hipótesis

Realizar la implementación de una estación carga vehicular que posee energía solar con tecnología híbrida en la Facultad Técnica para el Desarrollo dentro del campus UCSG es factible en el área técnica y sostenible financieramente, gracias a la infraestructura ya existente los estacionamientos y la vida útil de los paneles solares. Este sistema híbrido que posee energía fotovoltaica y el respaldo de la red eléctrica garantiza el suministro continuo independientemente de las fallas que posea el suministro de red eléctrica, y a su vez fortalece su componente autosustentable y sostenible.

1.7. Metodología y Medios

Esta investigación posee un enfoque mixto y descriptivo donde el objetivo es describir y realizar una correcta evaluación de factibilidad técnico de un sistema de estación de carga suministrado con energía fotovoltaica dentro de las instalaciones de la universidad católica Santiago de Guayaquil. Dicho estudio detalla las condiciones técnicas, climáticas, energéticas del sitio aplicando las normativas para lograr la operación del sistema propuesto.

En la primera fase consta en el levantamiento de información técnica del sitio y las normativas aplicables, con el objetivo de demostrar su viabilidad sostenible y sustentable. Posteriormente, se elabora el diseño técnico del sistema, integrando el

dimensionamiento de los paneles solares, el banco de baterías y los elementos eléctricos requeridos para la implementación de la estación de carga.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Evolución Tecnológica de la Movilidad Eléctrica

La movilidad eléctrica es uno de los sectores claves para la evolución energética global, el cual representa una transformación en el transporte, es tradicional y común que el área automotriz use como fuente de energía para la autonomía el combustible fósil. En las últimas décadas, la transición hacia diversificación hacia fuente de energías limpias ha evolucionado exponencialmente, y con ello el alza de adquisición de los vehículos eléctricos, el desarrollo de estos se remonta a los inicios de la ingeniería eléctrica moderna. (Zhou, 2020)

En el sector automotriz en área eléctrica la evolución es reciente, Donde su origen se remonta aproximadamente entre los años 1832 y 1839 donde se dio la creación De los primeros motores de combustión interna, pero no fue hasta después de 100 años debido al problema de la limitación dentro de las baterías y su baja densidad, mientras que el retorno hacia la evolución eléctrica se debe a su eficiencia termodinámica. Los motores eléctricos actuales poseen eficiencia superior al 90%, lo que los posiciona como una de las tecnologías más eficientes dentro de los sistemas de conversión energética modernos (Enel).

El principal avance y desafío ha sido el almacenamiento electroquímico, dónde baterías de plomo ácido poseen baja densidad energética aproximadamente de 30 a 40 Wh/kg Y su vida útil fluctúa entre 500–1000 ciclos, Lo negativo de la misma es la restricción en su aplicación. Por otro lado, se encuentran las baterías de litio que posee eficiencia culómbicas superior al 95%. Por otro lado, están las baterías de fosfato de hierro y litio que puede llegar máximo a los 6000 ciclos de vida útil, mismos que garantizan durabilidad para tener un almacenar energía mediante un banco de baterías, en una estación de carga que sea suministrada con energía renovable. (Páez Viñas, 2022)

Figura 1 Movilidad sostenible



Nota. Proyecciones de reducción de emisiones de CO₂ en los siguientes años Fuente. López, G., & Galarza, S. (2016).

En Ecuador, los avances tecnológicos impactan de manera positiva al sector automotriz. Mediante los diferentes impulsos de gobierno y los beneficios económicos del mismo, se visualiza un incremento anual del 18%, según los últimos estudios. Para respaldar dicha expansión, el país posee una ventaja geográfica, la ciudad es con mayor densidad poblacional como es Guayaquil posee una irradiación solar promedio de 4,5 a 5,0 kWh/m²/día. Siendo así que la tecnología fotovoltaica puede ser utilizada para dimensionar estaciones de carga y poder abastecer la demanda vehicular manteniendo su enfoque sostenible. (Páez Viñas, 2022)

Figura 2 Venta de vehículos ECV e híbridos en América latina

	VEHÍCULOS CON CARGA ELÉCTRICA (ECV)						VEHÍCULOS ELÉCTRICOS HÍBRIDOS		
	BEVs			PHEVs			HÍBRIDOS		
	Total ventas	Cuota sobre total BEV	Variación 2021 vs 2020	Total ventas	Cuota sobre total PHEV	Variación 2021 vs 2020	Total ventas	Cuota sobre total HEV	Variación 2021 vs 2020
México	1.140	19%	154%	3.492	44%	76%	42.447	41%	93%
Brasil	719	12%	295%	2.141	27%	246%	32.130	31%	70%
Colombia	1.296	22%	-2%	1.712	22%	272%	14.694	14%	247%
Argentina	55	1%	41%	7	0%	NA	5.809	6%	148%
Ecuador	348	6%	228%	33	0%	228%	4.236	4%	282%
Chile	629	10%	17%	300	4%	280%	2.492	2%	221%
República Dominicana	746	12%	88%	144	2%	243%	1.121	1%	356%
Perú	33	1%	27%	58	1%	480%	1.364	1%	152%
Costa Rica	1.045	17%	67%	NA	NA	NA	NA	NA	NA
LATAM	6.011		63%	7.887	100%	143,5%	104.293	100%	108%

Nota. Venta de vehículos ECV e híbridos en América latina Fuente. López, G., & Galarza, S. (2016).

No obstante, esta implementación exige un marco técnico riguroso para garantizar seguridad e interoperabilidad, a falta de una regulación unificada en Ecuador, se procese a realizar la aplicación de estándares internacionales de las normas IEC 61851-1 (que regula los requisitos generales de los sistemas de carga conductiva) e IEC 62196-2 (define la geometría y seguridad de los conectores de corriente alterna). Con la ayuda de la N.º ARCONEL-006/2020, emitida por la ARCONEL. Dicha que se encarga en establecer parámetros tanto para implementación de puntos como definir Cuáles son los requisitos necesarios para conectarse al sistema eléctrico público, proporcionando guía con un sustento legal para los distintos proyectos existentes. (ARCONEL, 2020)

2.1.1. Eficiencia energética y ventajas técnicas de los vehículos eléctricos

Desde el punto de vista de la ingeniería energética, los vehículos eléctricos presentan ventajas significativas frente a los vehículos de combustión interna. La eficiencia global de un sistema de eléctrico puede superar un 90 %, mientras que los motores térmicos pueden presentar una eficiencia que oscilan entre el 20 % y el 35 %, debido a las pérdidas inherentes al proceso de combustión y disipación térmica.

A diferencia de la porción de energía suministrada, transformando la energía mecánica útil en los vehículos eléctricos. Además, los sistemas eléctricos eliminan componentes mecánicos complejos como cajas de cambio multietapa, embragues y sistemas de escape, reduciendo las pérdidas mecánicas y los costos de mantenimiento.

Si hablamos en términos ambientales, los vehículos eléctricos no generan una contaminación de CO₂ en su operación. Cuando la energía eléctrica utilizada proviene de fuentes renovables, como la energía solar fotovoltaica, se logra una reducción en la emisión de CO₂ a lo largo de todo el ciclo de vida del vehículo eléctrico. Este aspecto adquiere especial relevancia en proyectos institucionales, donde la generación distribuida puede integrarse directamente con la infraestructura de carga.

2.1.2. Crecimiento de la movilidad eléctrica en Ecuador

En el contexto ecuatoriano, la movilidad eléctrica ha experimentado un crecimiento sostenido impulsado por políticas públicas orientadas a la reducción de emisiones y a la diversificación de la matriz energética. Los incentivos tributarios, como la exoneración de aranceles para vehículos eléctricos y componentes

asociados, han favorecido la penetración progresiva de esta tecnología en el mercado nacional.

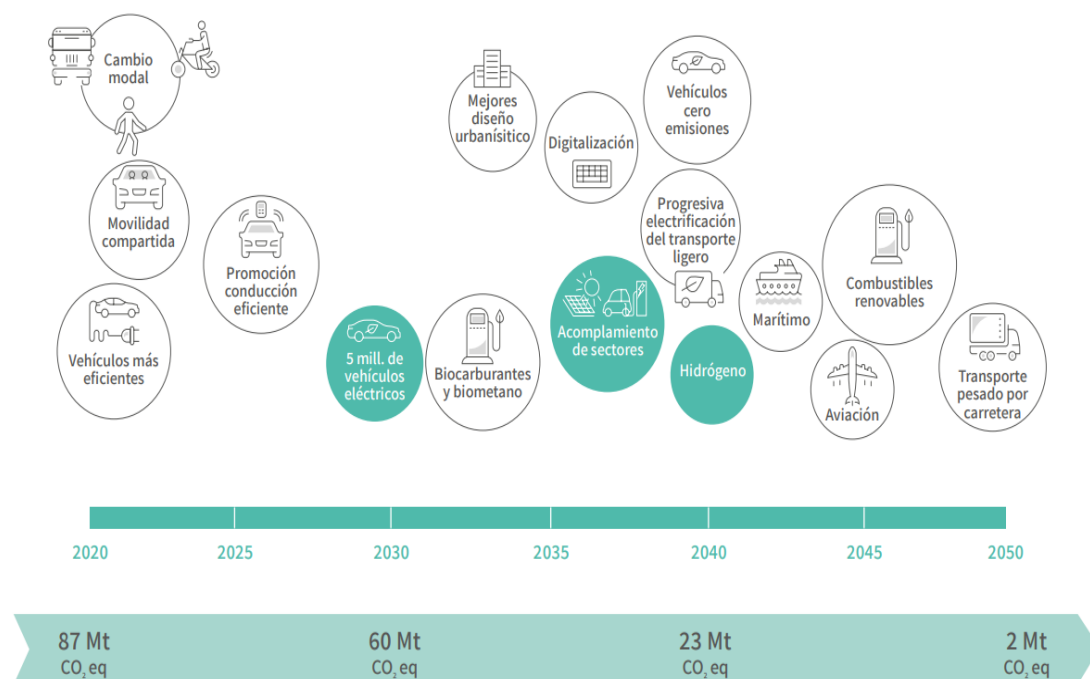
No obstante, el crecimiento del parque automotor eléctrico no ha sido acompañado de un desarrollo equivalente de infraestructura de carga, particularmente aquella alimentada por fuentes renovables. Esta brecha entre oferta vehicular e infraestructura energética constituye uno de los principales desafíos para la consolidación de la electromovilidad en el país y justifica la necesidad de estudios de factibilidad técnica como el presente trabajo.

2.2. Infraestructura y Modos de Carga para Vehículos Eléctricos

La infraestructura adecuada en el sector de la electromovilidad se compone de los distintos equipos físicos y sistemas de gestión encargados de realizar un suministro seguro para lograr transferir electricidad al vehículo haciendo que se cumplan los criterios de seguridad y eficiencia al momento de realizar la transferencia con éxito. Asimismo, dicha infraestructura integra elementos de protección, monitoreo y control que permiten prevenir fallas eléctricas, sobrecargas y riesgos para los usuarios, al tiempo que optimizan el desempeño del sistema y la calidad del suministro. De esta manera, una infraestructura de carga bien diseñada resulta fundamental para asegurar una transferencia exitosa de energía, prolongar la vida útil de los equipos y contribuir a la confiabilidad y sostenibilidad de los sistemas de electromovilidad.

Para realizar esta transferencia es primordial aplicar normas alineadas a la IEC 61851-1, para garantizar la protección del usuario y del sistema de carga conductiva. Siendo así, que el diseño de estaciones de recarga requiere un control adecuado de la potencia y de las condiciones de seguridad en la conexión, mismas que se clasifican según la posición del convertidor de potencia y el nivel de comunicación con el vehículo. (Mejía Cholo, 2024)

Figura 3 Transporte y sostenibilidad



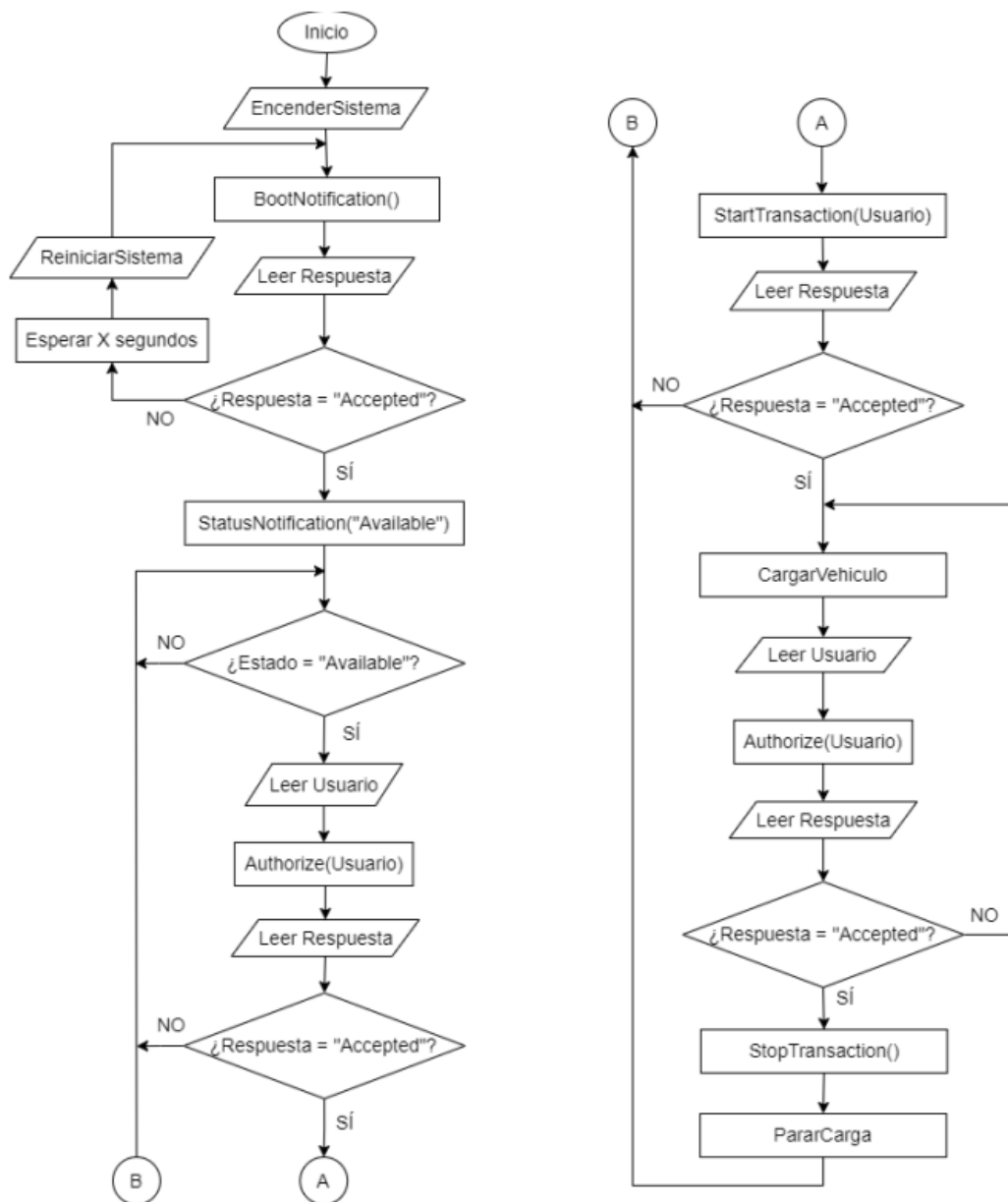
Nota. Proyecciones en distintos de reducción de emisiones Co2 en el área de transporte. Fuente. López, G., & Galarza, S. (2016).

2.2.1. Clasificación entre carga de Conversión (AC vs. DC)

La diferencia clave entre la carga de corriente directa y corriente alterna yace de la fase donde se realiza dicha conversión para posteriormente realizar su almacenamiento en las baterías para tener un respaldo de energía y garantizar la continuidad del sistema:

- **Cargador a Bordo (Carga en Corriente Alterna):** Mediante el equipo de suministro (EVSE) se logra la que se abastezca mediante corriente alterna al vehículo y por otro lado tenemos el cargador a bordo (OBC) que es aquel que realiza la conversión a corriente continua dentro del mismo automóvil. Existen limitaciones térmicas y físicas que se traducen a limitar la potencia la cual llega a menos de 22 kW, mismo que puede ser utilizado en instituciones y domicilios. (Herrera Albarracin, 2024)

Figura 4 Diagrama del sistema EVSE



Nota. Diagrama de flujo, que contempla especificaciones de protocolo e implementación del sistema EVSE. Fuente. Herrera Albarracín, S. J. (2024).

- **Cargador Externo (Carga en Corriente Continua):** Posee un cargador externo que se encuentra integrado en la estación con la capacidad de realizar una carga rápida, la cual suministra directamente a la batería y permite reducir significativamente el tiempo de recarga con una potencia que va desde 50 kW hasta 350 kW. (Lipa Machaca, 2025)

2.2.2. IEC 61851: Modos de carga

Dichos se clasifican según la modalidad de carga y conexión logrando establecer el nivel de protección y comunicación adecuado para el sistema. (Mejía Cholo, 2024)

- **Modo 2:** Se caracteriza por suministrar de manera Residencial estándar con protección incorporada ya existente en el cable denominado ICCB. El cual posee una potencia máxima de 3.7 kW y restringe su uso a situaciones excepcionales.
- **Modo 3:** Este corresponde a una modalidad semi rápida ideal para el área pública, donde las estaciones suelen estar conectadas permanentemente a la red pública y posee una comunicación segura mediante la puesta a tierra y una potencia con corriente alterna
- **Modo 4:** Esta posee el suministro de corriente alterna continua y directa hacia la batería del vehículo, logra una correcta gestión de parámetros eléctricos como lo son la comunicación digital para lograr un ajuste continuo en condiciones eléctricas

Figura 5 EV conductive charging

Mode	Diagram	Limits			Supply & Interface	RCD Protection	Applications	Notes
		Phases	Current	Voltage				
1	 EV connected directly to AC grid	1φ	16A	250V	AC, non-dedicated	✗	electric bikes & scooters	Direct connection of vehicle to conventional electrical outlets. Not allowed in the US, Israel, and England; prohibited for public charging by Italy; restricted in Switzerland, Denmark, Norway, and Germany.
		3φ	16A	480V				
2	 EV connected to AC grid through cable incorporating RCD protection	1φ	32A	250V	AC, non-dedicated	✓	"slow AC"	Requires control box between vehicle and electrical outlet incorporating RCD protection. Prohibited for public charging by Italy; restricted in US, Canada, Switzerland, Denmark, France, and Norway. Typical portable / "emergency" charger.
		3φ	32A	480V				
3	 EVSE connected to AC grid, supplies EV using tethered cable or socket-outlet with bidirectional communication	1φ	32A	250V	AC, dedicated (IEC 62196-2)	✓	"slow and quick AC"	EVSE permanently connected to electrical grid; includes RCD protection and bidirectional (EVSE/EV) communication. Typical public AC charger installation. Tethered (cable permanently attached) & untethered (dedicated socket outlet only) configurations.
		3φ	32A	480V				
4	 EVSE rectifies AC grid & supplies DC power to EV using tethered cable with bidirectional communication	—	200A	400V	DC, dedicated (IEC 62196-3)	✓	"fast DC"	Current conversion handled by EVSE, not EV.

Nota. carga conductiva de vehículos eléctricos (EV conductive charging) establecidas por la IEC. Fuente. International Electrotechnical Commission. (2017)

2.2.3. Estandarización de Conectores y Estándares Físicos

La conexión física que se basa entre la estación de carga (EVSE) y el vehículo eléctrico posee una regulación mediante la Norma IEC 62196. Mismo que gracias a su relevancia estratégica se puede hacer una correcta Selección del conector con el objetivo de asegurar que sea compatible con los vehículos eléctricos e híbridos que transitan en Ecuador; Los cuales tienen tres estándares dominantes. (Herrera Albarracin, 2024)

- **Conector Tipo 1:** Identificado como SAE J1772, Suministrado por el mercado de Japón y Norteamérica se distingue por poseer cinco Pines con carga monofásica en corriente alterna lo cual provoca una restricción de alta velocidad y limita su capacidad en conexiones trifásicas y carga rápida. (Cepeda Sánchez, 2025)

Figura 6 Conector SAE J1772



Nota. Partes de conector tipo uno o SAE J1772 Fuente. Herrera, O. R. V. (2023).

- **Conector Tipo 2:** Conocido comercialmente por Mennekes y regulado por la norma IEC 62196-2, En su arquitectura posee siete Pines los cuales le permiten trabajar tanto monofásico como trifásico siendo clave para poder desarrollar proyectos mayores a 22 kilowatts, donde estos proyectos traen beneficios como recarga semi rápida dentro de las estaciones, alineación con la regulación nacional ecuatoriana y fortaleciendo la oferta vehicular eléctrica. (Cepeda Sánchez, 2025)

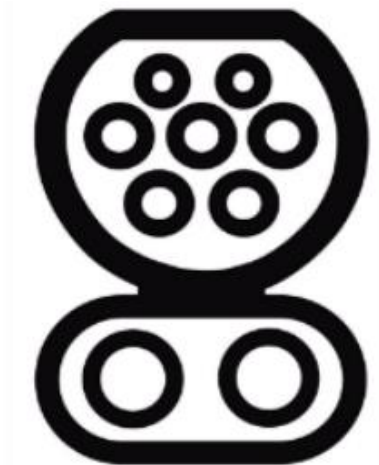
Figura 7 Ejemplo mennekes



Nota. Ejemplo de conector tipo 2 o mennekes. Fuente. Nota. Fuente. Herrera, O. R. V. (2023).

- **Sistema Combinado CCS2:** Este representa la evolución del conductor tipo 2 ya que entre su arquitectura posee dos Pines exclusivos para alta potencia lo cual ayuda a su operabilidad dual y unificar la entrada del vehículo eléctrico mediante tanto corriente alterna como corriente directa dentro de un solo puerto de carga. (Ortega Camino, 2022)

Figura 8 Combined Charging System



Nota. Ejemplo el tipo de conector normado por Europa Sistema Combinado CCS2 Fuente. Sanguesa et al., 2021

- **Estándar GB/T:** Este tipo de conector exclusivamente es usado en China y debido a que en Ecuador la mayoría de las importaciones provienen del mismo, una gran cantidad de vehículos eléctricos e híbridos poseen este tipo de conector, siendo vital que las estaciones de carga sean compatibles tanto al conector tipo 2 como el conector estándar GB. (Manios Ocampo, 2025)

2.2.4. Roles de protocolos (OCPP)

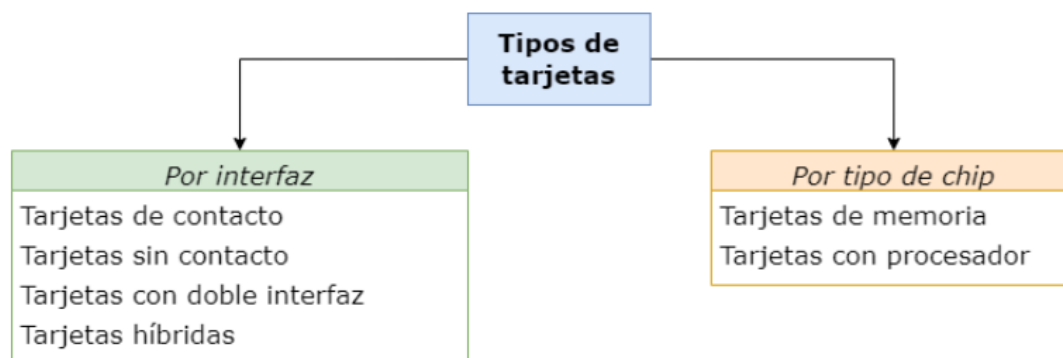
Dichos roles se realizan con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de la estación sin necesidad de un usuario en el sitio y todo se maneje remotamente

desde su operación, monitoreo y administración. Donde debe haber una comunicación común entre el Hardware que es el cargador y el Software que es la plataforma CSMS (gestión central) donde se gestiona dichos comandos. Es muy común que, en el área Industrial, se use OCPP (Open Charge Point Protocol) para poder comunicar tanto Hardware como software. (Alcaraz, 2022)

Desde la perspectiva sistemática es importante saber que el protocolo OCPP logra facilitar y brindar soluciones tanto del software como de carga en la estación garantizando que existe la compatibilidad de diferentes cargadores Y lograr la versatilidad de la estación de carga, siendo así con una de las versiones más destacadas Y estables actualmente dicho que mediante OCPP 1.6J (JSON) realiza funciones en el entorno web llamado WebSockets logra funciones de operación y administración de carga.

1. Gestión de acceso y Autenticación del usuario: Dicho que permite la verificación anticipada ya sea mediante tarjetas o aplicaciones móviles con tecnología QR o NFC, mismo que facilitan y garantizan el acceso exclusivo para la comunidad Universitaria UCSG. (Kirichenko, 2025)

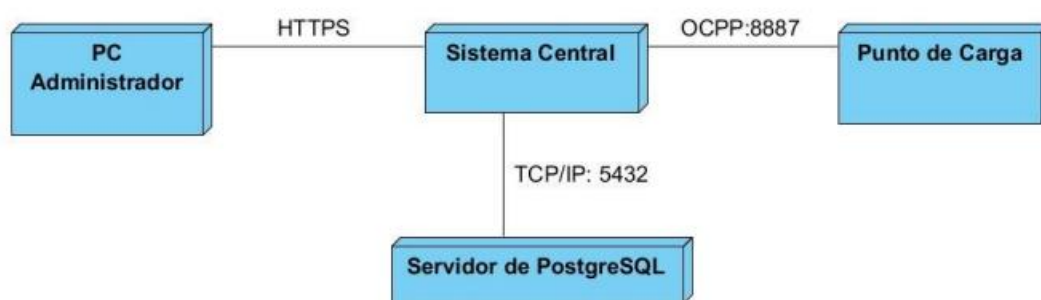
Figura 9 clasificación de tarjetas inteligentes



Nota. Esquema que clasifica las tarjetas de contacto físicas con un lector y las que emplean tecnología RFID
Fuente. Fernández Regaliza, A. (2024).

2. Balanceo de Carga automatizado (Smart Charging): Mediante el mismo se habilita el continuo ajuste de suministro eléctrico al vehículo definiendo los límites de potencia variables en el cargador logrando evitar saturar el sistema eléctrico público. (Kirichenko, 2025)

Figura 10 Despliegue del sistema Smart charging



Nota.
Diagrama como se funciona el sistema central con tecnología Smart Charging. Fuente. Collazo Gumá, C. (2023).

3. Monitorio a distancia: Este realiza un diagnóstico de observación de distintas variables eléctricas en tiempo real, entre esas variables se encuentra aumento térmico anormal, pérdida de puesta a Tierra, anomalías operativas, identificación de fallos críticos, sobre temperaturas y actualizaciones OTA Sin la necesidad de tener un usuario que verifique dicha falla en sitio. (Kirichenko, 2025)

2.2.5. Protocolos de comunicación y gestión inteligente

La gestión eficiente de estaciones de carga modernas requiere la implementación de protocolos de comunicación estandarizados, como el Open Charge Point Protocol (OCPP). Este protocolo permite la interoperabilidad entre cargadores y plataformas de gestión centralizada, facilitando funciones como la autenticación de usuarios, el balanceo de carga, el monitoreo remoto y la facturación del servicio.

En entornos universitarios, la integración de sistemas de gestión inteligente permite priorizar el uso de energía renovable, evitar sobrecargas en la red interna y recopilar datos relevantes para fines académicos y de investigación.

2.3. Fundamentos de Sistemas Fotovoltaicos

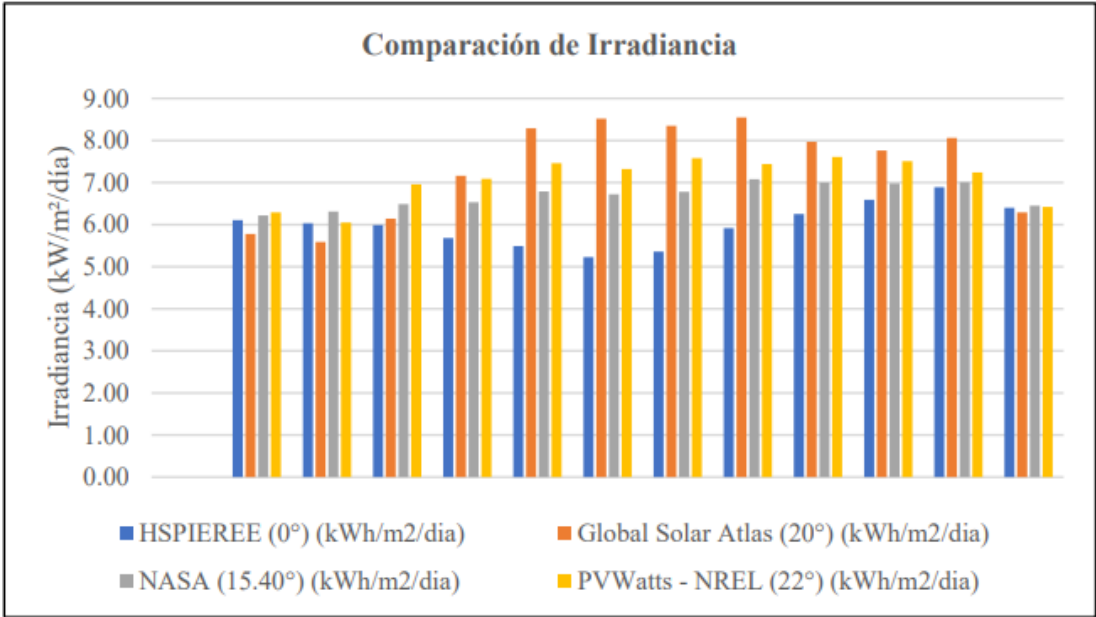
Para generar energía eléctrica a partir de un sistema fotovoltaico es necesario realizar una transformación, la cual se basa en captar radiación solar y convertirlo a electricidad mediante el efecto fotoeléctrico. El diseño de cualquier tipo de sistema fotovoltaico tendrá que tomar variables meteorológicas como lo son el lugar, desplazamiento y comportamiento eléctrico de los distintos dispositivos suministrados por el sistema. (Mejía Parrado, 2022)

2.3.1. Radiación Solar y Horas de Sol Pico (HSP)

Existen dos variables que afectan directamente al potencial solar. Primero, la irradiancia, la cual se basa en la potencia instantánea solar por unidad de superficie W/m^2 . Por otro lado, está la irradiación, potencia acumulada por la fusión de la irradiancia por una cantidad de tiempo expresado en kWh/m^2 . (Paguay, 2024)

Con el fin de comparar cálculos de producción energética, es necesario usar la variable Hora Solar Pico (HSP), donde HSP, significa una hora con irradiancia constante de $1.000 W/m^2$ bajo condiciones estar de medida STC. (Castaño Serna, 2022)

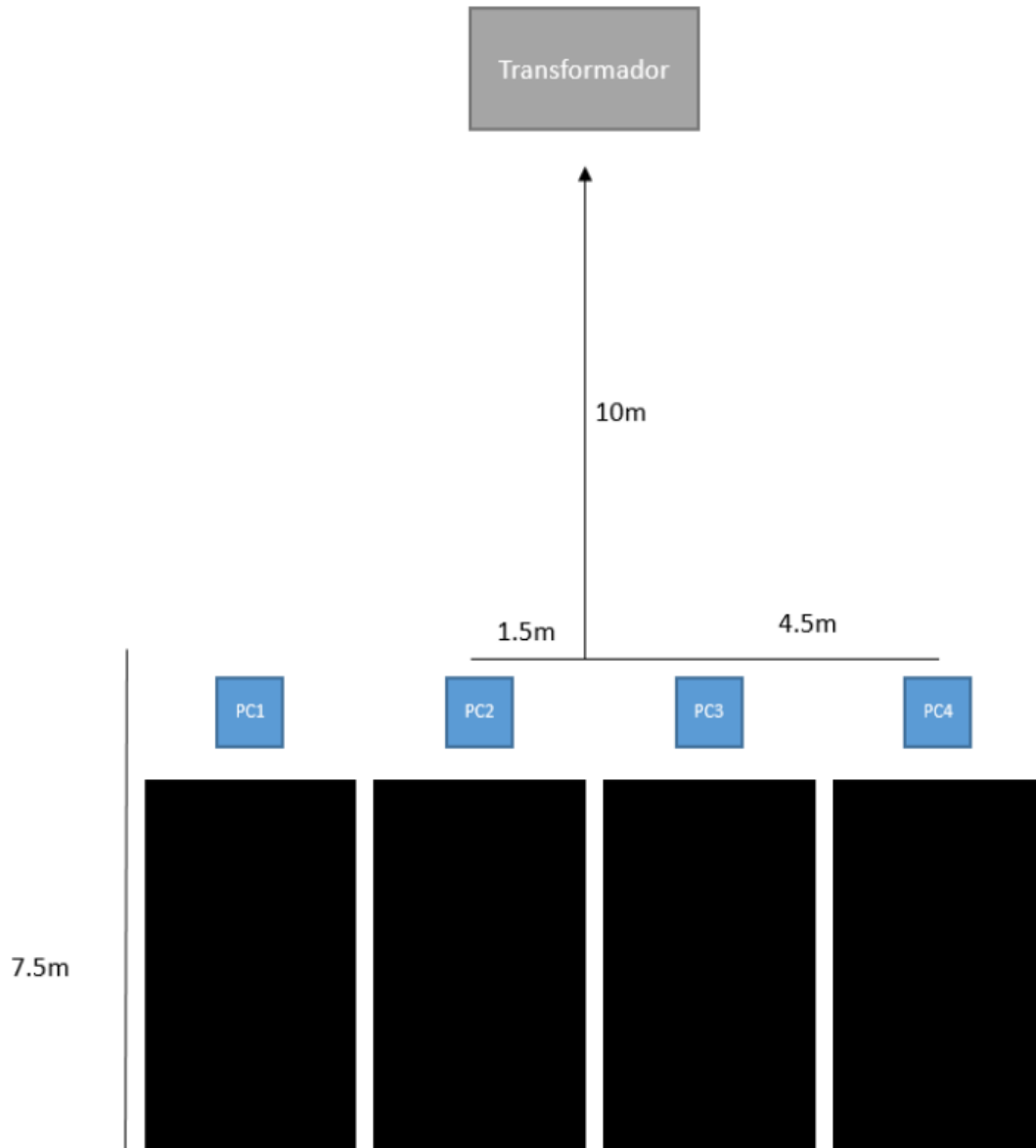
Figura 11 Comparación de irradiancia



Nota. Se comparo los distintos ángulos de los paneles y las horas pico promedio. Fuente. Cutipa Huayapa, E. Y. (2023).

La empresa CELEC EP, encargada de generar y transmitir energía dentro del territorio nacional ecuatoriano. Misma que identificado dentro de la región litoral, específicamente zonas estratégicas como la ciudad de Guayaquil, misma que presenta una irradiación promedio diaria de 4,5 a 5,0 kWh/m^2 , siendo atractiva para proyectos de recurso energéticos altos. Dichas características tanto climáticas como geográficas favorecen la implementación de sistemas de generación solar, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y al impulso de proyectos sostenibles de alta eficiencia en el país. (Cigales López, 2023)

Figura 12 Diseño de áreas de estación de carga fotovoltaica



Nota. El diseño del área de estación fotovoltaica para vehículos eléctricos una potencia máx. de 50 kW Fuente. Fernández Sarria, D. (2023).

2.3.2. Tecnología de módulos fotovoltaicos

Los módulos solares son elemento clave en la generación fotovoltaica, dichos que son encargados de captar radiación solar para generar corriente continua a partir del mismo. Su rendimiento y comportamiento estará basado en el arreglo atómico de la estructura del semiconductor de silicio.

- *Módulos solares Monocristalinos:* Como se observa en la figura, dicha celdas se caracterizan por tener un cristal único de silicio de alta pureza, donde dicha configuración logra tasas de conversión entre 17 % y 23 % y menor pérdida de

potencia al momento elevar temperaturas comparándolo con otras tecnologías.
(Choque Torres, 2023)

Figura 13 Panel monocristalino



Nota. Modelo de panel fotovoltaico monocristalino instalado en el techo de una residencia. Fuente. Moran Ortiz, L. R. (2022).

- **Módulos solares Policristalinos:** Dichos se obtienen por el proceso de fusión y solidificación de varias celdas de silicio, misma que mediante los múltiples cristales en su composición, aumenta su resistencia eléctrica y reduce eficiencia aproximadamente del 15% al 17% a valores medios. (García Viadero, 2025)

Figura 14 Panel Policristalino



Nota. Modelo de panel solar Policristalino de sílice. Fuente. Duarte Ramírez, M. F., Paredes Rolón, M. M., & Moreno Sosa, N. S. (2025).

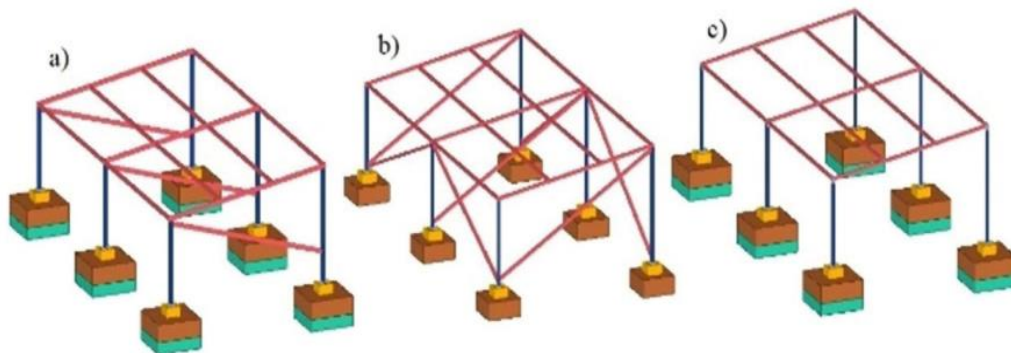
En el contexto de las condiciones climáticas ya conocidas en la ciudad de Guayaquil, se puede determinar que el módulo adecuado es celda monocristalina, gracias a su eficiencia energética y mayor tolerancia en altas temperaturas. (Vergara Mantilla, 2025)

2.3.3. BOS y Estructura de Soporte

El sistema de balance del sistema denominado BOS, mismo que asocia los componentes de elementos auxiliares necesarios en el sistema solar fotovoltaico. El sistema BOS representa en términos de costos aprox. 20-30% y el porcentaje restante de 70% es la mala concepción del diseño en fallas operativas. (Velazquez, 2025)

- *Estructura de Soporte y Anclaje:* Se basa en la integridad de que hay que realizar un sistema de diseño el cual fue baja en el anclaje estructural garantizando que el mismo resista al precio propio también solares soportando cargas gravitacionales y dinámicas. Basándonos en características de la influencia Catalina en la ciudad de Guayaquil, es primordial escoger perfil de aluminio anodizado AL6005-T5 y acero inoxidable SUS304, ya que esos garantizan su vida útil en condiciones salinas. El montaje de este debe contemplar un ángulo aproximado de 10 a 15° logrando conseguir la menor generación térmica y suciedad que afecta al rendimiento de los módulos solares. (Cipagauta Zambrano)

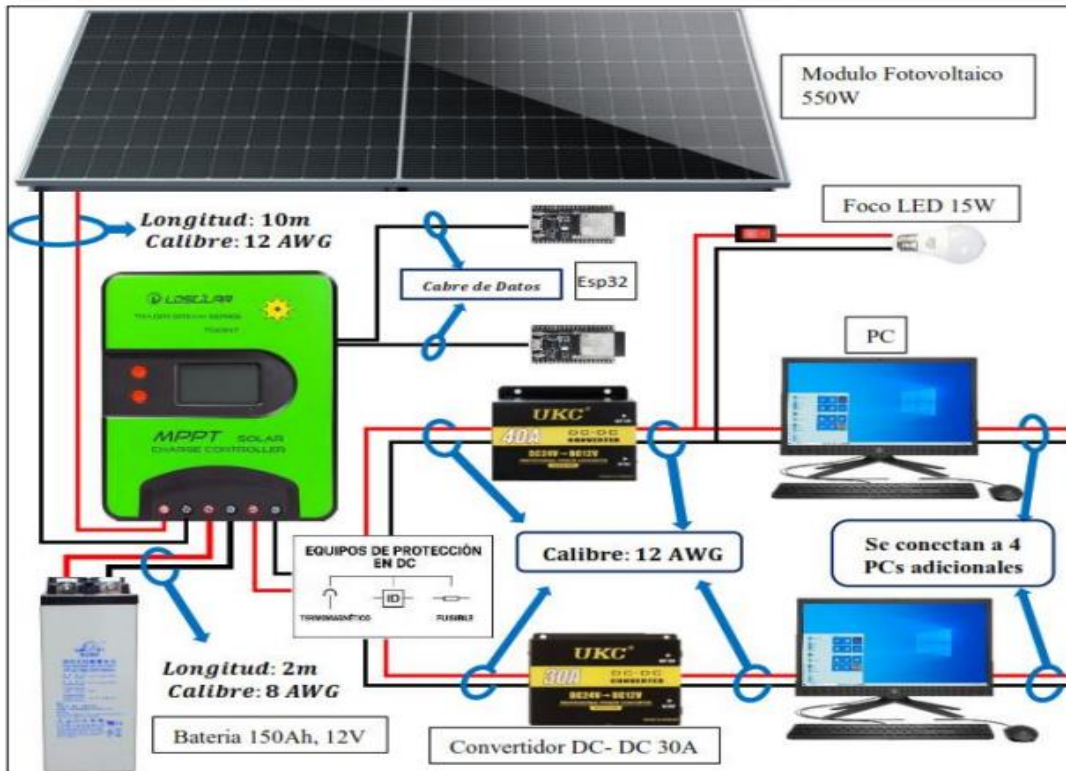
Estructuras para una estación de carga fotovoltaico



Nota. A. Se muestra una estructura con una cimentación de zapata aislada empotrada. B. otra alternativa de estructura donde su riostra esta articulada. C. se muestra una estructura empotrada. Fuente. Vega, B. F. G., Rojas, O. H. M., Prieto, D. C., Jaime, Á. V., & Jerez, C. A. R. (2023).

- *Sistema de cableado de corriente continua:* El cableado dentro el sistema fotovoltaico debe tener un conductor capaz de soportantes ambientes extremos, dichos conductores deben tener certificación PV Wire o H1Z2Z2-K, operar en condiciones hasta 90 °C y resistir la exposición UV. Mismos que aseguran la caída de tensión no será mayor al 1,5 % a potencia nominal y reducciones significativas en las pérdidas óhmicas. (Clará Martínez, 2025)

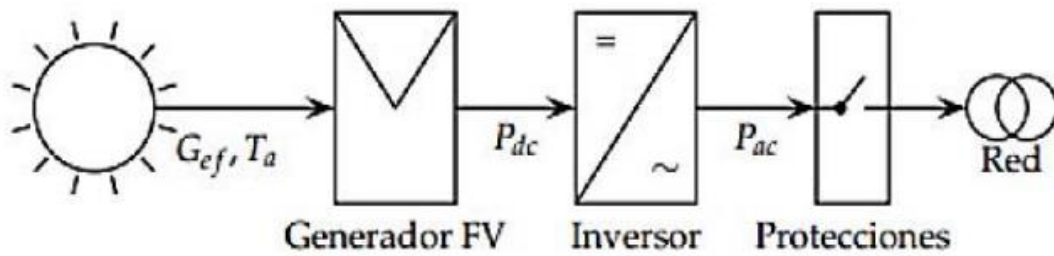
Figura 15 Esquema del calibre para conexiones fotovoltaicas



Nota. Se muestra un esquema de las diferentes conexiones a realizar un sistema fotovoltaico con su correspondiente calibre AWG. Fuente. Bustinza Chipana, M., & Angel Wilfredo, A. C. (2025).

- Los dispositivos eléctricos operan bajo las normas IEC y NEC (National Electrical Code), donde la seguridad eléctrica BOS debe incluir lo siguiente:
 - *Protecciones mediante en corriente continua DC*: Dichos elementos sirven para realizar un corto automático al momento de existir una sobre corriente dentro de la cadena fotovoltaica, dicha falla es común cuando existen más de dos ramales conectados en paralelo. (Encala Pihuave, 2023)
 - *Descargadores de Sobretensión transitorias Tipo II (DPS)*: este componente de seguridad eléctrica se lo instala en circuitos tanto de corriente continua como corriente alterna, logrando absorbe sobretensiones y evitar que el inversor sufra daño antes impulso de alta energía. S (Torres Anzules, 2025)
 - *Switch de Desconexión*: Dicho regulado por la normativa técnica para permitir mediante un interruptor el aislamiento y desconexión segura del sistema fotovoltaico. (García, 2024)

Figura 16 Esquema del sistema fotovoltaico



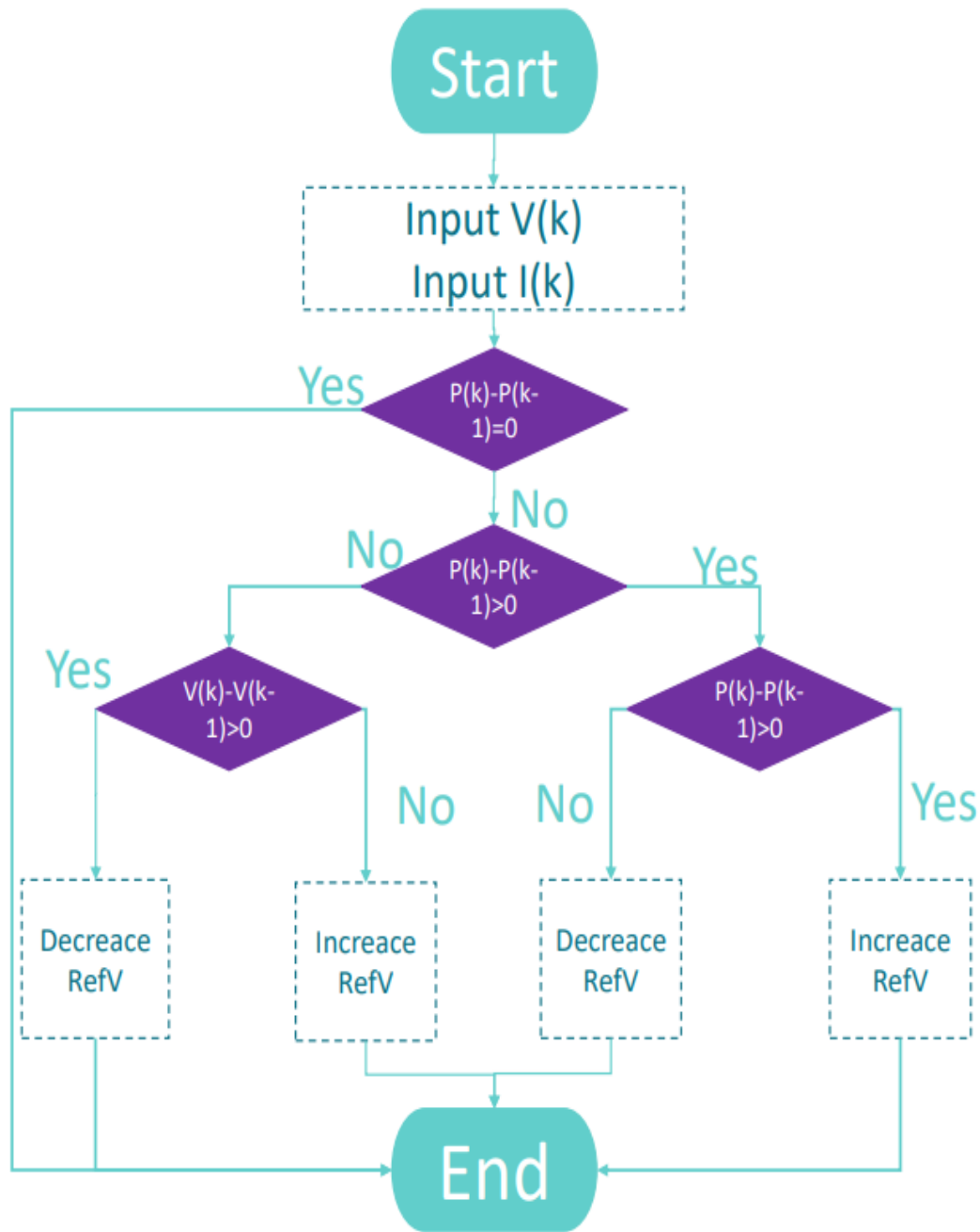
Nota. Esquema muestra donde intervienen las protecciones en un sistema fotovoltaico. Fuente. Jiménez Cajas, B. P. (2025).

2.3.4. Inversores y Electrónica de Potencia

Uno de los dispositivos principales dentro del sistema, es el inversor fotovoltaico, mismo que actúa como interfaz esencial entre el sistema generado por la fuente solar con la red eléctrica usando electrónica de potencia. Logrando la correcta conversión de corriente continua a corriente alterna mediante conversión controlado-eléctrica y esta sea compatible para suministrar el dispositivo o sistema en AC controlando su correcta fase, frecuencia y amplitud.

Mediante un control de Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT), mismo que se realiza al optimizar la energía luego de la conversión de energía. Este algoritmo integrado en el inversor permite ajustar las condiciones eléctricas para que los módulos fotovoltaicos trabajen con una curva corriente-voltaje, asegurando el máximo desempeño energético incluso en condiciones de alta temperatura y radiación. (Mier, 2024)

Figura 17 Diagrama del controlador MPPT

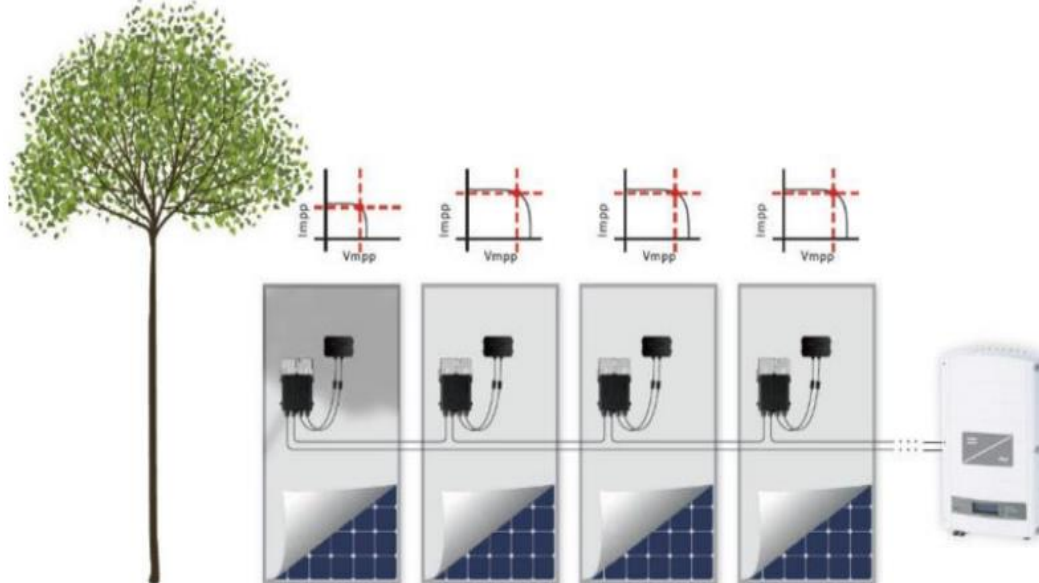


Nota. Esta ilustración muestra el diagrama flujo según el controlador MPPT. Fuente. Mier, C. G. V. (2024).

Para la implementación de una estación de carga con un sistema de respaldo energético - (Smart Inverters): Este tipo de inversores están diseñados para aplicaciones híbridas, ofreciendo una estabilidad de suministro mediante el servicios de la red como control de voltaje, como (**LVRT**), aportan soporte de tensión y regulación activa, permaneciendo conectados durante eventos de bajo voltaje y

capacidad bidireccional, integrándose con baterías para asegurar suministro continuo cuando la red eléctrica presenta interrupciones. (Castellanos Contreras, 2025)

Figura 18 Lectura de voltaje usando un inversor inteligente



Nota. Se muestra las distintas lecturas de voltaje Vmpp con un inversor inteligente. Fuente. A-SOL (2022).

El análisis del DC/AC Ratio: Mismo que se encarga la eficiencia energética y dimensionamiento considerando la relación entre potencia instalada y potencia útil, mismo que se realiza mediante un sobredimensionamiento controlado del campo solar para lograr maximizar la producción, garantizar simultáneamente la eficiencia, baja distorsión armónica y manteniendo la calidad de energía, con el objetivo que la tensión no supere los límites establecidos por la entrada del inversor al momento de existir un circuito abierto según la norma establecida IEC 61727. (Ruiz Ruiz, 2025)

Figura 19 Resultados de potencia nominal de cada inversor

Alternativa (kWp)	Potencia nominal total del inversor	Número de inversores	Potencia nominal de cada inversor (kW)	Relación DC/AC
718 (se dimensiona con 700)	560	7	80	1,28
400	320	4	80	1,25
100	80	1	80	1,25

Nota. En esta tabla muestra cual es la potencia nominal del inversor según los kWp que posee el proyecto. Fuente. Ruiz Ruiz, J. (2025).

2.4. Sistemas de Almacenamiento de Energía (BESS)

En fuentes renovables tales como la energía solar mediante la integración VRE, la cual permite que los sistemas de almacenamiento de energía actúen mediante un mecanismo electroquímico el cual permite almacenar temporalmente la captación obtenida por los paneles solares y permitir utilizarla en el momento que exista una mayor demanda o se interrumpa el suministro energético de la red eléctrica. (Monje Cid, 2024)

Figura 20 Resultados del sistema BESS en 72 horas



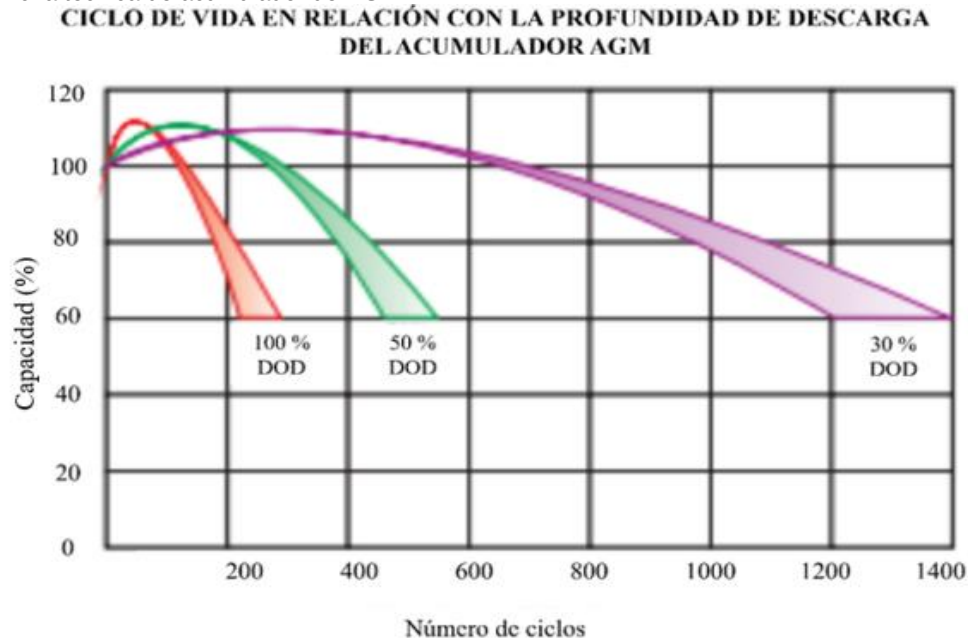
Nota. Se estudio la relación del consto marginal contra SOC y el precio donde su resultado se encontró en 100MW 400MWh. Fuente. Monje Cid, C. S. (2024).

Asimismo, el almacenamiento Energético permite la regulación de tensión y la estabilidad operativa de arranque independiente del sistema o también conocido como black start. Favoreciendo y asegurando el sistema siga operando, así exista fallas mediante el sistema eléctrico público. (Arteaga Ocaña, 2024)

2.4.1. Parámetros Técnicos de Diseño

Para realizar una correcta selección de las distintas tecnologías al usarse en el sistema almacenamiento energético es vital analizar las variables técnicas que existen en rendimiento y durabilidad del banco de baterías:

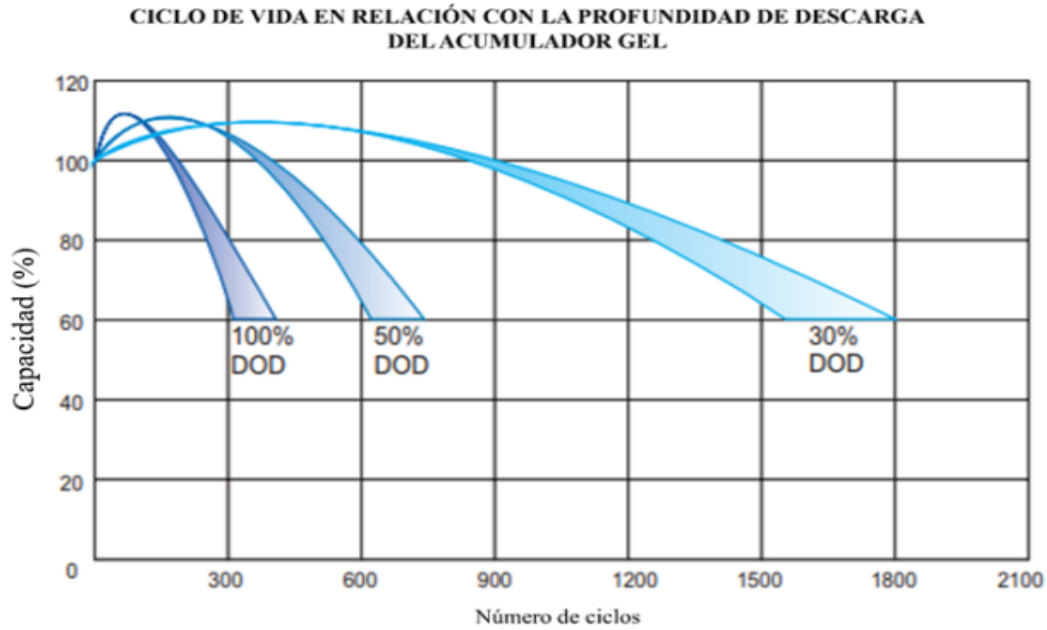
Figura 21 Ficha técnica de acumulador de AGM



Nota. Se analizó la capacidad según los números de ciclo de vida con la profundidad de descarga para un acumulador AGM. Fuente. RitarPower, 2024

- **DoD:** Que esta representa el porcentaje o fracción de energía extraída dentro de la batería en un ciclo y su profundidad de descarga, la cual implica una reducción significativa a la vida útil del banco de baterías y por ende reduce el número de ciclos establecidos en la ficha técnica. En las figuras 21 y 22, se puede observar mediante un esquema, la reducción de vida útil en distintos materiales de baterías. (González Carrera, 2022)

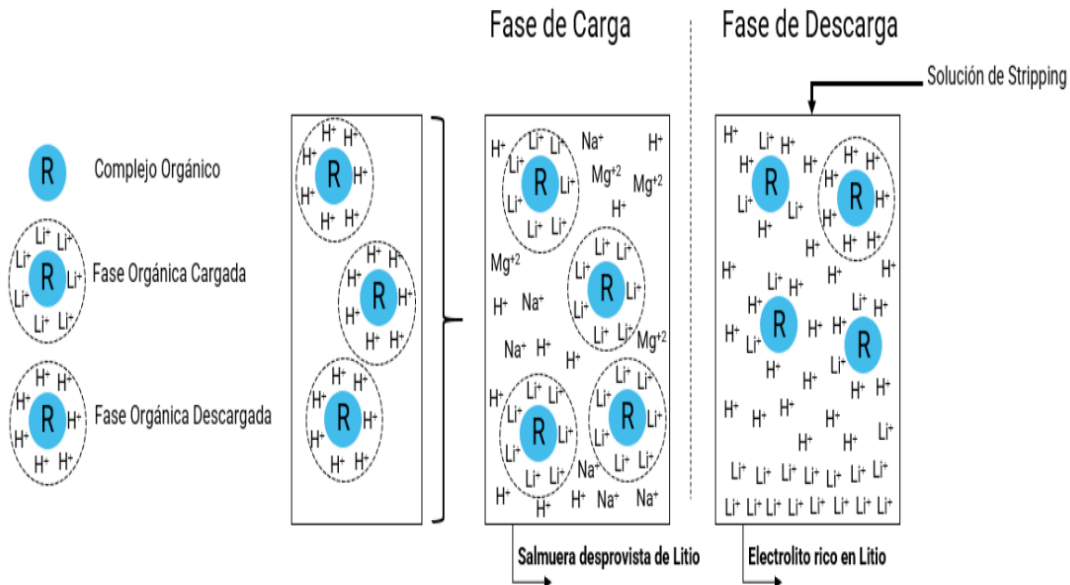
Figura 22 Ficha técnica de acumulador de GEL



Nota. Se analizó la capacidad según los número de ciclo de vida con la profundidad de descarga para un acumulador GEL. Fuente. RitarPower, 2024

- **Eficiencia Coulombica:** Mide la carga eléctrica recuperada en la descarga y carga al momento de suministrar la energía, la cual permite cuantificar la carga útil recuperada. Mediante estudios se ha determinado que las baterías de litio superan el 95% logrando ser este el material más eficiente al momento de minimizar las pérdidas energéticas y optimizar el rendimiento. En la figura 23 podemos observar el compartimiento de las partículas de la batería de litio tanto en su fase de carga y como se descarga y como el complejo orgánico reacción en dichas fases. (La Rotta Martínez, 2025)

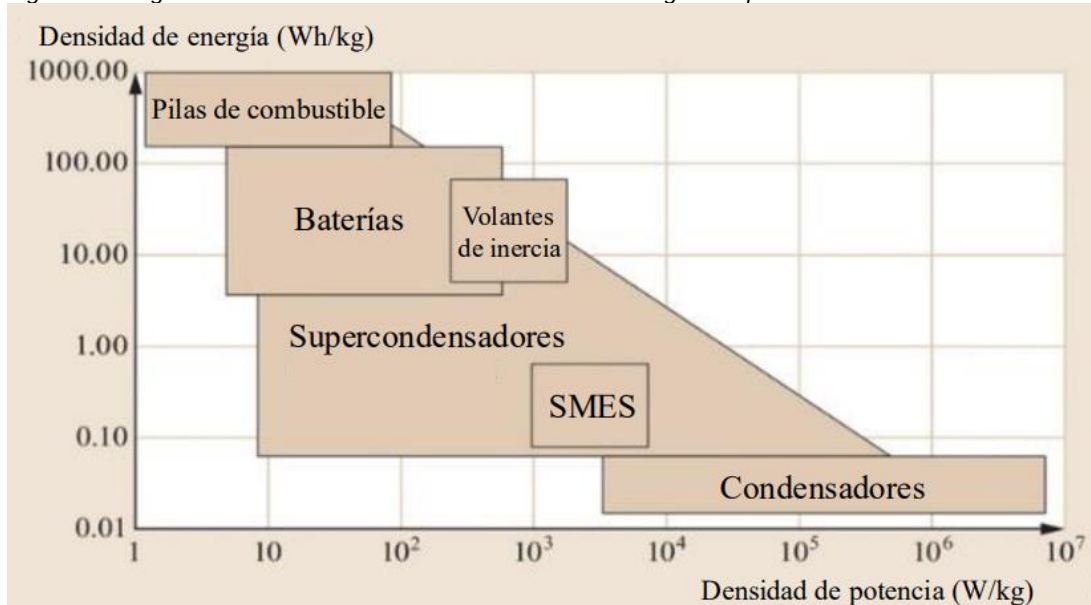
Figura 23 Comportamiento de las partículas en una batería de litio



Nota. Se ve las partículas en las fases de carga y descarga de una batería de litio. Fuente. Fuentealba et al., (2023).

- **Densidad Energética:** Dicho parámetro cuantifica mediante la relación de energía y masa o volumen la capacidad de almacenamiento por unidad física, lo cual significa mediante el diseño del dimensionamiento del banco de baterías se puede determinar cuánta energía puede almacenarse ya sea por litro o kilogramo. (Springer, 2021)

Figura 24 Diagrama sobre la densidad de las distintas tecnologías disponible de almacenamiento de energía.



Nota. Relación de la densidad de energía según la densidad de potencia para supercondensadores, SMES, baterías, condensadores, baterías y pilas de combustibles. Fuente. Springer, (2021).

2.4.2. Tecnologías de Almacenamiento

A. Baterías de Plomo-Ácido Mis que se han consolidado mediante el histórico como una solución en el área comercial. Su mecanismo consiste en la operación de reacción química reversible entre la placa metálica de plomo y su un electrolito de ácido sulfúrico. Sin embargo, gracias al bajo costo de implementación y su facilidad para reciclar, tiene restricciones el área técnica como su vida útil debido a un límite de ciclos en la carga carga-descarga máxima de 1.000 ciclos y la baja densidad energética entre 30 y 50 Wh/kg, la cual obliga a sobredimensiona el diseño a realizar con el objetivo de retrasar la degradación generada por su bajo CAPEX. (Ibáñez Espín, 2022)

B. Baterías de Iones de Litio (LiFePO₄) Actualmente son el referente al momento de diseñar un sistema fotovoltaico con respaldo energético gracias a su alta densidad energética. Dentro de su composición posee tecnología con químicos de fosfato de hierro y litio, dichos que en climas cálidos y en un contexto estacionario como en la ciudad de Guayaquil, favorecen en la seguridad operativa y estabilidad térmica. Misma soportan descargas profundas llegan a un máximo de 80 a 90% y alcanza un máximo de 6.000 ciclos reduciendo el Costo Nivelado de Almacenamiento en los años de vida del sistema también conocido como LCOS. (YÁÑEZ, 2025)

Figura 25 Comparación de costos y capacidad comparando baterías

	<i>PC -Plomo Ácido</i>	<i>PC-Litio</i>
VAN(\$)	79,171	71,409
COE(\$)	0.162	0.151
PV (Capacidad [kW])	11.8	18.9
GD (Capacidad [kW])	10	10
FC (Capacidad [kW])	10	20
BioGen (Capacidad [kW])	5	5
Capital Inicial(\$)	60,572	73,410
Costo de Operación (\$)	2,513	0
Dem. Insatisfecha (%)	0	0
Exceso de generación(%)	4.8	9395
Emisión de CO ₂ (Kg/año)	1,156	4,227

Nota. Comparación de batería de plomo ácido y litio usando variables de costos y capacidad. Fuente. Astudillo Skliarova, N. (2022).

2.4.3. Sistema de Gestión de Baterías (BMS)

Dicho sistema es aplicable en sistema de respaldo como las baterías de litio para asegurar una operación optima. El componente electrónico, controla paramétricos esenciales como la intensidad de corriente y voltaje, su magnitud térmica. Mediante el sistema SOA (área de operación segura) la cual permite el controlar las celdas de anomalías evitando inestabilidad térmica y daños graves en la estructura del sistema. (Pardiñas, 2024)

Figura 26 Gestión de baterías y su funcionalidad BMS

BMS - FUNCIONALIDADES	Medición	Tensión Intensidad Temperatura/gestión térmica
	Protección	Sobrecarga/Sobredescarga Temperatura extrema
	Interfaz	Comunicaciones Reporte Adquisición datos
	Rendimiento	Estimación SOC Estimación limitación potencia Equilibrado celdas
	Diagnóstico	Detección de abuso Estimación SOH

Nota. Mediante la tabla se ve la correcta gestión de baterías para eficiencia energética BMS. Fuente. Pardiñas, Á. Á., Ortega, P. C., Gómez, P. D., & Sánchez, J. C. M. (2024).

2.5. Impacto de la electromovilidad en sistemas eléctricos universitarios

La incorporación de la electromovilidad en entornos universitarios representa un cambio significativo en la forma en que se concibe el uso y la gestión de los sistemas eléctricos internos. Las universidades, al funcionar como espacios de alta concentración de usuarios, infraestructura y consumo energético, se convierten en escenarios idóneos para la implementación de tecnologías asociadas a la movilidad eléctrica, tanto desde una perspectiva técnica como formativa. Para la instalación de una estación de carga se tiene que analizar diferentes puntos de vista tanto lo económico y la demanda eléctrica.

El impacto de la electromovilidad en los sistemas eléctricos universitarios no se limita únicamente al incremento del consumo de energía, sino que involucra aspectos relacionados con la calidad del suministro, la gestión de la demanda y la planificación de la infraestructura eléctrica. La operación simultánea de varios puntos de carga puede generar variaciones en los perfiles de carga, picos de demanda y posibles sobrecargas si no se cuenta con un diseño adecuado. Por esta razón, la integración de estaciones de carga requiere un análisis previo que considere la capacidad instalada, los horarios de uso y las condiciones de operación del sistema eléctrico.

Desde un enfoque académico y estratégico, la adopción de la electromovilidad en campus universitarios también ofrece oportunidades para la investigación, la innovación tecnológica y la formación de profesionales en áreas relacionadas con la energía y la sostenibilidad. En este contexto, las universidades no solo actúan como usuarias de la tecnología, sino como laboratorios vivos donde es posible evaluar el impacto real de la electromovilidad y desarrollar soluciones que contribuyan a una gestión eléctrica más eficiente y sostenible.

2.5.1. Características de la demanda eléctrica en campus universitarios

Los campus universitarios presentan perfiles de consumo eléctrico particulares, caracterizados por una alta variabilidad horaria y una fuerte concentración de demanda durante el día. Las actividades académicas, administrativas y de laboratorio generan picos de consumo que deben ser cuidadosamente gestionados para evitar sobrecargas en la infraestructura eléctrica existente.

La incorporación de estaciones de carga vehicular introduce nuevas cargas de alta potencia que, de no ser gestionadas adecuadamente, pueden agravar estos picos y comprometer la estabilidad del sistema. Por esta razón, resulta indispensable evaluar el impacto de la electromovilidad desde una perspectiva sistémica y no únicamente desde el punto de vista del cargador individual.

2.5.2. Rol de la generación distribuida en entornos educativos

La generación distribuida mediante sistemas fotovoltaicos constituye una solución técnica eficaz para mitigar el impacto de la carga vehicular sobre la red eléctrica universitaria. Al producir energía en el punto de consumo, se reducen las pérdidas por transmisión y se incrementa la autonomía energética del campus.

En el caso de la UCSG, la coincidencia entre la generación solar y los horarios de mayor actividad académica favorece la implementación de sistemas de autoconsumo, especialmente cuando se integran con sistemas de almacenamiento energético que permiten gestionar la variabilidad de la generación.

2.6. Cálculo matemático para el Dimensionamiento del sistema

Para realizar con correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico, es importante relacionar parámetros como la demanda actual de vehículos eléctricos con la producción y respaldo energético del sistema fotovoltaico. Para lograr dicho objetivo es primordial realizar cálculos matemáticos de los distintos componentes del sistema como lo es el inversor, baterías, entre otros. (Muñoz Fuentealba, 2024)

2.6.1. Estimación de la Demanda Energética Vehicular

Para realizar el cálculo de la demanda energética diaria denominada E_d es necesario determinar la potencia nominal de los cargadores para satisfacer los vehículos a suministrarle energía mediante el sistema fotovoltaico. La ecuación 1 integra la eficiencia del dispositivo y la cantidad necesita en energía. (Llorens Manchus, 2023)

$$E_d = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{cargador,i} \times t_{carga,i}}{n_{cargador}} \right)$$

Donde:

- E_d : Demanda energética diaria total (kWh/día).
- $P_{cargador,i}$: Potencia nominal del punto de carga (kW) (Según fichas técnicas, variable entre 7 kW y 22 kW).
- $t_{carga,i}$: Tiempo de conexión estimado por vehículo (horas).
- $n_{cargador}$: Eficiencia de conversión del equipo de carga (típicamente >0.95 en equipos modernos).

2.6.2. Dimensionamiento del Generador Fotovoltaico

El cálculo de potencia pico (P_{pico}) requiere un arreglo fotovoltaico, mismo que mediante el método HSP el cual significa horas de sol pico integrando las pérdidas de los diferentes dispositivos del sistema fotovoltaico. (Rios Fernández, 2025)

Factor de Rendimiento (Performance Ratio - PR): Mismo que se constituye por el desempeño final del sistema fotovoltaico, mismo que asocia las perdidas con un coeficiente sin dimensiones, mismas que constante de temperatura, sombras, suciedad y rendimiento del inversor. Un sistema correctamente diseñado en climas cálidos como en la ciudad de Guayaquil, se recomienda un valor conservador entre 0,75 y 0,853. (Roque, 2023)

Figura 27 Gestión de datos PR

	Irra diaci ón del gene rado r (kW h)	Ene rgía del gene rado r DC (kW h)	En erg ía del sist em a AC (k W h)	Produ ctivid ad de refere ncia (YR): (kWh *kWp * día)	Produ ctivid ad del gener ador YA: (kWh *kWp * día)	Produ ctivid ad final YF: (kWh *kWp * día)	Pér did as de cap tur a LC: (k Wh)	Pér did as del rest o del sist em a L.B OS: (k Wh)	Efic ienc ia del arra y n A: (%)	Efic ienc ia del rest o del siste ma n BO S: (%)	Efic ienc ia del siste ma n S:	Rerf orma ce Rati o PR. (%)
Som brea do de man era verti cal												
30 de julio (SM A)	6.97	16.9 6	16. 24	6.97	5.17	5.01	1.7 3	0.2 2	12.1 7	95.7 8	11.6 6	71.95
30 de julio (SO LAR EDG E)	6.97	18.4 3	16. 18	6.97	5.07	4.99	0.9 0	0.0 8	13.7 9	98.4 8	13.6 1	80.67
31 de julio (SM A)	6.65	16.8 9	16. 19	6.65	5.21	5.00	1.4 4	0.2 2	12.7 0	95.8 4	12.1 7	75.14
31 de julio (SO LAR EDG E)	6.65	18.4 8	18. 18	6.65	5.70	5.61	0.9 5	0.0 9	13.9 0	98.3 7	13.6 7	84.39

Nota. Procesamiento de datos según PR con un inversor string y conversores de corriente continua de manera vertical. Fuente. Vargas Mamani, E. F. (2024).

La ecuación de dimensionamiento del generador es:

$$P_{pico}(kWp) = \frac{E_d \times F_{seguridad}}{HSP \times PR}$$

Donde:

- P_{pico} : Horas de Sol Pico del emplazamiento (4.5 a 5.0 kWh/m²/día para Guayaquil).
- $F_{seguridad}$: Factor de seguridad para compensar variabilidad climática interanual (típicamente 1.1 - 1.3).
- HSP: Horas de Sol Pico del emplazamiento. Para Guayaquil, los estudios de CELEC EP indican valores promedio de 4.5 a 5.0 kWh/m²/día.

- $P_{unitario}$: Potencia pico de un solo módulo fotovoltaico en condiciones estándar (Wp).

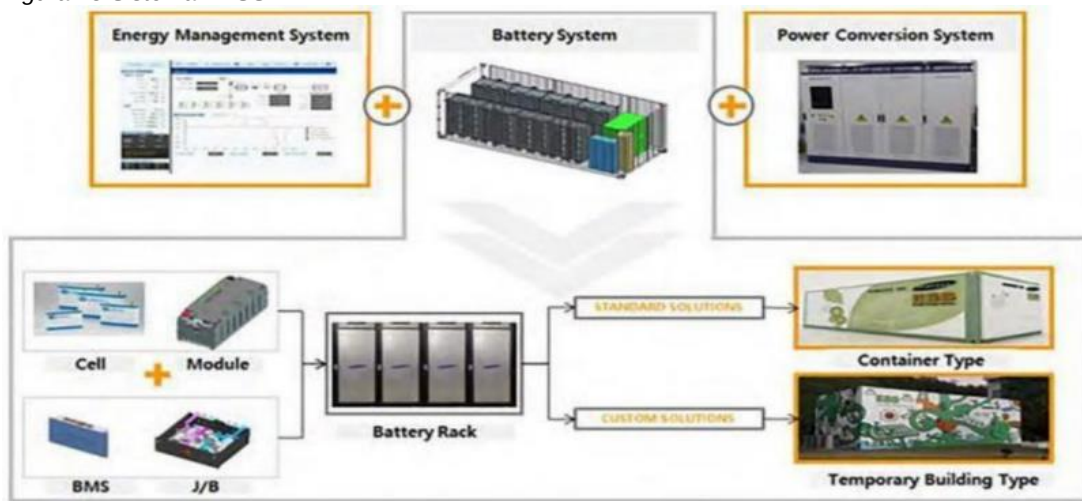
Posteriormente, el número de módulos necesarios (N_{mod}) se obtiene mediante:

$$N_{mod} = \frac{P_{pico} \times 1000}{P_{unitario}}$$

2.6.3. Dimensionamiento del Sistema de Almacenamiento (BESS)

El sistema de respaldo de energía BESS, es necesario para garantizar la continuidad del sistema independiente que existan problemas en la red eléctrica pública. Mismo sistema se constituye de elementos electroquímicos es necesario el correcto dimensionamiento y mantenimiento para prolongar la vida útil del equipo. (Henríquez Pávez, 2024)

Figura 28 Sistema BESS



Nota. Se observa cómo se constituye un sistema convencional BESS. Fuente. Chiluisa Molina, D. A. (2024).

En sistemas con baterías de litio, tienen la característica DoD, el cual permite una descarga profunda sin afectar el desempeño ni generar pérdidas graves al equipo. Donde su ecuación general consiste en una relación de amperios hora. (Leiva García, 2024)

$$C_{Ah} = \frac{E_{autonomia} \times N_{días}}{N_{nom} \times DoD \times n_{inv} \times n_{bat}}$$

Donde:

- $E_{autonomia}$: Energía diaria necesaria durante la interrupción de la red eléctrica. (kWh).
- $N_{días}$: Días de autonomía o tiempo de respaldo requerido.
- V_{nom} : Tensión nominal del banco de baterías (V).
- DoD: Profundidad de descarga máxima admisible (ej. 0.80 para Litio).
- n_{inv}, n_{bat} : Eficiencias del inversor y de la batería respectivamente.

2.6.4. Cálculo de Conductores y Caída de Tensión

Las conexiones son primordiales para operar y transferir energía en el sistema, es necesario realizar una correcta selección de los conductores según la capacidad determinada del sistema, debido a que, una caída de tensión de corriente directa desde los paneles solares al inversor debe tener un límite máximo del 3%. Para realizar dicho cálculo, se debe realizar el cálculo de la sección transversal del conductor mediante la siguiente ecuación. (Cobos Galindo, 2023)

$$S(mm^2) = \frac{2 \times L \times I_{sc}}{\sigma \times \Delta V_{max}}$$

Donde:

- L: Longitud del cableado, medida en metros.
- I_{sc} : Corriente de cortocircuito del arreglo fotovoltaico (Amperios).
- σ : Conductividad eléctrica del material ($56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ para cobre).
- ΔV_{max} : Máximo permitido al existir una caída de tensión, medida en Voltios ($0.03 \times V_{mp}$).

2.7. Normativa Legal y Técnica Vigente

Para lograr una correcta ejecución de proyectos solares e implementación de carga vehicular dentro del territorio ecuatoriano, es importante tener presente las normativas vigentes en seguridad eléctrica y protección al usuario, Para garantizar mediante el marco legal y técnico que los equipos tengan una aplicación responsable con el usuario.

2.7.1. Marco Constitucional y Política de Estado

Basándonos en la constitución ecuatoriana de 2008, Se establece mediante el artículo 15 que el estado incentive y promueva tecnologías emergentes que sean responsables con el ambiente, para reconocer las veraniega energética como un derecho estratégico. En concordancia con el anterior artículo, art. 413 habla sobre la obligación de optar por la eficiencia energética mediante diversificación de distintas fuentes hacia la red eléctrica ecuatoriana. Para realizar dicho objeto, es necesario evaluar distintos proyectos, con el objetivo de valorar si son viables o no para diversificar la matriz de generación nacional. (Défaz Visuete, 2025)

Figura 29 Rangos de eficiencia energética

Puntaje	Elementos de forma	Avance registrado de actividades	Evaluación del eje
0	No existe	Nada	Totalmente deficiente
1	Muy poco elaborado	Avance parcial menor a la mitad	Malo
2	Poco elaborado	Mitad de avance	Regular
3	Incompleto	Avance parcial superior a la mitad, pero menor al total	Bueno
4	Completo	Programa completo	Excelente

Nota. En esta tabla se puede observar los distintos rangos para determinar la eficiencia energética del proyecto.
Fuente. Défaz Visuete, G. S. (2025).

Esta disposición es ejecutada y operada mediante PLANEE, Plan Nacional de Eficiencia Energética, el cual identifica como un gran consumidor de energías no renovables como la energía fósil al sector de transporte y define lineamientos estratégicos para disminuir la huella de carbono mediante la transición energética eléctrica, siendo así proyectos claves como el planteado en la universidad católica de Santiago de Guayaquil Refuerza no plausible que es realizar dicha transición.

2.7.2. Legislación Orgánica e Incentivos

- **LOEE:** En sus siglas significan Ley Orgánica de Eficiencia Energética, Misma que trata como internacional la movilidad eléctrica. Dentro de su normativa señala qué edificaciones nuevas tanto públicas como comerciales incluyan infraestructura eléctrica adecuada para alimentar vehículos eléctricos e híbridos en sus instalaciones, Dando facilidad a los usuarios de dichos vehículos pueda tener una conectividad continua y eficiente, sustentando proyectos en estacionamientos como puede ser en la facultad técnica del desarrollo. (Lopez Cedeño, 2025)
- **Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI):** Mediante la disposición del comité de Comercio Exterior y el acuerdo existente en

COPCI, dicha resolución con código 016-2019, habla del 0% en la tarifa arancelaria asociadas a los vehículos eléctricos y los componentes que conllevan los mismos como cargadores, baterías de litios, electrolinerías. Este beneficio tributario favorece en costos e impacta positivamente en la viabilidad del proyecto. (Aguad Abarca, 2025)

2.7.3. Regulación del Sector Eléctrico (ARCONEL)

Esta regulación es un referente en el área de energías renovables tanto en el área técnica como comercial, la resolución ARCERNNR-006/2020 detalla la responsabilidad de control y los parámetros necesarios al momento de diseñar infraestructura para carga vehicular eléctrica. Mismos que deben tener un soporte como el esquema tarifario, el grupo de carga y otros, mismo que se detallan de siguiente forma: (ARCONEL, 2020)

1. Los grupos de carga son aquellos que reconocen la estación cobrar carga de diferenciada lo cual permite tratarlos como consumidor independiente en la red eléctrica nacional. Como se ha mencionado anteriormente las estaciones de carga superan la demanda de 10 kilowatts hora, los cuales requieren un medidor propio y protecciones eléctrica independiente de la edificación principal donde se va a instalar dicha estación. (Guamán Molina, 2022)
2. El esquema tarifario habla sobre la normativa específica a la tarifa hacen los puntos de carga para vehículos eléctricos, denominados por el grupo AV, y el cual Incluyó un precio menor en horarios nocturnos, mismo Incentivo que no aplica en horas pico. Mediante sistema de gestión de proyecto denominado con las siglas BMS, mediante la programación prioriza periodos cuando la energía fotovoltaica no pueda cubrir su demanda La batería pueda con ministrar de energía y poder garantizar la continuidad del sistema. (Maridueña Zambrano, 2024)
3. El régimen de habilitación de terceros posibilita a instituciones privadas que posee una autorización en regla que puedan suministrar de carga a vehículos de terceros mediante estaciones de carga, el cual permite un modelo de negocio vinculado al cobro de uso por prestación de servicios de carga. (Salazar Angulo, 2025)

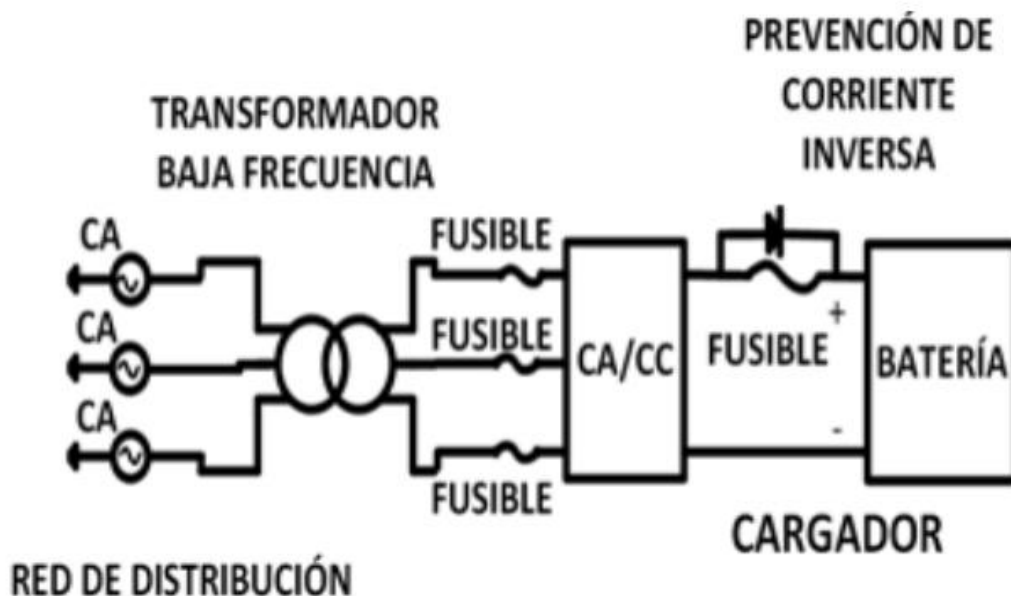
2.7.4. Normativa Técnica de Ingeniería (INEN / IEC)

Dicha norma nace de la falta de normativa nacional ecuatoriana que cubra rubros constructivos y sus componentes. Donde estándares tales como IEC, después se trata de una comisión electrotécnica internacional dirigida a la seguridad del sistema y usuarios. (Briones Ullón, 2022)

A. Estándares de Conexión y Comunicación:

- cumplimiento obligatorio para el diseño del sistema de control. Exige que la estación de carga en "Modo 3" (carga semirrápida) realice una verificación continua de la continuidad del conductor de tierra y negocie la corriente máxima admisible con el vehículo antes de energizar la toma.
- Entre los estándares claro aplicable a las estaciones de carga está IEC 61851-1, el cual se encarga de regular el sistema de carga conductiva y su diseño de control. Estaciones de carga que posean Modo 3 en sus instalaciones, se dispone mediante esta normativa que supervise la continuidad de tierra. Revisión constante de la correcta comunicación de corriente Máxima admisible al vehículo, antes de energizar la conexión energética modo 3. (Cevallos Solorzano, 2023)

Figura 30 Configuración de un cargador según norma IEC 61851



Nota. Se observa la configuración común para un cargador usando la norma IEC 61851. Fuente. Sánchez Díaz, W. F., & Tolosa Vargas, J. (s.f.)

- **IEC 62196-2 (Conectores):** Estandariza la geometría de los enchufes. Para Ecuador, se valida el uso del Conector Tipo 2 (Mennekes) para carga en

corriente alterna, asegurando la compatibilidad con la mayoría de los vehículos homologados en el país

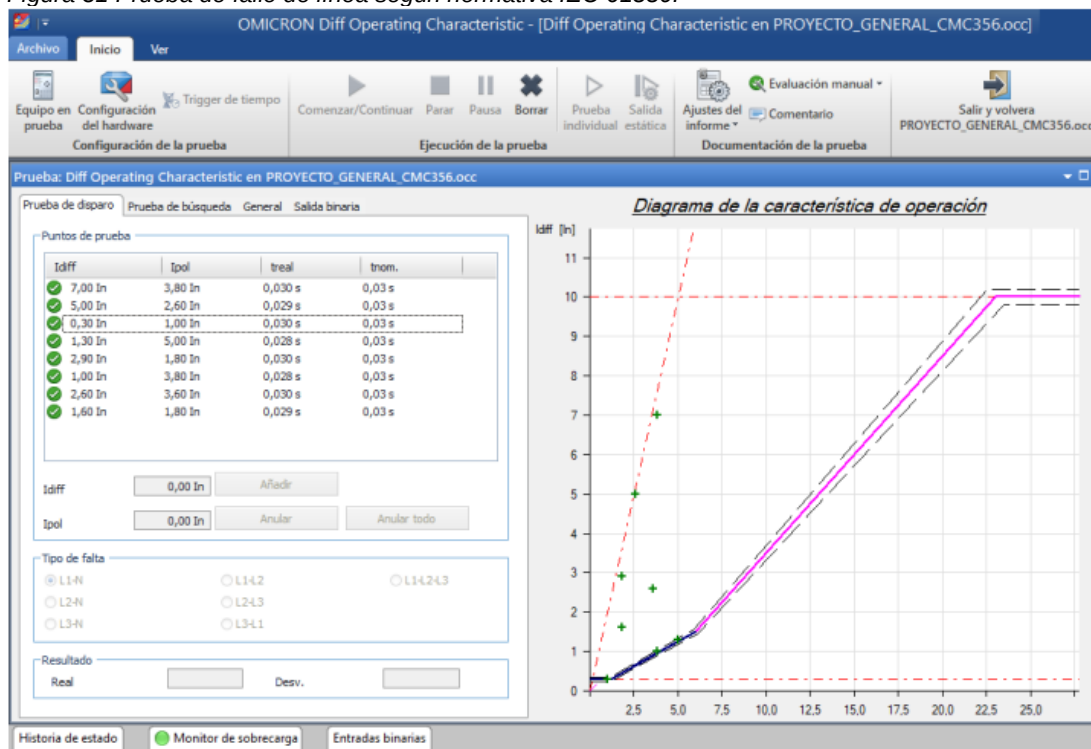
- El marco técnico establece mediante el estándar de conductores IEC 62196-2, qué dichos conductores de carga debe cumplir con una tanda de información geométrica. En el territorio ecuatoriano, se considera validos enchufes de conector Tipo 2 o también conocido como Mennekes, para alimentar sistemas de carga de corriente alterna y asegurando la compatibilidad De vehículos eléctricos que se usan en el territorio nacional. (Delle Femine, 2024)

B. Requisitos de Instalación y Protección (NEC/IEC):

Bueno realizar un diseño eléctrico que se ha respaldado mediante estándares como NEC e IEC, Importante aplicar los lineamientos de seguridad en instalaciones de ambientes exteriores que se detallan de la siguiente forma:

- **Grado de Protección IP/IK:** Al momento de poseer instalaciones en exteriores es importante determinar protecciones de grado IP55, sí mismas que limitan el ingreso de polvo y agua. Otra protección clave para esa instalación es la clasificación IK10, la cual posee una alta resistencia a impactos mecánicos severos. (García Gil, 2023)
- **Protecciones Diferenciales:** Implementando interruptores RCD ya sean de clase A o B encargados contra la inmunidad reforzada, cuyo mismo que son capaces desde estar jugando en corriente continua superiores a los 6 miliamperios logrando proteger el sistema ante fallas de aislamiento. (Pullotasig Lema, 2023)

Figura 31 Prueba de fallo de línea según normativa IEC 61850.



Nota. Se observa una prueba realizada aleatoriamente usando 8 puntos de prueba para determinar el fallo de la línea usando la normativa IEC 61850. Fuente. Cevallos Solorzano, L. F., & German Silva, G. (2023).

CAPÍTULO III:

3. METODOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.1. Enfoque metodológico

La recopilación de información para el presente estudio se desarrolló bajo un enfoque aplicado, orientado a analizar las condiciones reales del emplazamiento y a obtener los datos de entrada necesarios para el análisis técnico y económico del sistema propuesto. Para ello, se realizó un levantamiento en sitio complementado con la revisión de documentación técnica y el uso de datos meteorológicos, lo que garantiza la consistencia y trazabilidad de la información empleada.

3.1.1. Técnicas e instrumentos de recopilación

Para el levantamiento de información se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

- a) Observación directa e inspección del área: Seleccionada dentro del campus universitario, para identificar condiciones físicas, accesos y restricciones.
- b) Registro fotográfico del entorno y de los puntos de interés para sustentar la selección del emplazamiento.
- c) Medición y verificación de superficies mediante herramientas de referencia y medición (planos disponibles, medición referencial en sitio y validación con herramientas digitales).
- d) Revisión documental de información institucional disponible y fichas técnicas necesarias para definir parámetros del sistema.
Consulta de datos meteorológicos y radiación solar del sitio mediante fuentes secundarias utilizadas para estudios de simulación energética mediante bases de datos meteorológicas empleadas posteriormente en el software PVsyst.

3.1.2. Levantamiento y emplazamiento

El procedimiento seguido para la recopilación y selección del emplazamiento consideró:

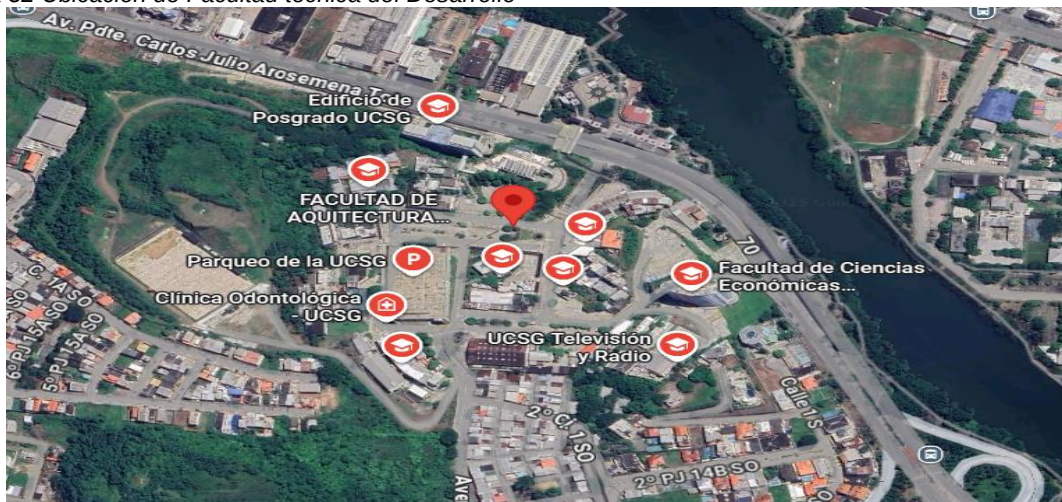
- 1) Identificar las distintas áreas disponibles en el estacionamiento de la Facultad Técnica para el Desarrollo.

- 2) Planteamiento de alternativas preliminares de ubicación para su análisis comparativo.
- 3) Verificación de disponibilidad de superficie útil para instalación fotovoltaica y estaciones de carga.
- 4) Definición de criterios de selección técnica
 - Proximidad a infraestructura eléctrica existente
 - Área disponible
 - Condiciones de sombras/entorno
 - Seguridad operativa
 - Accesibilidad

3.2. Ubicación

Proyecto pensado para el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), ubicado en la Av. Carlos Julio Arosemena Km 1 ½, Guayaquil, Ecuador.

Figura 32 Ubicación de Facultad técnica del Desarrollo



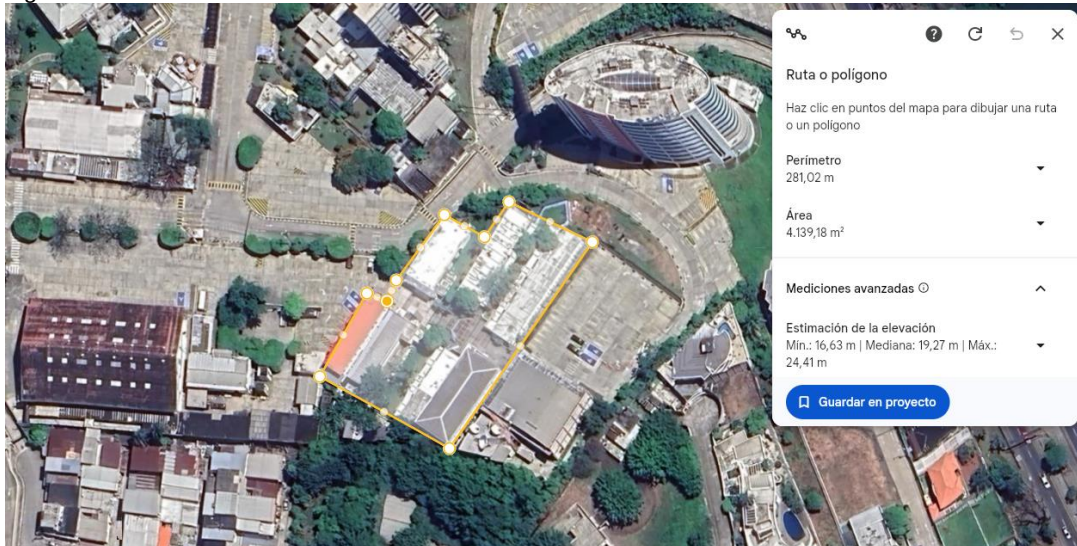
Fuente. Google earth

3.3. Caracterización del sitio

A partir del levantamiento realizado en el entorno de la Facultad Técnica para el Desarrollo, se identificaron dos alternativas preliminares de emplazamiento para la estación de carga vehicular

Como muestra la figura 33 la facultad FETD tiene un área construida de 4129,18 m². Alrededor de la misma se identifican dos zonas de estacionamiento que condicionan el flujo y la conveniencia de ubicación de la estación:

Figura 33 Area de la facultad técnica del desarrollo



Google earth

Fuente.

3.3.1. Alternativas de emplazamiento

Opción A

Parqueadero 1: Situado en la zona norte de la facultad FETD. Se puede observar que posee una superficie plana y despejada, permitiendo una la implementación de una marquesina fotovoltaica, tendiendo una estructura capaz de generar energía continua, proteger los equipos eléctricos, brindar sombras a los usuarios y vehículos eléctricos. Así como lo podemos observar en la figura 34.

Figura 34 Ubicación A para el estacionamiento de carga

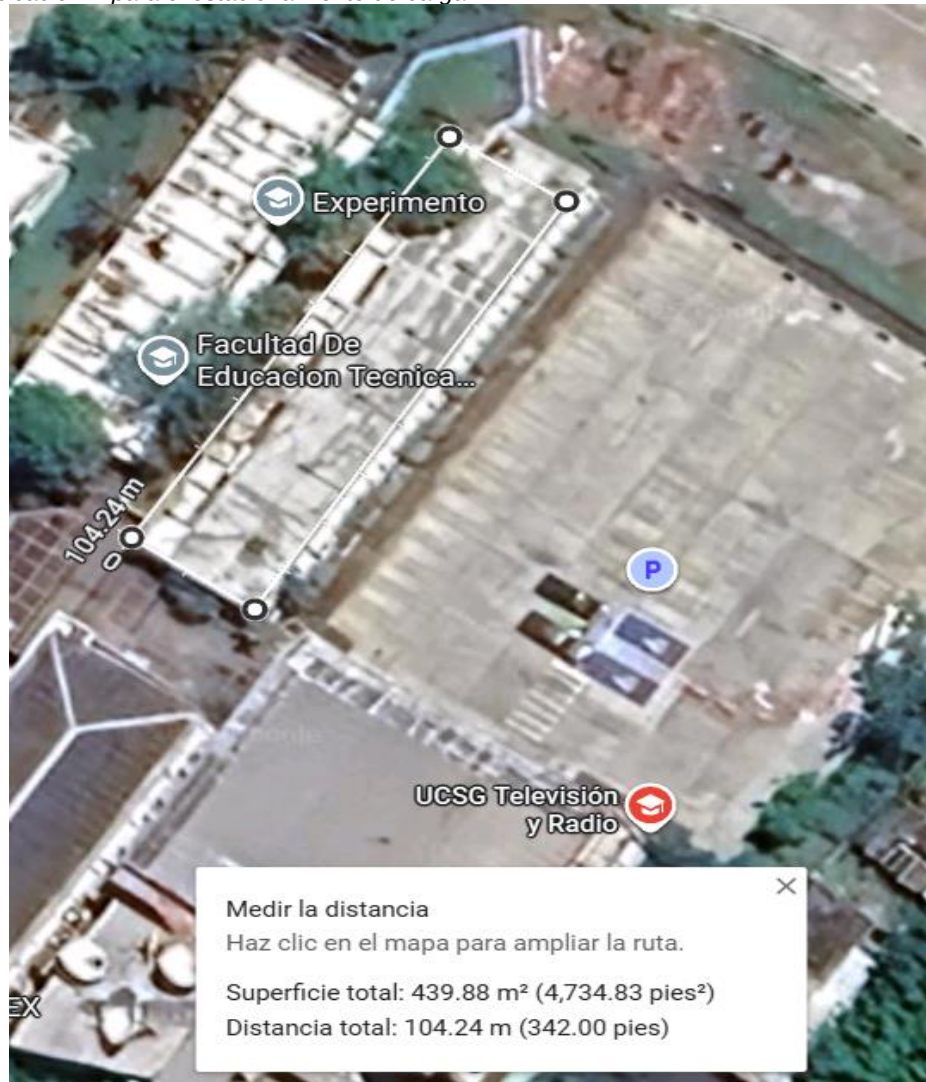


Fuente. Google earth

Opción B

Parqueadero 2: Podemos apreciar en la figura 34, el cual se encuentra ubicado en el área posterior de la facultad FETD. Este espacio ofrece características similares de incidencia solar y se encuentra cerca al tablero de distribución principal, lo que simplifica la conexión eléctrica de la acometida eléctrica y reduce las pérdidas por cableado.

Figura 35 Ubicación B para el estacionamiento de carga

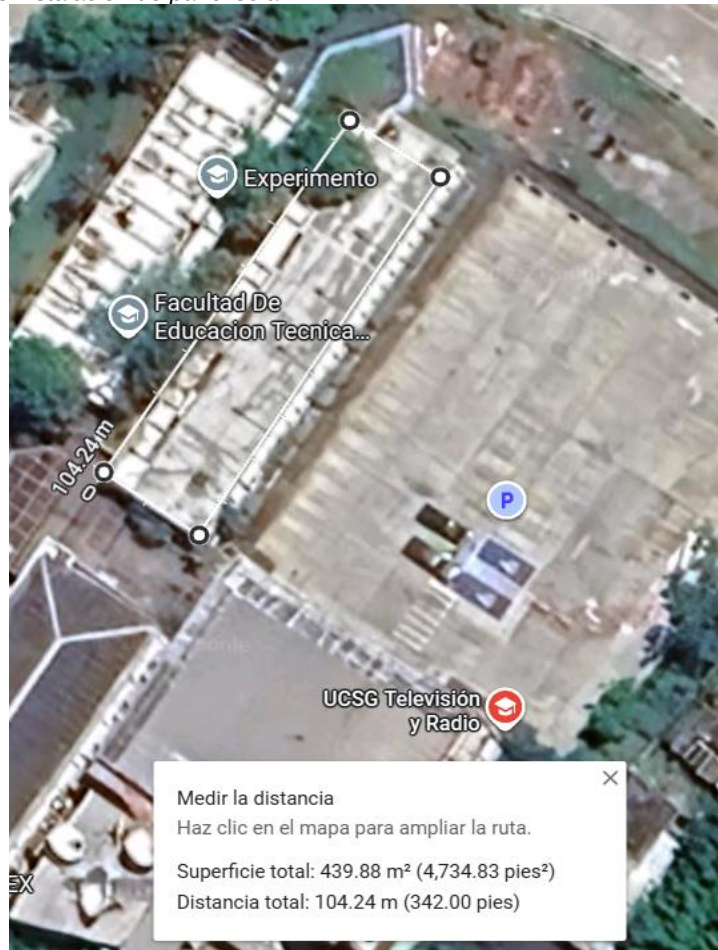


Fuente. Google earth

3.3.2. Área disponible y configuración espacial

Ubicación de Panel Solar: Podemos apreciar en la figura 35, esta área está destinada para la implementación de los paneles solares al contar con una superficie plana con las siguientes dimensiones: 11x40 metros nos da una superficie de 440m².

Figura 36 Ubicación de instalación de panel solar



Fuente. Google earth

Las dos áreas serán objeto de un análisis para la instalación de los módulos o consolas de carga vehicular al presentar un área amplia para su instalación de los equipos nombrados.

3.4. Condiciones solares

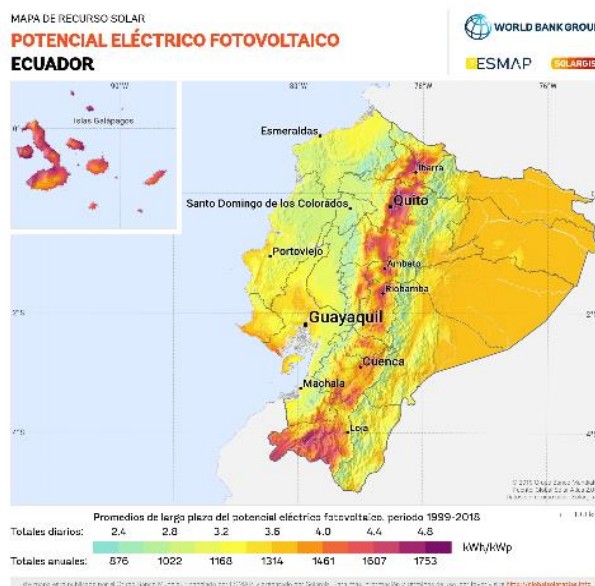
La energía fotovoltaica representa la fuente principal de generación de la estación de carga. Donde es clave evaluar como las condiciones climáticas y la ciudad de Guayaquil.

3.4.1. Irradiación solar global promedio

Para lograr seleccionar correctamente el sistema fotovoltaico y sus componentes correctamente es necesario tener variables clave como la irradiación solar, bastan o no en los datos del instituto nacional de meteorología o también conocido como INAMHI, la ciudad de Guayaquil posee una irradiancia promedio por año de 5,0 y 5,5 kWh/m²/día, la cual hace viable en la captación solar mediante los

módulos fotovoltaico sea consistente en periodo de mayor radiación. Los cuáles serán usados en el capítulo 4.

Figura 37 Potencia eléctrica solar



Nota. Elaboración propia

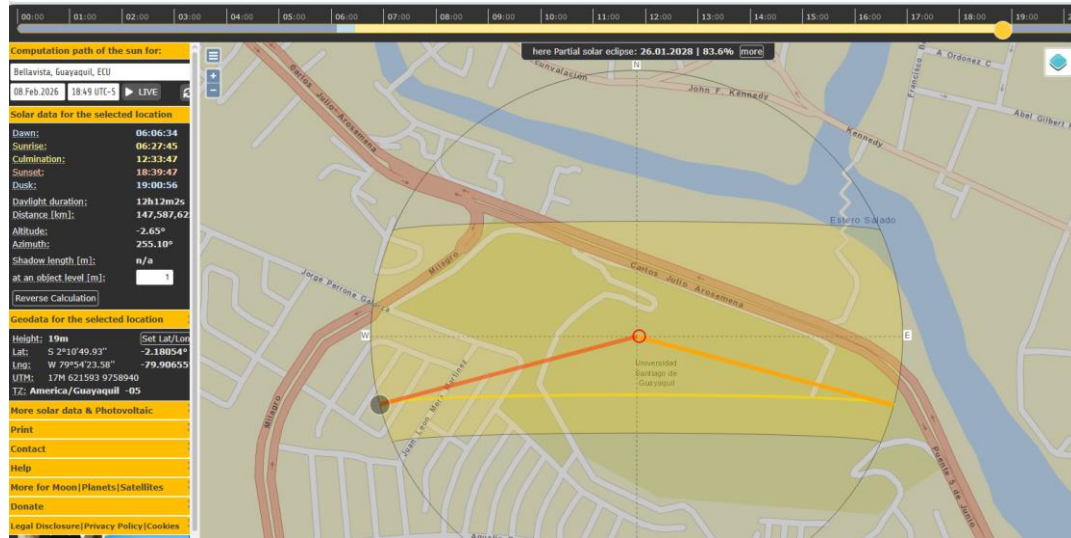
3.4.2. Datos de Irradiación Local

Según el Atlas Solar del Ecuador y los estudios de potencial fotovoltaico desarrollados por la CELEC EP (Corporación Eléctrica del Ecuador), la ciudad de Guayaquil tiene una latitud aproximada de $2^{\circ}11' S$, registra valores promedio de irradiación global horizontal comprendidos entre 4.5 y 5.0 kWh/m²·día. Para fines de diseño conservador (considerando la nubosidad característica de la región litoral en época invernal)

3.4.3. Trayectoria solar del emplazamiento

La imagen muestra la localización del emplazamiento dentro del campus UCSG, en Guayaquil–Ecuador, con coordenadas aproximadas UTM zona 17S. El análisis geométrico permite estimar distancias, orientación del terreno y exposición solar directa, información clave para minimizar sombras y optimizar la ubicación del campo fotovoltaico.

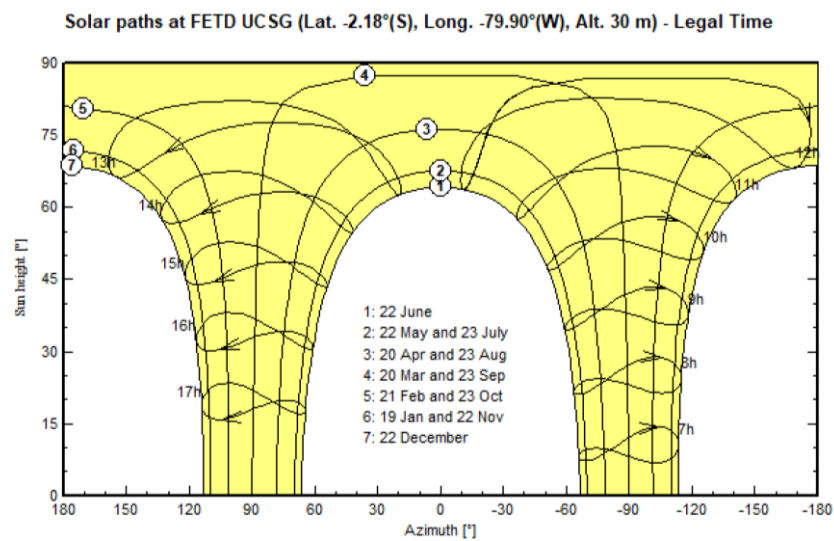
Figura 38 Trayectoria solar UCSG



Nota. Elaboración propia

La trayectoria solar corresponde a la FETD–UCSG ubicada en latitud $-2,18^{\circ}$ S y longitud $-79,90^{\circ}$ O, a una altitud aproximada de 30 m s. n. m. El diagrama evidencia alturas solares superiores a 75° en equinoccios y solsticios, con recorrido Este–Oeste continuo durante todo el año.

Figura 39 Solar paths

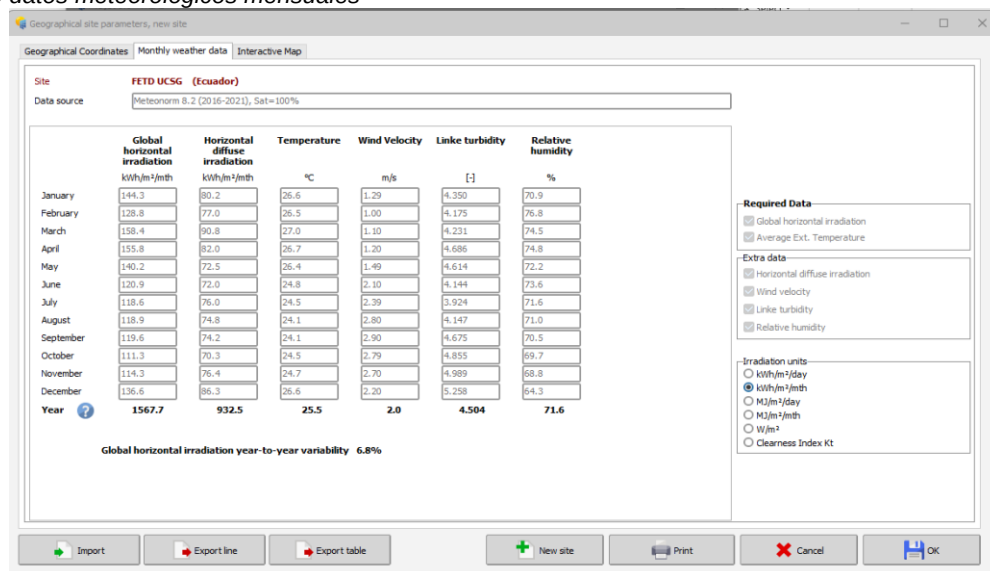


Nota. Elaboración propia

3.5. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos obtenidos en PVsyst, a partir de la base Meteonorm 8.2 (2016–2021), indican una irradiación global horizontal anual de 1567,7 kWh/m²·año, equivalente a 4,3 kWh/m²·día. La temperatura media anual es 25,5 °C, con velocidad media del viento cercana a 2,0 m/s.

Figura 40 datos meteorológicos mensuales

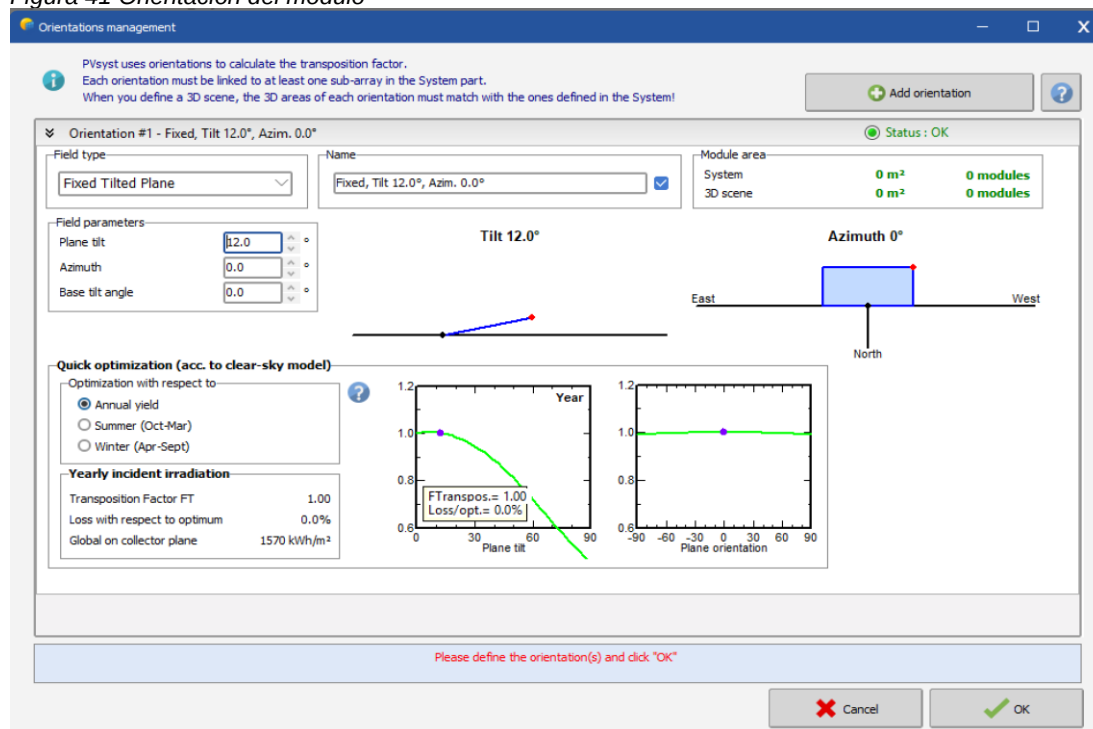


Nota. Elaboración propia

3.5.1. Orientación e inclinación

La configuración del generador fotovoltaico considera una inclinación fija de 12° y azimut 0°, definidos en el módulo de orientación de PVsyst. Bajo estas condiciones, la irradiación anual sobre el plano del generador alcanza aproximadamente 1570 kWh/m², con pérdidas por orientación prácticamente nulas (0 %).

Figura 41 Orientación del modulo



Nota. Elaboración propia

Corrección por Inclinación y Orientación: Si bien la latitud cercana a la línea ecuatorial (2°) sugeriría una instalación plana (0°), la ingeniería fotovoltaica recomienda una inclinación mínima para favorecer el efecto de autolimpieza por lluvia y reducir pérdidas por acumulación de suciedad. La inclinación óptima operativa para la estructura en la Facultad Técnica es de 10° a 15° orientada hacia el Norte Geográfico (Azimut 0°). Estudios del sector, indican que esta configuración maximiza la captación anual sin comprometer significativamente la producción en ninguna estación, con un factor de corrección de irradiación (K) cercano a 1.0.

CAPÍTULO IV:

4. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y TRAZABILIDAD

4.1. Generalidad

El desarrollo técnico necesario para definir un sistema fotovoltaico acorde a las necesidades energéticas del contexto analizado. En este apartado se describe el cálculo de la demanda eléctrica, la selección y cantidad de paneles solares, inversores y elementos de protección, considerando variables como la radiación solar disponible, las pérdidas del sistema y los criterios de eficiencia. El dimensionamiento permite garantizar que el sistema propuesto sea técnicamente funcional, seguro y capaz de cubrir el consumo energético previsto de manera adecuada.

Asimismo, el capítulo analiza la viabilidad económica del sistema fotovoltaico mediante la evaluación de los costos de inversión, operación y mantenimiento, en relación con los beneficios económicos generados por el ahorro de energía eléctrica convencional. A través de este análisis se demuestra que el sistema no solo es técnicamente factible, sino también económicamente sostenible, constituyéndose en una alternativa eficiente que contribuye a la optimización de recursos y a la sostenibilidad energética del proyecto desarrollado.

4.2. Dimensionamiento del Centro de Carga (Infraestructura de Recarga)

El dimensionamiento se basa en el análisis de la demanda máxima y el comportamiento de carga del Kia Niro EV. Este vehículo cuenta con una batería de polímero de iones de litio de 64.8 kWh y un cargador a bordo (OBC) de 11 kW para corriente alterna (AC).

4.2.1. Parámetros de Diseño del Vehículo (Input)

Para efectos de cálculo en la Facultad Técnica, definimos los siguientes parámetros operativos:

- *Modelo de referencia:* Kia Niro EV.
- *Estado de Carga (SoC) de Llegada:* 20% (Escenario conservador).
- *Estado de Carga (SoC) de salida:* 80% (Nivel óptimo para salud de batería y tiempo de estancia universitaria).

- *Donde Energía requerida por vehículo se comprende por Ereq:*

Ecuación 1 Energía requerida por vehículo Ereq

$$E_{req} = 64.8 \text{ kwh} * (0.80 - 0.20) = 38.88 \text{ kwh}$$

4.2.2. Selección de la Tecnología de Carga: Penoda PADH-30-22

Para cumplir con los objetivos de eficiencia y versatilidad en la Facultad Técnica de la UCSG, se ha seleccionado la estación de carga de pie (Floor-Standing) Penoda modelo PADH-30-22. A diferencia de los cargadores convencionales de pared, este equipo integra una arquitectura de potencia dual que permite la gestión simultánea de dos vehículos bajo diferentes protocolos de transferencia energética (DC y AC).

- a) *Equipo con salida en C.C (Voltaje DC-30 kW):* La toma que utiliza el equipo es el estándar CCS2 y fue configurado para carga rápida. Al suministrar energía directamente a las baterías del VE, tiene una salida de voltaje ajustable de 250V a 1000V DC con una corriente de hasta 60 A.
- *Desarrollo operativo:* esta configuración permite que los vehículos diseño de baterías entre 40-60kwh, lo que permite un ciclo de carga entre 20% al 80% aproximadamente en 90 min
- b) *Equipo con salida en C.A(Voltaje AC-22 kW):* Este equipo cuenta con conectores tipo 2, este conector aguanta hasta 32A por fase. Estas tomas son para un tiempo prolongado que serían para docente y administrativos, son de carga semirrápida aprovecha al máximo la capacidad de vehículos con cargadores trifásicos de 11 kW o 22 kW.
- *Flexibilidad y compatibilidad a 7.4 kW:* es un factor crítico con capacidad de retrocompatibilidad mediante el protocolo de comunicación del Control Pilot (CP). Si se conecta el vehículo a las fases monofásicas limitado a 7.4kw – 32A, el PADH se reajusta automáticamente su suministro de energía. Siendo una carga segura y eficiente.
- *Especificaciones de Robustez y Seguridad:* Dada su ubicación en un entorno universitario público, el equipo cuenta con certificaciones que garantizan su durabilidad:

- Protección Ambiental: Grado IP55, que asegura resistencia contra el polvo y chorros de agua, permitiendo su instalación en exteriores o áreas semicubiertas del parqueadero.
- c) *Requerimientos de Instalación:* Para soportar esta entrega dual de 52 kW nominales (30kWDC + 22kWAC), el equipo requiere una acometida trifásica de 400 VAC $\pm 15\%$ con una capacidad de corriente máxima de 92 A.

4.2.3. Cálculo de la Demanda Máxima de Diseño

Para dimensionar los conductores, protecciones y inversor Híbrido se debe comenzar por la demanda máxima. A diferencia de un cargador convencional, el equipo Penoda PADH-30-22 tiene un suministro de energía trifásico debido a su capacidad de carga simultánea en corriente continua (DC) y corriente alterna (AC).

A. Parámetros Eléctricos de Entrada:

De acuerdo con el Datasheet del equipo, los requerimientos para la operación al 100% de carga son:

- *Voltaje Nominal (V):* 400 VAC
 - (trifásico 3F – N – PE).
- *Corriente Entrada Máxima (Imax):* 92 Amp.

Se calcula la Potencia Aparente (S_{Total}):

Para un sistema trifásico, la potencia total se calcula mediante la siguiente expresión:

Ecuación 2 Potencia Aparente

$$S_{Total} = \sqrt{3} \times V \times I_{max}$$

Ecuación 3 Remplazo con datos de Potencia Aparente

$$S_{Total} = 1.732 \times 400V \times 92A = 63.74kVA$$

B. Factor de Servicio y Carga Continua:

Considerando que la recarga de vehículos eléctricos se clasifica como una carga continua según el Código Eléctrico Nacional (**NEC 625**), la cual puede operar por más de 3 horas seguidas, es necesario aplicar un factor de seguridad del 125% para el dimensionamiento de las protecciones térmicas:

Ecuación 4 Factor de seguridad

$$I_{protección} = 92A \times 1.25 = 115A$$

C. Justificación Técnica

Dimensionar el sistema para 63.74 kVA garantiza que, incluso si se utilizan simultáneamente la toma de carga rápida (30 kW DC) y la toma de carga semirrápida (22 kW AC), no existan caídas de tensión ni sobrecalentamientos en los conductores de la Facultad Técnica. Este valor es el que rige la selección del inversor híbrido de 80 kW, proporcionando un margen de maniobra del 20% sobre la demanda máxima proyectada.

Tabla 1 Protecciones Principales

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA
Acometida	Conductor de cobre tipo THHN/THWN calibre 2/0 AWG (mínimo) para soportar la corriente total.
Interruptor Principal	Termomagnético de 3x150A (considerando el margen de seguridad del 25% para cargas continuas).
Protecciones Derivadas	6 interruptores de 2x40A con curva de disparo tipo C.
Protección Diferencial	Interruptor diferencial Clase A (o B preferiblemente) de 30mA para protección de personas.
Canalización	Tubería EMT de 2" o bandejas portacables ventiladas según la estética de la Facultad.

Nota. Elaboración propia

Es imperativo subrayar que, aunque la estación Penoda PADH-30-22 sea configurada inicialmente para entregar una carga controlada de 7.4 kW en su toma de AC para compatibilidad con vehículos específicos, el diseño de la infraestructura eléctrica (acometida, protecciones y sistema fotovoltaico) se calcula para su capacidad máxima de placa de 63.7 kVA (92 A).

4.2.4. Cálculo de la Demanda Máxima de la Estación (6 Vehículos)

El tiempo de permanencia de un vehículo en la estación de carga es un factor crítico para la gestión de los espacios de parqueo en la Facultad Técnica. La estación Penoda PADH-30-22 ofrece dos escenarios de carga distintos, permitiendo una estrategia de "carga de oportunidad" (rápida) y "carga de destino" (prolongada).

Para los cálculos, se utiliza la Energía Requerida (E_{req}) de 43.2 kWh (ciclo 20%-80% con pérdidas) determinada en el punto 3.1.1.

A. Escenario de Carga Rápida (Puerto DC - 30 kW)

Este puerto entrega energía en corriente continua directamente a la batería, eliminando el cuello de botella del cargador interno del vehículo.

- Cálculo de tiempo (T_{DC}):

Ecuación 5 Calculo de tiempo escenario A

$$T_{DC} = \frac{38.8kWh}{30kW} = 1.29 \text{ horas (aprox. 77.6 minutos)}$$

- *Uso sugerido:* Estudiantes o visitantes que requieren una carga rápida entre periodos de clase. Este puerto permite una alta rotación, pudiendo atender hasta 6 vehículos en una jornada de 8 horas.

B. Escenario de Carga Semirápida / Estándar (Puerto AC - 7.4 kW a 22 kW)

En este puerto, el tiempo depende de la capacidad del cargador a bordo (On-Board Charger) del vehículo. Para el Kia Niro EV, el estándar es de 7.4 kW.

- Cálculo de tiempo (T_{DC})

Ecuación 6 Calculo de tiempo escenario B

$$T_{DC} = \frac{38.8kWh}{7.4kW} = 5.24 \text{ horas (aprox. 5 horas y 14 minutos)}$$

Ecuación 7 Reemplazo con datos de Cálculo de tiempo escenario B

$$T_{DC} = \frac{38.8kWh}{22kW} = 1.76 \text{ horas (aprox. 1 horas y 45 minutos)}$$

Ecuación 8 Remplazo con datos de Cálculo de tiempo escenario B

$$T_{DC} = \frac{38.8kWh}{30kW} = 1.29 \text{ horas (aprox. 1 horas y 17 minutos)}$$

C. Capacidad de Servicio Simultáneo y Rotación Total A diferencia de los cargadores individuales, la arquitectura del Penoda PADH-30-22 permite el uso simultáneo de sus dos mangueras. Esto duplica la capacidad de atención de la estación en un mismo periodo de tiempo:

- Puerto 1 (DC - 30 kW): Destinado a la rotación rápida (5-6 vehículos/día).
- Puerto 2 (AC - 7.4 kW a 22 kW): Destinado a la estancia prolongada. Al ser una toma independiente, permite que un segundo vehículo se cargue durante toda la jornada sin interrumpir la carga rápida del primer puerto.

4.2.5. Análisis de Tiempos de Recarga y Rotación de Vehículos

Aplicamos el factor de simultaneidad según la normativa **IEC 61851** o la **NEC 625** (que suele exigir un factor de 1.0 para carga continua, pero en sistemas gestionados se puede usar 0.8).

Ecuación 9 Factor de simultaneidad

$$P_{total}: (N * P_{UNITL}) * F$$

Donde:

- N = 6 vehículos.
- P_{uniT} = 7.4 KW
- fs = 1.0 (Factor de seguridad a carga continua por más de 3 horas).

Resultado de Potencia Instalada: P_{total}: = 44.4KW

Tabla 2 Característica Ficha tecnica

Concepto	Cálculo	Resultado
Potencia nominal por cargador	7.4 kW (32A @ 230V)	7.4 kW
Número de puntos de carga	6 tomas	3 módulos dobles
Potencia total teórica (P_inst)	$6 \times 7.4 \text{ kW}$	44.4 kW
Factor de simultaneidad (F_s)	Diversidad de uso	0.8
Demanda de diseño (D_d)	$44.4 \text{ kW} \times 0.8$	35.5 kW

Nota. Elaboración propia

Tabla 3 Característica PENODA - PADH-30-22

Concepto	Cálculo	Resultado
Potencia nominal del cargador	33 kW DC + 22 kW AC (92 A @ 400 V)	52 kW
Número de puntos de carga	1 cargador	1 unidad
Potencia total teórica (P_inst)	$1 \times 52 \text{ kW}$	52 kW
Factor de simultaneidad (F_s)	Diversidad de uso	0.8
Demanda de diseño (D_d)	$52 \text{ kW} \times 0.8$	41.6 kW

Nota. Elaboración propia

4.3. Sistema Fotovoltaico y Generación Híbrida

El objetivo de este sistema es mitigar el impacto de la carga de los vehículos en la red eléctrica de la UCSG y reducir la huella de carbono de la Facultad Técnica. Para el dimensionamiento de una estación de carga para las instalaciones de la UCSG se escogió un carro modelo que represente a la carga y autonomía los otros vehículos eléctricos el KIA NIRO EV 100%.

Tabla 4 Ficha Técnica De La Estación De Carga

MOTOR	Eléctrico síncrono con imanes permanentes
POTENCIA	150kw (201hp/204cv)
TORQUE	255 Nm a 395Nm
BATERÍA	64.8 kwh – polímeros de iones de litio
AUTONOMÍA	460km WLTP
ACELERACIÓN	7.8 sg
CARGA RÁPIDA DC	100 kW (10-80% en 45 min)
CARGA LENTA AC	11 kW (0-100% en aprox. 6h 20min)

Nota. Elaboración propia

- **Paneles Solares:** Monocristalinos de tecnología **PERC o Bifaciales** (ej. 550Wp).
- *Dimensiones promedio:* 2.2m x 1.1m (~2.4 m²).
- **Inversor Híbrido:** Un inversor trifásico de **80 kW**. Este equipo debe ser capaz de:
 1. Gestionar la entrada de paneles (DC).
 2. Gestionar el banco de baterías.
 3. Inyectar a la red o tomar de ella (Bireccional).

Dimensionamiento del Campo Fotovoltaico

El área donde se va a instalar los paneles solares se encuentra en el parqueadero 2, el cual tiene una estimación de 440m², teniendo en cuenta esto y los parámetros de los paneles solares obtenemos:

- **Área Total:** 440m²
- **Capacidad de Instalación:** En 440m²; aprox. 116 paneles de 550W.
- **Potencia Pico Instalada P_{DC} :**
 - 116 paneles x 550w = 63.8kWp para el cargador Penoda PAHD-22-33
 - 102 paneles x 550w = 56.1kWp para 3 cargadores dobles de 7.4kW

Se ha evaluado el área disponible y la cantidad de paneles solares que se puede albergar. Encontrando que los dos escenarios propuestos tanto con los 3 cargadores dobles como para el equipo Penoda PAHD-33-22. Se necesita un área de 305m² la cual logramos cubrir con el área total con dimensiones de 440m²

Tabla 5 Cuadro de Dimensionamiento Técnico

Componente	Especificación Sugerida	Cantidad
Cargadores EV	Tipo 2 (7.4 kW - 32A)	6 unidades
Paneles Solares	Monocristalinos 550W	102 paneles
Inversor	Híbrido Trifásico 50 kW	1 unidad
Protecciones	Breakers DC/AC + Supresores de picos	Según norma NEC

Nota. Elaboración propia

En la simulación realizada en PVsyst (módulo *PV Array*), se configuró el generador con 102 módulos monocristalinos de 550 W, organizados en 17 módulos en serie y 6 strings, lo que entrega una potencia nominal fotovoltaica de 56,1 kWp. Para la conversión, se seleccionó un inversor híbrido trifásico de 50 kWac, obteniendo una relación DC/AC ($P_{nom} \text{ ratio}$) = 1,122, valor técnicamente adecuado para operación on-grid/off-grid y para reducir recortes sin sobredimensionar el inversor.

Figura 42 Selección de componentes por PVsyst

Nota. Elaboración propia

Respecto al emplazamiento, PVsyst reporta un área de módulos de 263 m² (huella efectiva del campo FV). Sin embargo, para el diseño arquitectónico y de montaje se considera un área mayor (305 m²) debido a separaciones entre filas, pasillos de mantenimiento, retiros de borde y accesos. Con ello, el requerimiento de

305 m² se cubre con el área total disponible de 440 m², validando la viabilidad espacial del sistema. Esta configuración se vincula con la Tabla 4 al dimensionar la generación e inversor para atender los escenarios planteados de infraestructura de carga (6 puntos Tipo 2 de 7,4 kW) y su análisis comparativo con el equipo Penoda PAHD-33-22, manteniendo coherencia entre capacidad instalada y superficie disponible.

Tabla 6 Ficha técnica Penoda PAHD-33-22

Componente	Especificación Sugerida	Cantidad
Cargadores EV	Penoda PAHD-33-22	1 unidad
Paneles Solares	Monocristalinos 550W	116 aprox paneles
Inversor	Híbrido Trifásico 80 kW	1 unidad
Protecciones	Breakers DC/AC + Supresores de picos	Según norma NEC

Nota.

Elaboración propia

4.4. Simulación de Balance Energético

Para esta proyección se eligieron dos escenarios cruciales para referirnos a una base de la generación y demanda a consumir:

Antes de realizar la simulación, en el Capítulo III caracteriza el recurso solar del emplazamiento, mientras que el Capítulo IV emplea dichos datos como variables de entrada para el dimensionamiento y análisis técnico del sistema fotovoltaico, se adopta un valor base de cálculo de Irradiación Global Diaria:

Ecuación 10 Irradiación global horizontal

$$Hd = 4.52 \text{ kWh/m}^2/\text{día}.$$

Este valor asociado directamente en las Horas Sol Pico (HSP) disponibles para la generación:

Ecuación 11 Cálculo de datos de irradiación global horizontal

$$HSP = \frac{4.2kWh/m^2}{1kW/m^2} = 4.2h$$

Escenario #1.- Demanda de consumo

Demanda operativa: reposición de energía para los recorridos de los VE eléctrico con carga estimada de 40% a 100% que son 38.88 kWh.

- Energía por vehículo: $64.8kWh \times 0.60 = 38.88kWh$
- Energía total de la flota (6 autos): $38.88kWh \times 6 = 233.28 kWh/día$

Análisis de generación solar: Tenemos un sistema de 116 paneles (63.8 kW) en guayaquil.

- Potencia Instalada: 63.8kWp
- Horas Sol Pico (HSP): 4.5h
- Factor de rendimiento (PR): 0.8 (estándar)

Ecuación 12 Generación diaria

$$63.8kWp \times 4.5 HSP \times 0.85 = 244.03 kWh/día$$

Escenario #2.- Días de operatividad

1. Enero a Abril: se considera una reducción en la generación por las lluvias de un 22.5% (promedio de 20 – 25%)
2. Días operativos: se considera de (lunes a viernes) a 261 días laborales

Considerando que los días que no se utiliza la estación de carga que serían los fines de semana el excedente de energía se lo direccionara a consumo propia de las instalaciones o inyección a la red.

4.5. Modelación de la generación energética vs. Demanda del Kia Niro

La que se emplearon en la simulación energética son las siguientes formulas:

1. Generación Total E_{GEN} (kwh)

Ecuación 13 Generación Total E_{GEN}

$$E_{GEN} = P_{pico} * HSP * PR$$

Donde:

- P_{pico} = Potencia instalada (63.8 kwp).
- HSP = Horas Sol Pico (Irradiación).
- PR = Performance Ratio (Eficiencia del sistema).

Ecuación 14 Generación Total EGEN con un factor de perdidas

$$E_{\text{gen}} = PDC * HSP * PR \text{ (PERFORMANCE RATIO)}$$

Donde PR es un factor de pérdidas (0.75 - 0.80).

$$E_{\text{gen}} = 63.8 \text{ kwp} * 4.5 * 0.85 = 244.03 \text{ kwh/día}$$

Concluyendo el Balance del sistema fotovoltaico de 63.8 kwp es capaz de cubrir el 100% de la energía necesaria para los recorridos diarios de los 6 vehículos.

Ecuación 15 energía necesaria para los recorridos diarios

$$EGEN = (Gen. Diaria * Factor Estacional) * Dia \text{ calendario}$$

2. Demanda Total E_{DEN} (kwh)

Ecuación 16 Demanda Total

$$E_{\text{req}} = C_{\text{BAT}} * (SoC \text{ FINAL} - SoC \text{ INICIAL})$$

Donde:

C_{BAT} : CAPACIDAD DE BATERIA.

SoC: state of chager

E_{DEN} = Consumo Diario * Dia Hábiles

3. Balance (B)

Ecuación 17 Balance

$$B = EGEN - EDEN$$

4.5.1. Balance energético mensual

Simulación en temporada de invierno

Datos De Entrada:

Enero a Abril (Meses Lluvioso)

- Días Totales: 31 días.

- Días Hábiles (lunes a viernes): 22 días.
- Factor Climático: 0.775 (Reducción del 22.5% por nubes/lluvia).
- Generación Base: 244.03 kWh/día.
- Consumo Autos: 233.28 kWh/día.

Ejemplo:

- Factor Climático: $244.03 \text{ kwh} * 0.775 = 189.12 \text{ kwh}$
- Generación Mes: $189.12 \text{ kwh} * 31 = 5862.72 \text{ kwh}$
- Demanda Total: $233.28 \text{ kwh} * 22 = 5132.16 \text{ kwh}$
- Balance: $5862.72 - 5132.16 = +730.56 \text{ kwh}$

Simulación en temporada de verano

Datos De Entrada:

Mayo a Diciembre (Seca)

- Días Totales: 31 días.
- Días Hábiles (lunes a viernes): 22 días.
- Factor Climático: 1 (100% al terminar el mes de lluvia).
- Generación Base: 244.03 kWh/día.
- Consumo Autos: 233.28 kWh/día.

Ejemplo:

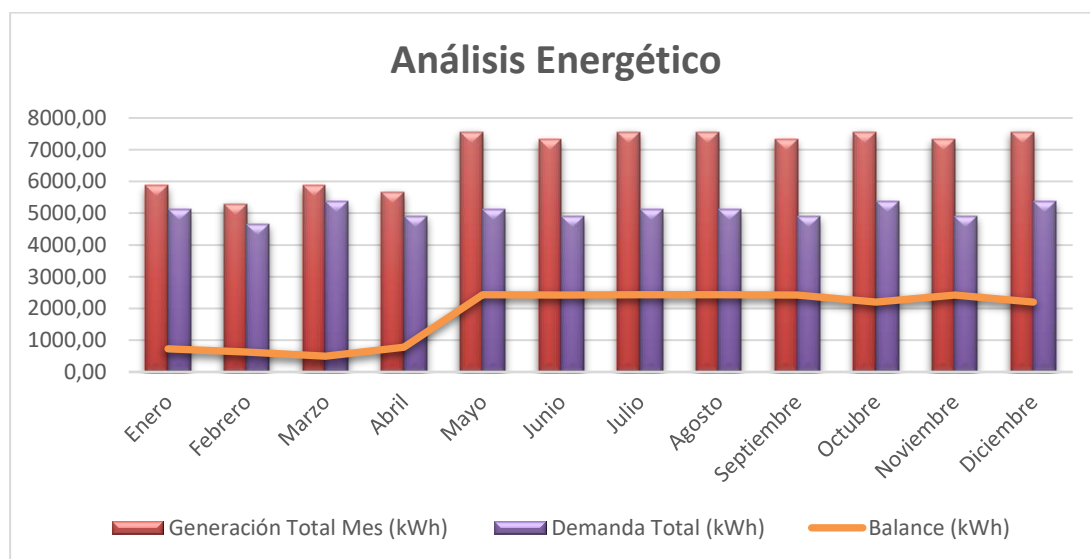
- Factor Climático: $244.03 \text{ kwh} * 1 = 244.03 \text{ kwh}$
- Generación Me: $244.03 \text{ kwh} * 31 = 7564.93 \text{ kwh}$
- Demanda Total: $233.28 \text{ kwh} * 22 = 5132.16 \text{ kwh}$
- Balance: $7564.93 - 5132.16 = +2432 \text{ kwh}$

Tabla 7 Proyección de Demanda Energético

Mes	Días Hábiles	Gen. Diaria Solar (kWh)	Mes Global	Generación Total Mes (kWh)	Demanda Total (kWh)	Balance (kWh)
Enero	22	189,12	31	5862,72	5132,16	730,56
Febrero	20	189,12	28	5295,36	4665,60	629,76
Marzo	23	189,12	31	5862,72	5365,44	497,28
Abril	21	189,12	30	5673,60	4898,88	774,72
Mayo	22	244,03	31	7564,93	5132,16	2432,77
Junio	21	244,03	30	7320,90	4898,88	2422,02
Julio	22	244,03	31	7564,93	5132,16	2432,77
Agosto	22	244,03	31	7564,93	5132,16	2432,77
Septiembre	21	244,03	30	7320,90	4898,88	2422,02
Octubre	23	244,03	31	7564,93	5365,44	2199,49
Noviembre	21	244,03	30	7320,90	4898,88	2422,02
Diciembre	23	244,03	31	7564,93	5365,44	2199,49
TOTAL, AÑO	261	226	365	82481,75	60886,08	21595,67

Nota. Elaboración propia

Gráfica 1 Análisis energético



Nota. Elaboración propia

4.5.2. Análisis del comportamiento del sistema

La grafica del balance energético nos demuestra el comportamiento dinámico del sistema fotovoltaico propuesto para la operatividad en la Facultad técnica, a continuación, se detallarán cada punto:

- **Cobertura Solar**

La sección amarilla representa la demanda del consumo por vehículos eléctricos se mantiene cubierto en su totalidad por la generación solar en un periodo de 1 año con cambios climáticos. El diseño puede cumplir el criterio **N-0** que se utiliza en el sistema aislado/híbrido, que indica una validación de dimensionamiento en un 33% del sistema fotovoltaico implementado de 63.8kwp en temporada secas.

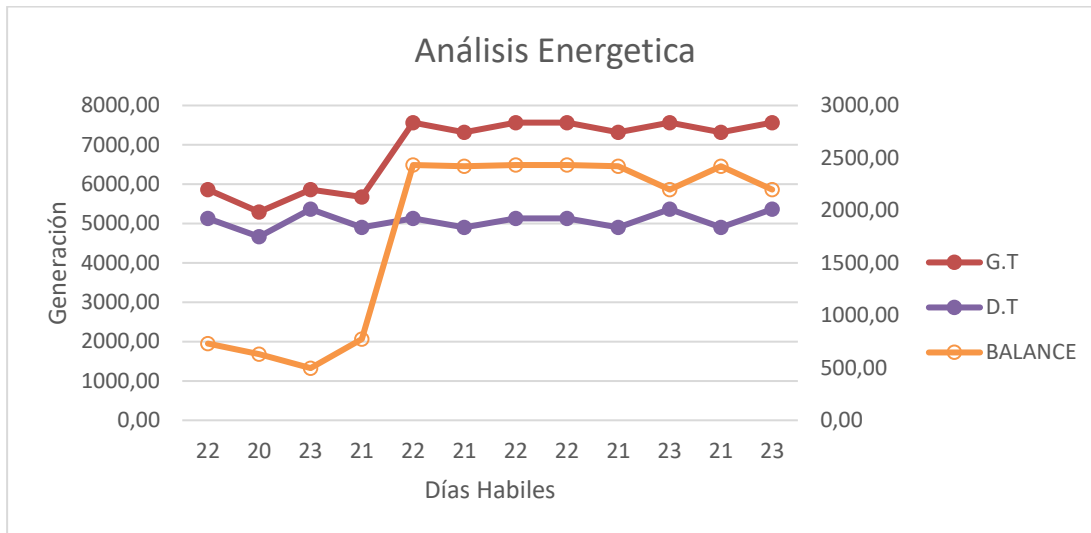
- **Cambio Climáticos**

En la gráfica se puede observar la recolección directa de la irradiación del sol para su producción energética pero también tenemos un fenómeno de “Derating” estacional que está proyectado en los meses de (enero a abril) por ser los meses lluviosos y al no contar con mucha irradiación solar lo que se cuantificó una reducción del 22.5%. lo que podemos concluir que el dimensionamiento puede abastecer en un periodo de 1 años y considerando las pérdidas.

- **Impacto de Vida Útil y Dimensionamiento**

Al ver que las gráficas representan un 100% de operatividad soportando la demanda vehicular en los días hábiles y los factores climáticos en 1 año calendario y los posteriores años, pero se pasa de precavido las pérdidas de las baterías y paneles que pueden estar entre 1 – 10% de pérdida por año.

Gráfica 2 Análisis energético



Nota.

Elaboración propia

4.6. Dimensionamiento de la Capacidad de Respaldo

El respaldo no busca cargar los 3 Kia Niro de 0 a 100% (lo cual requeriría un banco de baterías masivo y costoso), sino garantizar la continuidad operativa o cubrir el consumo diario calculado en el punto anterior.

- **Energía para respaldar (Objetivo):** Cubrir el 80% de la necesidad diaria (38.9kwh/día x 3 =116.7kwh/día) la carga a respaldar seria 116.7kwh x 0.8 = 93.36kwh/dia
- Cálculo de Capacidad Nominal Cn:

Ecuación 18 Capacidad Nominal

$$Cn = Ereq / DoD * Ninv$$

Donde:

- Ereq = 93.36kwh (Respaldo para una jornada).
- DoD = 0.8 (Protección de descarga de vida útil de batería).
- Ninv = 0.9 (Eficiencia del inversor).
- Resultado:

$$Cn = 93.36Kwh / 0.8 \times 0.9= 129.67kWh$$

4.6.1. Configuración del Banco de Baterías

Para carga grandes es recomendable utilizar sistema de alto voltaje (HIGH VOLTAGE) para reducir las pérdidas.

- **Voltaje del sistema:** 450V - 600V DC (esto mejora la eficiencia de conversión frente a los sistemas de 48V).
- **Capacidad en Amperios-hora (Ah):**

Ecuación 19 Capacidad en Amperios-hora

$$Cah = Kwh * 1000 / Vs$$

$$Cah = 129.67kwh * 1000/480 = 270.14Ah$$

Modo Backup (Corte de luz): En caso de apagón, el inversor entra en modo "Off-grid" formando una micro-red. En este estado, se puede programar para priorizar solo 2 de los 6 cargadores para optimizar la reserva.

Modo de Autoconsumo: Las baterías se cargan los fines de semana para suministrar energía el lunes a primera hora de jornada y en los periodos de inactividad que tengan el cargador o los puntos de carga. Además de cargarse los días de la semana en la noche por que deben estar cargadas para cualquier eventualidad en el suministro eléctrico de los paneles o de la red eléctrica.

Tabla 8 Ficha tecnica del cargador

Parámetro	Valor de Diseño
Vehículo Referencia	Kia Niro EV (64.8 kWh)
Demanda Pico (6 EV)	38.9 kW
Generación Fotovoltaica	63.8 kwp kWp (116 Paneles 550W)
Capacidad de Almacenamiento	64.4 kWh (LiFePO4)
Ahorro de Emisiones	~12.5 Ton CO2 / año (Estimado)

Nota. Elaboración propia

Selección del Módulo de Referencia

Utilizaremos como estándar el módulo Pylontech H48050:

Tabla 9 Especificaciones del módulo Pylontech H48050

Parámetro	Especificaciones
Modelos	H48074
Tecnología	LiFeP04
Vnominal	48v
Capacidad nominal	74AH
Energía nominal	3.55kwh
Ciclos de Vida	> 4500 (90% DoD)
Dimensiones	442 x 390 x 100 mm
Peso	24 kg
Certificaciones	TÜV, CE, UN38.3

Nota. Elaboración propia

4.6.2. Cálculo de Unidades según la Energía Requerida

En el paso anterior, determinamos que para respaldar la jornada de los 3 Kia Niro:

Ecuación 20 Cantidad de baterías

$$N^{\circ} \text{ de batería} = \text{Capacidad total deseada} / \text{Capacidad por modulo}$$

$$N^{\circ} \text{ de batería} = 129.66 \text{ kwh} / 3.55 \text{ (kwh/m)} = 36 \text{ modulos}$$

Configuración del Rack (Conexión)

Al darnos la cantidad de 36 módulos para la demanda de carga, pero esto módulos no se conecta en paralelos como los convencionales sino en serie por Rack al ser de alto voltaje (que suele requerir entre 400V y 600V DC):

- **Configuración sugerida:** 3 Racks en serie, cada uno con 12 módulos en serie.

- **Total, de baterías: 36 módulos** de 3.55 kWh.
- **Voltaje y Energía de Rack**

$$V_{nom}: 12 \text{ módulos} * 48V = 576V$$

$$E_{nom} \times \text{rack}: 12 \text{ módulos} * 3.55\text{kwh} = 42.6\text{Kwh}.$$

$$E_{total} = 3 \text{ rack} * 42.6 \text{ kwh} = 127.8 \text{ kwh}$$

El dimensionamiento de las baterías está acorde a la demanda a cubrir de cierto VE y una capacidad del 80%. Aparte para los racks de baterías se necesitaría implantar un controlador de batería del modelo Pylontech BMS SC1000-100S HV para la distribución por rack de batería

4.7. Inversión Inicial – CAPEX

Se estima un presupuesto referencial a la inversión inicial para el sistema fotovoltaico con los precios que están en el mercado sabiendo que cada año tiene una variación por impuestos y tasa de interés:

Tabla 10 Análisis de Inversión Inicial

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (USD)
Paneles Solares	Panes Monocristalino 550w + Estructura	116	\$22,040
Inversor	Inversor Híbrido Trifásico 60-80 kw	1	\$9,000
Batería	Módulo Batería Litio LiFePO4 48V 3.55kWh (Pylontech H48074)	36	\$28,800
	BMS Controlador de Alto Voltaje (Pylontech SC1000-100S)	3	\$4,200
Carga EV	Penoda Dual 30 kWDC + 22kW AC	3	\$21,000
Protecciones	Tablero de protección + ingeniería + Mano de obra		\$40,000

Total, Inversión #1	Capex con Sistema De Respaldo	\$125,040
Total, Inversión #2	Capex sin Sistema De Respaldo	\$92,040

Nota. Elaboración propia

4.7.1 Costos Operativos y de Mantenimiento – OPEX

El costo de mantenimiento a un sistema fotovoltaico es costo se puede estimar bajo a comparación de otro equipo de generación que su costo es más elevado por ser componentes de combustión.

- Mantenimiento preventivo:

Con las limpiezas sistema fotovoltaico y ajuste de tableros se lo estimaría en un 0.06% del CAPEX Inicial.

Ecuación 21 CAPEX #1

$$OPEX_{\text{anual}} = \$125,040 * 0.06 = \$7,502.4 \text{ USD/año}$$

Ecuación 22 CAPEX #2

$$OPEX_{\text{anual}} = \$92,040 * 0.06 = \$5,522.4 \text{ USD/año}$$

4.7.2 Valoración Económica del Ahorro Energético

Valoración Del Ahorro (Tarifa Cnel Ep)

- Costo Promedio del kWh: En Guayaquil, considerando impuestos (Bomberos, Alumbrado, Tasas), el costo medio real oscila entre \$0.105 y \$0.12 USD.
- Costo de ingreso/ahorro: para realizar el ejercicio tómanos los valores de la generación total del año que son los 20.077 kWh, al ser la producción de todo un año y a ver el excedente de la generación.

Ecuación 23 Valoración Del Ahorro

$$AH = 82481,75kwh * \$0.11 = 9,073\$$$

4.7.3 Flujo de Caja Neto del Proyecto (FCN)

Considerando una generación anual de **82481,75kWh** valorada a la tarifa promedio de la Facultad (**\$0.11/kWh**) y deduciendo un costo de mantenimiento del 0.12% del CAPEX

Ecuación 24 Flujo de Caja Neto

$$FCN = \text{Ahorro} - \text{Mantenimiento}$$

CAPEX #1

Ecuación 25 Flujo de Caja Neto CAPEX #1

$$FCN = 9,073 - 7,502.4 = 1,570.4\$$$

CAPEX #2

Ecuación 26 Flujo de Caja Neto CAPEX #2

$$FCN = 9,073 - 5,522.4 = 3,551\$$$

En el escenario #1 se puede apreciar una recuperación mínima de la instalación del proyecto al ser mayor la inversión inicial al considerar banco de baterías, pero en el escenario #2 se puede observar una mejora en el FCN al ser una inversión menor sin un sistema de respaldo incorporado

4.8. Costo del kWh en Electrolineras

Para realizar este costo ocuparemos la demanda por auto que es de 155.6kwh para los 4VE que son los Kia Niro. lo que nos reflejaría un 60% de carga de batería de cada vehículo (38.9kw)

Consumo

- Consumo diario (4VE): $4 * 38.9\text{kwh} = 155.6\text{kwh}$
- Consumo anual: $155.6\text{kwh} * 261 \text{ días} = 40,611.6\text{kwh}$

En este escenario vamos a utilizar una tarifa de \$0.27 USD/kWh en AC que esto precios se pueden reflejar en las gasolineras del país

- Costo diario: $155.6\text{kwh} * 0.27\$ = 42.012\$$
- Costo anual: $42.01\$ * 261 \text{ días} = 10,964.61\$$

Lo que nos ayudaría a sustentar los Capex para sus mantenimientos y tener un ingreso se reduce los años de recuperación del proyecto propuesto.

4.9. Periodo de Recuperación en situación de comercialización

En el punto anterior al realizar un costo de Kwh de comercialización para UCSG se tendría un ingreso de **\$10,964.61** que nos ayudara a cubrir los dos escenarios de la inversión inicial con sistema de respaldo y sin sistema de respaldo los que nos favorece y reducimos los años de recuperación del proyecto:

CAPEX #1: Con Sistema de Respaldo

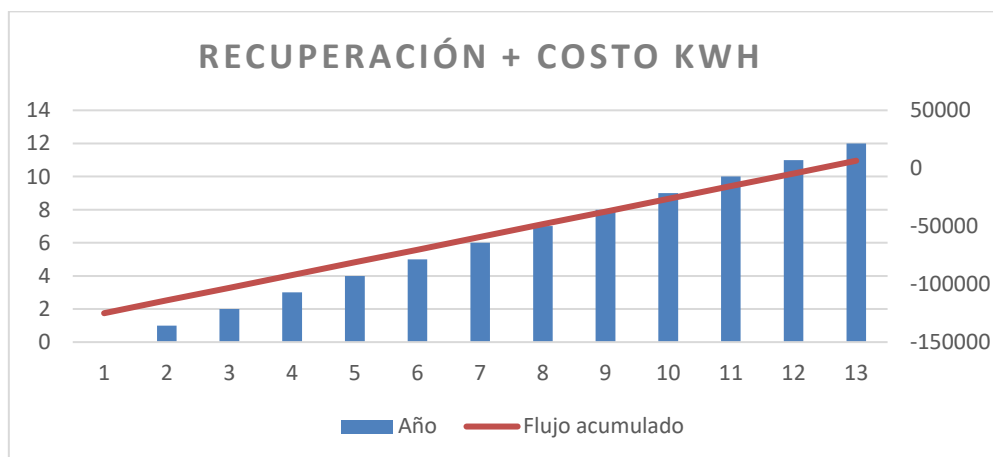
Ecuación 27 Periodo de Recuperación en situación de comercialización

$$PRI = Capex / FCN$$

Ecuación 28 Calculo de Periodo de Recuperación en situación de comercialización CAPEX #1

$$PRI: 125,040 / 10,964.61 = 11.40 = 12 \text{ Años}$$

Gráfica 3 Recuperación según KWh CAPEX #1



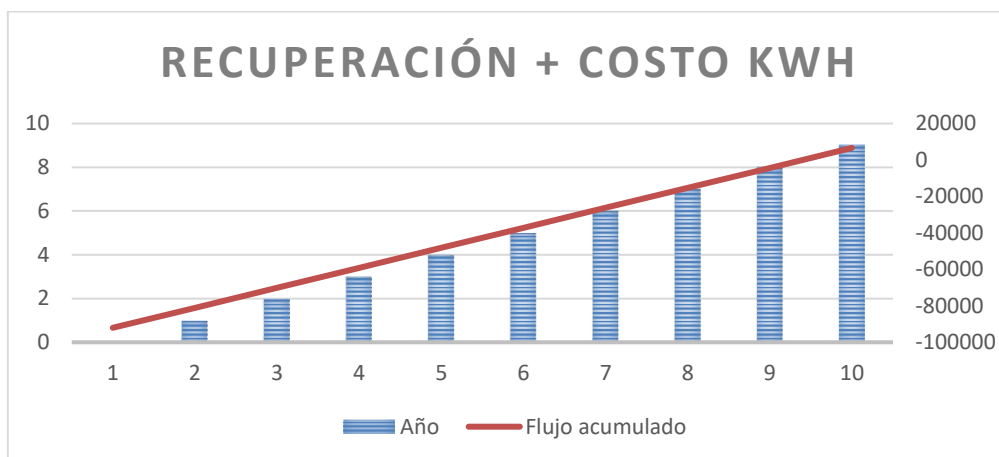
Nota. Elaboración propia

CAPEX #2: Sin Sistema de Respaldo

Ecuación 29 Calculo de Periodo de Recuperación en situación de comercialización CAPEX #2

$$PRI: 92,040 / 10,964.61 = 8.39 = 9 \text{ Años}$$

Gráfica 4 Recuperación según KWh CAPEX #2



Nota. Elaboración propia

En los dos escenarios se obtuvieron valores que reflejan un retorno de la inversión en un período de tiempo mucho menor con respecto al punto anterior a veces se cubre los costos de mantenimiento.

4.10. Análisis Crítico de la Viabilidad Económica

En el análisis económico realizado al dimensionamiento de la estación de carga vehicular se evidencia que el sistema fotovoltaico propuesto presenta un período de recuperación de 12 años con sistema de respaldo y en 9 años sin sistema de respaldo.

Sin embargo, el proyecto genera beneficios no monetarios, como la disminución de emisiones de CO₂, la mejora de la eficiencia energética institucional y la incorporación de tecnologías limpias alineadas con políticas de sostenibilidad y movilidad eléctrica.

Desde la perspectiva técnica, el sistema resulta económicamente viable en el largo plazo, considerando la vida útil de los paneles fotovoltaicos, la estabilidad del costo de operación y mantenimiento, y el incremento progresivo del costo de la energía convencional. En este sentido, la implementación del sistema se justifica no por su rentabilidad inmediata, sino por su aporte a la innovación, la sostenibilidad energética y la formación técnica aplicada dentro del entorno universitario.

CONCLUSIONES

Tras la culminación del análisis integral de factibilidad para la estación híbrida de carga vehicular en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD) de la UCSG, se concluyó que la viabilidad del proyecto está intrínsecamente ligada al modelo de gestión operativa adoptado. Mientras que la factibilidad técnica y tecnológica se validó plenamente mediante el diseño de una infraestructura de vanguardia, la factibilidad financiera se determinó como dependiente de la transición desde un esquema de gratuidad hacia uno de comercialización energética estratégica.

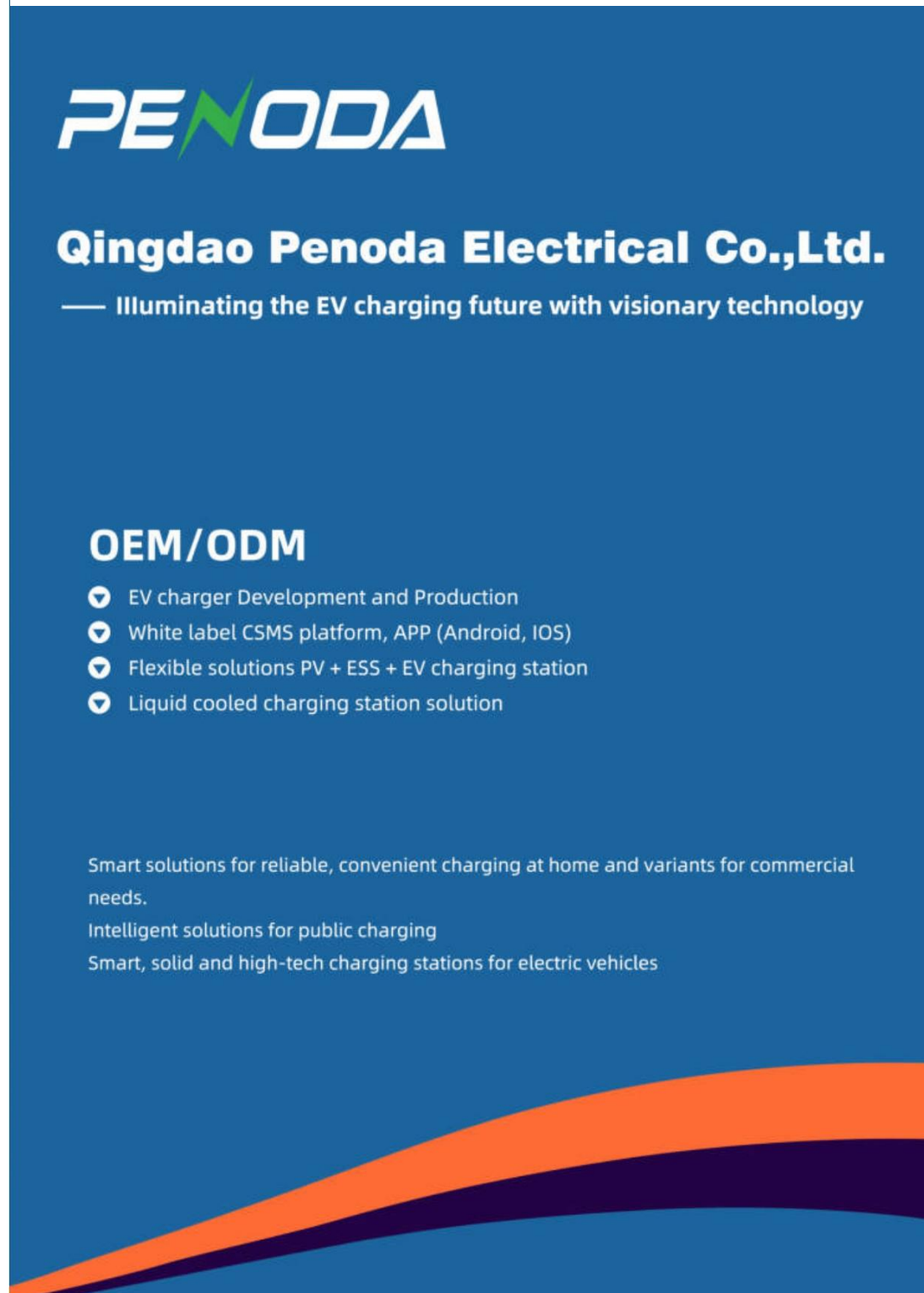
En cuanto al cumplimiento de los objetivos, se propone un diseño robusto con una capacidad de 63.74 kVA, fundamentado en una planta fotovoltaica de 116 paneles solares distribuidos en un área de 440m². Este diseño aseguró el suministro para estaciones de carga rápida (30 kW DC) y semirápida (22 kW AC), respaldado por un banco de baterías de LiFePO₄ de 129.66 kWh. La selección de esta tecnología de almacenamiento fue determinante para garantizar la autonomía y estabilidad del sistema ante fluctuaciones de la red, aprovechando la alta radiación solar del emplazamiento en Guayaquil.

Desde la perspectiva económica, al aplicar un esquema de comercialización con una tarifa de \$0.27 USD/kWh, el panorama financiero se transformó radicalmente: para el escenario con sistema de respaldo (CAPEX #1 inicial de \$125,040), el retorno de inversión es en 12 años. Para el escenario sin sistema de respaldo (CAPEX #2 inicial de \$92,040), el retorno se optimizó de en 9 años. Estos resultados demostraron que, mediante un flujo de caja operativo constante, el proyecto es capaz de amortizar tanto la inversión inicial como los costos de operación y mantenimiento (OPEX), garantizando su auto sustentabilidad durante más de dos tercios de la vida útil de los componentes fotovoltaicos.

RECOMENDACIONES

Una vez obtenido los resultados y las conclusiones derivadas de análisis económico y factibilidad de la estación Híbrida carga VE para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD), se desarrollan los siguientes puntos:

1. Implementación de Comercialización Energética para Faculta: Se recomienda de manera imperativa la adopción de un esquema de gestión basado en la tarifa calculada de \$0.27 USD/kWh, asegurando así la recuperación del capital (CAPEX) y la cobertura de los costos operativos (OPEX).
2. Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo: Se sugiere el diseño y ejecución de un cronograma de mantenimiento preventivo, con un periodo mensual de la limpieza de los 116 paneles fotovoltaicos. La acumulación de residuos sobre la superficie de captación puede reducir drásticamente la eficiencia energética del sistema, afectando los ingresos proyectados y la autonomía del banco de baterías.
3. Formación Académica: Se considera necesario aprovechar la infraestructura diseñada como un laboratorio de experimentación real para las carreras de Ingeniería Eléctrica y afines, con una elaboración de manuales.
4. Estandarización y Capacitación de Personal: Se sugiere la capacitación al personal técnico de mantenimiento de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil sobre los sistemas fotovoltaico y banco de almacenamiento de litio y la normativa IEC 60364. Es fundamental que la operación de los cargadores rápidos de 30 kW DC.
5. Gestión ambiental de residuos de baterías de litio al final de su vida útil: Incorporar un protocolo específico para la gestión ambiental de las baterías de litio una vez concluida su vida útil. Este debe incluir criterios para su retiro seguro, almacenamiento temporal en condiciones adecuadas y disposición final mediante gestores autorizados, priorizando, cuando sea posible, procesos de reutilización, reciclaje o valorización de materiales. Esta medida fortalecerá el perfil ambiental del proyecto, al considerar no solo la reducción de emisiones durante la operación.



PENODA

Qingdao Penoda Electrical Co.,Ltd.

— Illuminating the EV charging future with visionary technology

OEM/ODM

- ▼ EV charger Development and Production
- ▼ White label CSMS platform, APP (Android, IOS)
- ▼ Flexible solutions PV + ESS + EV charging station
- ▼ Liquid cooled charging station solution

Smart solutions for reliable, convenient charging at home and variants for commercial needs.

Intelligent solutions for public charging

Smart, solid and high-tech charging stations for electric vehicles

EV CHARGERS FOR NEXT GENERATION

PENODA

From home use to commercial use, we offer the entire range of best EV Chargers from PENODA.

PENODA EV Charging: Tailored & Technologically Advanced



Customization Flexibility

Aesthetic Design:

Customize the look to match your branding.

Hardware Design:

Adjust specifications for various vehicle and charging needs.

Software Design:

Create intuitive interfaces and functionality.

Complete Solutions:

Design a fully integrated system tailored to your requirements.



Compatibility

A broad compatibility with various electric vehicle models, ensuring easy access and widespread adoption of electric mobility solutions.



User-Friendly Interface

Really simple and intuitive charging process, making it easier for users to charge their electric vehicles hassle-free and without technical complexities.



Secure and Safe

Enhanced security and electric charge protection, ensuring safe and reliable charging experiences, safeguarding both the vehicle and the user from potential risks.

WHY PENODA

Opt for our charging stations for their reliability, efficiency, and tailored design. Engineered with advanced technology, our stations ensure fast, safe charging for all electric vehicles. We offer customizable solutions to meet diverse needs, enhancing both functionality and aesthetics. Trust us to support your transition to a greener future.

WINNING MORE TIME

Discover the reliability and innovation of PENODA EV Chargers, trusted worldwide. Currently operational in over 32 countries and part of more than 500 successful projects, our chargers exemplify rapid technological advancement and commitment to excellence. With features like high-speed charging, broad compatibility, intuitive operation, and robust safety measures, they're crafted for durability and smart connectivity. Whether for personal, workplace, or commercial use, choose PENODA EV Chargers for a future-proof charging solution that stands the test of time and geography.



info@penoda-power.com



0086-18100362130

CONTACT US

PV+ESS+EV Charging System PD-X-215

Integrated solution for photovoltaic
energy storage and charging.

PENODA

→ **215kWh**

Integrated Solar Energy Storage and Charging Cabinet



Rated capacity

Battery type:
Cell capacity£"
Cell voltage:
Rated battery capacity£"
Rated battery voltage£"
Battery voltage range£"
Charge and discharge ratio£"
Battery cooling system£"

215kWh

Lithium iron phosphate
280Ah
3.2V
215kWh
768.0V
636~864V
Rated0.5C
Fan/Liquid cooling



Safety Protection

Energy Meter: Smart Meter
Protection Class: IP54
Impact Protection: IK10
Warranty: 2 Years
Certification: CE



Conventional parameter

Dimension:(WxDxH)
Weight:
Class of protection:
Anticorrosion grade:
Operating temperature range:
Storage temperature range£"
System communication protocol£"
Communication interface:

1200*1280*2419mm
2400Kg
IP54
C5
-30~50℃
-30~55℃
Ethernet/RS485/CAN
RJ45



Your Entire Range

To download the entire range and full
specifications for our products, please
download:



Material

Housing Material: Galvanized steel with
anti-corrosion painting
Cable Material: TPU



CONTACT US



info@penoda-power.com



0086-18100362130

page
11



Level 2 DC EV Charger PDA

Wall-Mount LCD 7 "



↻ **21kW/28kW**



Input

Power Supply:
Input Voltage:
MAX Input Current:

21kW

L1+L2+PE
90~280VAC
96A

28kW

L1+L2+PE
90~280VAC
128A



Output

Output Voltage:
MAX Output Current:
MAX Output Power:

250~1000VDC
60A
21kW

250~1000VDC
80A
28kW



User-Friendly Interface

LED Indicator: RGB LED
Display: LCD 7 "
Charging Plug: CCS2/CCSI/GBT
Cable Length: 5m/customization
Start Mode: RFID/Plug&Play/OCPP
Installation Method: Wall-mount

RGB LED
LCD 7 "
CCS2/CCSI/GBT



Safety Protection

Energy Meter: Smart Meter
Protection Class: IP55
Impact Protection: IK10
Electrical Protection:
Over current, Over / Under voltage, RCD,
Ground protection, Surge, Over temperature
Power Measurement Accuracy :
+/-1.0% from 1% to full scale
Safety and Compliance :
IEC 61851-1; IEC 61851-23; IEC 61851-21-2;
ISO 15118, UL 2202, UL 2231-1, UL 2231-2,
CSANo.107.1-16, NEC Article 625
Warranty: 2Years
Certification: CE,FCC



Material

Housing Material: Galvanized steel with anti-corrosion painting
Cable Material: TPU



Environment

Cooling: Fan Cooling
Work Temperature: -25°C~+50°C
Work Humidity: 5%~95%
Work Altitude: up to 2,000 m



Your Entire Range

To download the entire range and full specifications for our products, please download:



info@penoda-power.com



0086-18100362130

CONTACT US

page
09

EV Charger
PADH-30-22

Floor-Standing
LCD 4.3 " *2

↻ DC30 + AC22 kW



Input

Power Supply: 3P+N+PE
Rated Voltage: 400VAC±15%
MAX Current: 92 A



Output

Output Voltage: CCS2: 250~1000VDC Rated
Output Current: DC:0~60A AC:0~32A
Rated Power: DC:30KW AC:22KW



User-Friendly Interface

LED Indicator: RGB LED
Display: LCD 4.3"*2
Power Plug: Hardwired
Charging Plug: CCS2/CCSI/GBT+Type2/GBT
Cable Length: 5m/customization *2
Start Mode: RFID / Plug&Play / OCPP
Installation Method: Floor-Standing



Material

Housing Material: Galvanized steel with anti-corrosion painting
Cable Material: TPU



Safety Protection

Energy Meter: Smart Meter
Protection Class: IP55
Impact Protection: IK10
Electrical Protection:
Over current, Over / Under voltage, RCD, Ground protection, Surge, Over temperature
Power Measurement Accuracy :
+/-1.0% from 1% to full scale
Safety and Compliance :
IEC 61851-1, IEC 62311, IEC 62479, IEC 62955, IEC 61439-1/-7UL 2231-1, UL 2231-2, UL2594, NEC Article 625, CSAC22.2, UL 916
Warranty: 2 Years
Certification: CE



Environment

Cooling: Fan Cooling
Work Temperature: -25°C~+50°C
Work Humidity: 5%~95%
Work Altitude: up to 2000 m



Your Entire Range

To download the entire range and full specifications for our products, please download:



info@penoda-power.com



0086-18100362130

CONTACT US



Qingdao Penoda Electrical Co., Ltd

Phone:0086-18100362130

E-mail:info@penoda-power.com

Website :www.penoda-power.com

Address :MAX Technology Park,No. 17 Guangbo Road,
Chengyang District, Qingdao City, Shandong Province,China.



Cube the Force



**HIGH VOLTAGE
ENERGY STORAGE SYSTEM**

Specification

Battery Management system



Models	SC0500-100S	SC1000-100S	SC1000-200E
Related Product	X1	H1/H2	M1
Controller Working Voltage	100~430Vdc	200~1000Vdc	220Vac
System Operation Voltage	100~430 Vdc	200~1000 Vdc	0~1000 Vdc
Charge Current (Max.)(A)	100	100	200
Discharge Voltage(Vdc)	100~430	200~1000	0~1000
Discharge Current (Max.) (A)	100	100	200
Self-Consumption Power (W)	8	8	8
Dimension(W*D*H, mm)	442*390*132	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight (kg)	8.2	8.2	17.5
Operation Life	15 years	15 years	15 years
Operation Temperature	-20~65℃	-20~65℃	-20~65℃
Storage Temperature	-40~80℃	-40~80℃	-40~80℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Battery Module



Models	H48050	H48074	H32148
Capacity(kWh)	2.40	3.55	4.74
Nominal Voltage(Vdc)	48	48	32
Nominal Capacity(AH)	50	74	148
Voltage Range(Vdc)	45~54	45~54	30~36
Depth of Discharge	80%(10~90%)	80%(10~90%)	80%(10~90%)
Dimension(W*D*H,mm)	442*390*100	442*390*132	330*628*150.5
Communication	RS485/CAN	RS485/CAN	RS485/CAN
Protection Class	IP20	IP20	IP20
Weight(kg)	24	32	48
Operation Life	10+Years	10+Years	10+Years
Operation Cycle Life	4000	4000	4000
Operation Temperature	0~50℃	0~50℃	0~50℃
Storage Temperature	-20~60℃	-20~60℃	-20~60℃
Product Certificate	TÜV,CE	TÜV,CE	TÜV,CE

Anexo 6. Panel Solar POWEST

POWEST®



25 años de garantía lineal

PANEL SOLAR POWEST

MONOCRISTALINO 550W

Mayor rendimiento energético gracias a su vidrio y cristal texturizado avanzado de alta transmisión, permite tener mayor eficiencia y transmisión de energía. Diseño innovador en sus celdas, permite reducir costos y tiempos de manejo en su instalación.

Nuestros paneles solares ahora con potencia mejorada con un diseño de barras colectoras múltiples, redujo el consumo de pasta de plata de las celdas, mejoró la eficiencia de las celdas y logró una mayor potencia de salida de los módulos.



Durabilidad

Módulos fotovoltaicos duraderos, probados de forma independiente para condiciones ambientales adversas, como la exposición a niebla salina, amoníaco y factores de riesgo de PID conocidos.



Vidrio avanzado

Nuestro vidrio de alta transmisión presenta un revestimiento antireflectante único que dirige más luz a las células solares, lo que resulta en un mayor rendimiento energético.



Tamaño extendido

Nuestro módulo de gran formato facilita el ahorro de costos a nivel del sistema a través de tiempos reducidos de manipulación e instalación.



Celda de gran tamaño

El diseño de celda grande aumenta efectivamente la potencia máxima del módulo y, en efecto, reduce en gran medida los costos de BOS, lo que reduce los costos del sistema.

Tecnología HALF CUT

Mejor capacidad de recolección de corriente, mayor área de generación de energía, aspecto agradable, más adecuado para la instalación en el techo.

** Sujeto a modificaciones sin previo aviso, según requerimiento del cliente, según disponibilidad de inventario y/o según pedido del cliente. Fotos de referencia, accesorios no vendidos por separado.



RENDIMIENTO ELÉCTRICO

Parámetros eléctricos en Condiciones de prueba estándar (STC)

Tipo de módulo		Monocristalino
Potencia de salida	P_{max} W	550
Tolerancia de salida de potencia	ΔP_{max} W	0- + 5
Eficiencia del módulo	η_{in} %	21.30
Voltaje en P_{max}	V_{mp} V	41.97
Corriente en P_{max}	I_{mp} A	13.11
Voltaje de circuito abierto	V_{oc} V	49.95
Corriente de cortocircuito	I_{sc} A	14.05

STC: Irradiancia de 1000W / m², temperatura del módulo de 25°C, espectro AM 1.5 según EN 60904-2.
Reducción media de la eficiencia relativa del 3.3% a 2000W / m² según EN 60904-2.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Temperatura nominal de la célula de operación	NOCT	°C	45 ± 2
Coefficiente de temperatura de P_{max}	γ	%/°C	-0.35
Coefficiente de Variación de Temperatura de V_{oc}	β_{Voc}	%/°C	-0.27
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	α_{Isc}	%/°C	-0.046

*Debido a la continua innovación, investigación y mejora del producto, las especificaciones y la información de este producto en las hojas están sujetas a cambios sin previo aviso.
Las especificaciones pueden variar ligeramente y no están garantizadas.

*Los datos no se refieren a un solo módulo y no forman parte de la oferta, solo sirven para la comparación con diferentes tipos de módulos.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Max. voltaje del sistema	1500Voc
Max. clasificación de fusibles en serie	25A
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C a 85°C
Máx. carga estática, frontal (p. ej., nieve)	5400Pa
Máx. carga estática, hacia atrás (p. ej., viento)	2400Pa
Máx. impacto de granizo (diámetro / velocidad)	25mm / 23m/s

* No conectar fusibles en la caja combinadora con dos o más cadenas en conexión paralela

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cubierta frontal (material / espesor)	Vidrio templado con bajo contenido de hierro / 3.2 mm película de EVA
Celda (cantidad / material)	144 / silicio monocristalino
Marco (material)	Aluminio de aluminio anodizado
Caja de conexiones (grado de protección)	IP68 / 3 Diodos Shunt
Cable (longitud / área de sección transversal)	1000mm / 6.0mm ² *

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Dimensiones (Largo / Ancho / Alto)	2279mm*1134mm*35mm
Peso	20.5Kg

CERTIFICACIONES

CE, CQC, BS DHBAS 18001:2007
IEC61215, IEC61701, IEC61730
ISO9001:2015 Quality management systems
ISO 14001:2004
ISO45001:Environmental management systems
ISO45001:2018 Occupational health and safety management systems



Advertencia: Lea el Manual de Instalación y Usuario en su totalidad antes de manipular, instalar y operación de módulos solares Yingli.

FT-PG04H-SS0W_V1_2024

Inversores híbridos trifásicos de alta potencia

SUN-60/75/80K-SG02HP3-EU-EM6



Deye
Modelo Códice: 625017.5H

- 100** 100% salida desequilibrada
- I** Acople de AC para reequipar la instalación solar existente
- 10** Admite hasta 10 unidades en paralelo (y modo sin conexión a la red), admite varias baterías en paralelo
- 160** Max.Corriente de carga y descarga de 160A
- H** Batería de alto voltaje con gran eficiencia
- 6** 6Periodo de tiempo para la carga/descarga de la batería
- D** Admite la carga directa de batería mediante generadores diésel

Datos técnicos

www.deyeinverter.com

Modelo	SUN-60K-SQ02HP3 -EU-EM6	SUN-75K-SQ02HP3 -EU-EM6	SUN-75K-SQ02HP3 -EU-EM6	SUN-90K-SQ02HP3 -EU-EM6
Datos de entrada de batería				
Tipo de batería	Plomo-ácido o ion-litio			
Rango de voltaje de la batería (V)	54V-100V			
Máx. Corriente de carga (A)	60+60			
Máx. Corriente de descarga (A)	60+60			
Estrategia de carga de baterías deiones de litio	Automatización al BMS			
Número de entrada de batería	2			
Datos de entrada de la cadena PV				
Máx. potencia de acceso PV (W)	120000	140000	150000	160000
Máx. potencia de entrada PV (W)	66000	112000	120000	128000
Máx. tensión de entrada PV (V)	1000			
Tensión de arranque (V)	180			
Rango de tensión MPPT (V)	150-820			
Tensión nominal de entrada PV (V)	650			
Máx. corriente de operación de entrada PV (A)	36+36+36+36+36			
Máx. corriente de cortocircuito de entrada (A)	54+54+54+54+54			
Núm. de rastreadores MPPT	6/2+2+2+2+2			
Núm. de cadenas por rastreador MPPT				
Datos de entrada/calida CA				
Potencia activa nominal de entrada/calida CA (W)	60000	70000	75000	80000
Potencia aparente de entrada/calida máx. de CA (VA)	66000	77000	82500	88000
Corriente nominal de entrada/calida CA (A)	91/67	106.1/161.5	113.7/166.7	121.3/156
Máx. corriente de entrada/calida CA (A)	100/95.7	116.7/111.6	125/119.6	133.6/127.6
Máxima para corriente CA (A)	200			
Potencia pica (fuente red) (W)	1.5 veces la potencia nominal, 50s			
Rango de ajuste del factor de potencia	0.8 de adelanto a 0.8 de retraso			
Tensión nominal/rango de entrada/calida (V)	220/230V, 230/400V / 0.85Un~1.1Un			
Frecuencia nominal/rango de entrada/calida (a red) (Hz)	50/45-55, 60/55-65			
Forma de conexión a la red	3L+N+PE			
Distorsión armónica total de corriente THDi	<3% (de potencia nominal)			
Corriente de inyección CC	<0.5% In			
Efficiencia				
Máx. Eficiencia	98.7%			
Euro-Eficiencia	98.1%			
MPPT-Eficiencia	>99%			
Protección de equipos				
Integrado	Protección contra polaridad inversa de CC, Protección contra sobrecorriente de salida de CA, Protección contra subtensión de salida de CA, Protección contra cortocircuito de salida de CA, Protección térmica, Monitoreo de componentes de CC, Interruptor de circuito portátil de arco (APC) (Opcional), Protección anti-Hélio, Detección de impedancia de aislamiento, Interruptor de CC, Detección de corriente residual			
Nivel de protección contra subtensiones	TYPE III(DC), TYPE II(AC)			
Interfaz				
Interfaz de comunicación	RS485/RS232/CAN			
Modo/Monitor	GPRS / WIFI / Bluetooth / 4G / LAN (opcional)			
Datos generales				
Rango de temperaturas de funcionamiento (°C)	-40a +60°C, +45°C Reducción de potencia			
Humedad ambiental permitida	0-100%			
Altitud permitida (m)	2000m			
Ruido (dB)	≤65 dB(A)			
Grado de protección IP	IP-45			
Topología del inversor	Sin aislamiento			
Categoría de subtenensión	CVC II(DC), CVC III(AC)			
Tamaño del armario (W*H*D mm)	606x937x314 (incluidos conectores y soportes)			
Peso (kg)	495			
Enfriamiento	Enfriamiento inteligente por aire			
Garantía	5 años/10.000h periodo de garantía depende del lugar de instalación final del inversor. Para obtener más información, consulte la política de garantía.			
Regulación de red	IEC 61727, IEC 62116, CEI 0-21, EN 50549, NRS 067, RD 140 UNE 217002, CVC-Richelieu R25, GPR, VDE-AR-N4105			
Seguridad EMC/Estándar	IEC/EN 61000-6-1/2/3/4, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62509-2			

Deye

Ningbo Deye Inverter Technology Co., Ltd.

Address: No. 24 South Yong Jiang Road, Dapu, Beilun, Ningbo, Zhejiang, China. | Tel: +86 (0)574 86228841 | E-mail: market@deye.com.cn



PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: FETD UCSG

Variant: New simulation variant

No 3D scene defined, no shadings

System power: 56.1 kWp

FETD UCSG - Ecuador

| Author



PVsyst V8.0.20
VC0, Simulation date:
08/02/26 23:08
with V8.0.20

Project: FETD UCSG
Variant: New simulation variant

Project summary				
Geographical Site FETD UCSG Ecuador	Situation		Project settings	
	Latitude	-2.18 °(S)	Albedo	0.20
	Longitude	-79.90 °(W)		
	Altitude	33 m		
	Time zone	UTC-5		
Weather data FETD UCSG Meteonorm 8.2 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic				

System summary			
Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
Orientation #1		Near Shadings	
Fixed plane		no Shadings	
Tilt/Azimuth		User's needs	
12 / 0 °		Unlimited load (grid)	
System information			
PV Array			
Nb. of modules		102 units	
Pnom total		56.1 kWp	
		Inverters	
		Nb. of units	
		Total power	
		Pnom ratio	
		1 unit	
		50 kWac	
		1.12	

Results summary				
Produced Energy	74026 kWh/year	Specific production	1320 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 84.68 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7



Project: FETD UCSG
Variant: New simulation variant

PVsyst V8.0.20
VC0, Simulation date:
08/02/26 23:08
with V8.0.20

General parameters

Grid-Connected System

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 12 / 0 °

Near Shadings

no Shadings

No 3D scene defined, no shadings

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Generic
Model Mono 550 Wp Twin half-cells bifacial
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 550 Wp
Number of PV modules 102 units
Nominal (STC) 56.1 kWp
Modules 6 string x 17 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 51.5 kWp
U mpp 642 V
I mpp 80 A

Total PV power

Nominal (STC) 56 kWp
Total 102 modules
Module area 263 m²
Cell area 243 m²

Inverter

Manufacturer Generic
Model 50 kWac inverter
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 50.0 kWac
Number of inverters 1 unit
Total power 50.0 kWac
Operating voltage 200-1000 V
Pnom ratio (DC:AC) 1.12
Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power 50 kWac
Number of inverters 1 unit
Pnom ratio 1.12

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.00 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

DC wiring losses

Global array res. 132 mΩ
Loss Fraction 1.50 % at STC

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.10 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.38 %

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.963	0.892	0.814	0.679	0.438	0.000



Project: FETD UCSG
Variant: New simulation variant

PVsyst V8.0.20
VC0, Simulation date:
08/02/26 23:08
with V8.0.20

Main results

System Production

Produced Energy

74028 kWh/year

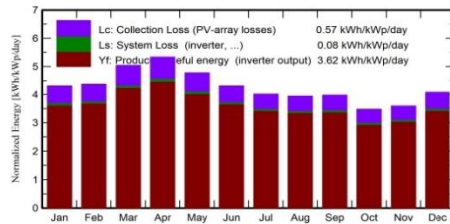
Specific production

1320 kWh/kWp/year

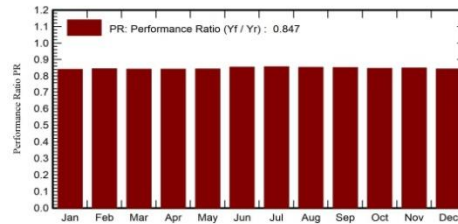
Perf. Ratio PR

84.68 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	144.3	80.23	26.61	133.9	129.7	6455	6315	0.841
February	128.8	76.96	26.45	122.7	119.2	5939	5811	0.844
March	158.4	90.83	27.01	156.5	152.5	7545	7389	0.842
April	155.8	81.97	26.67	160.1	156.6	7727	7562	0.842
May	140.2	72.56	26.42	148.4	145.1	7171	7015	0.843
June	120.9	72.03	24.80	128.8	125.8	6308	6173	0.854
July	118.6	76.04	24.45	124.4	121.4	6105	5974	0.856
August	118.9	74.82	24.11	122.1	119.2	5977	5846	0.853
September	119.6	74.20	24.14	119.4	116.2	5831	5701	0.851
October	111.3	70.27	24.50	107.8	104.6	5243	5120	0.847
November	114.3	76.03	24.67	107.9	104.6	5260	5139	0.849
December	136.6	86.26	26.55	126.4	122.2	6115	5981	0.843
Year	1567.6	932.20	25.53	1558.3	1517.1	75677	74028	0.847

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray

Effective energy at the output of the array

E_Grid

Energy injected into grid

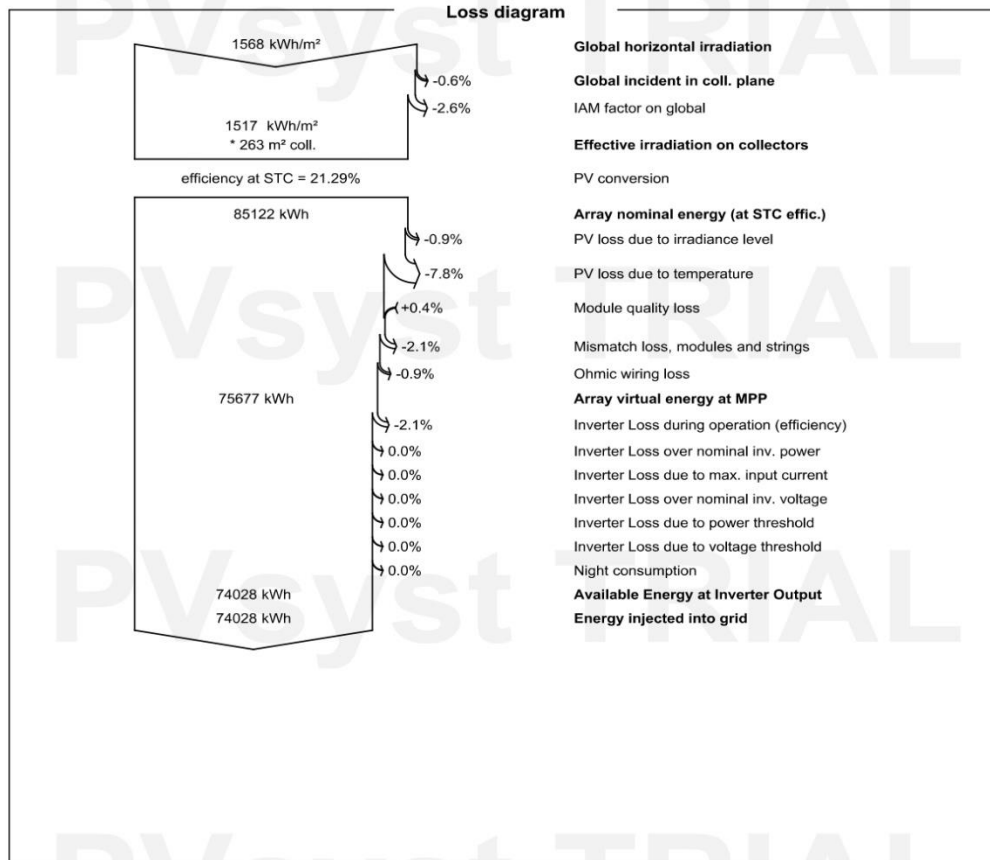
PR

Performance Ratio



PVsyst V8.0.20
VC0, Simulation date:
08/02/26 23:08
with V8.0.20

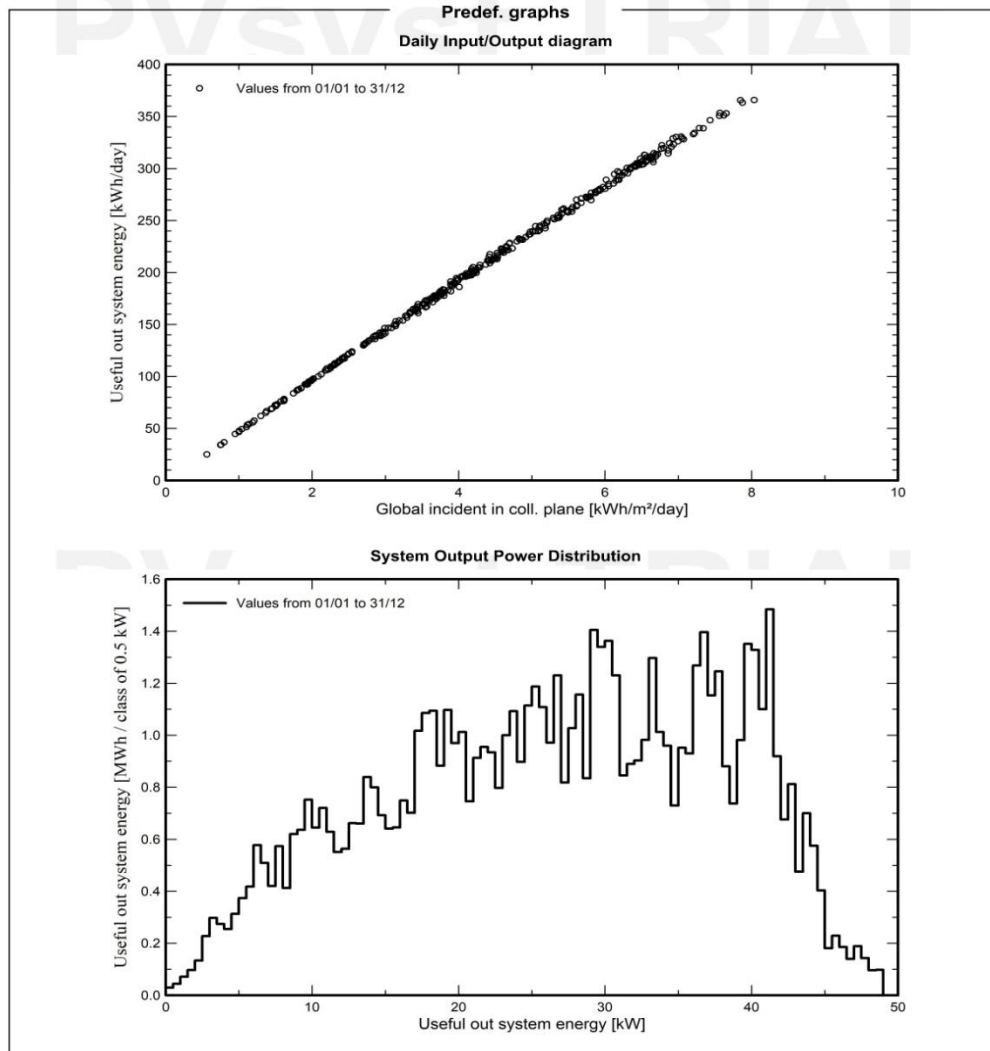
Project: FETD UCSG
Variant: New simulation variant

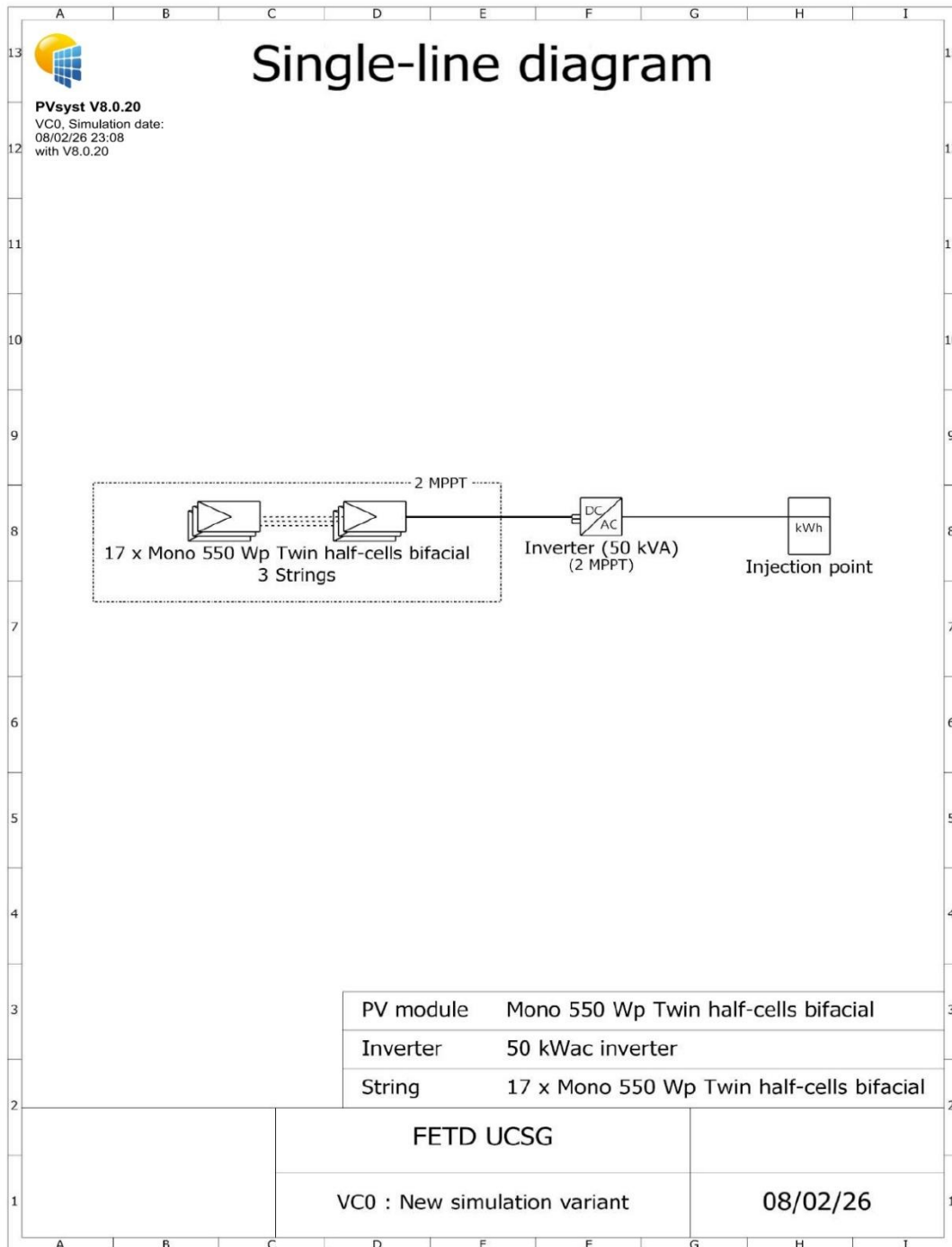




PVsyst V8.0.20
VC0, Simulation date:
08/02/26 23:08
with V8.0.20

Project: FETD UCSG
Variant: New simulation variant







Especificaciones

150kW (203 hp referencia) 7 Airbags Asistente de seguimiento de carril Control crucero inteligente Asistente de frenado de emergencia Cargador inalámbrico

Motor

Tipo	Eléctrico sincrónico de imán permanente
Potencia máxima	150kW (203 hp referencia)
Torque máximo	255 N.M
Alimentación	Batería de Iones de Litio - 65kWh
Autonomía WLTP	460 km*

Suspensión

Delanteros	Tipo McPherson
Posteriores	Tipo Multi-Link
Aros	RT7 Aluminio

Frenos

Sistema de frenos ABS	X
Sistema de freno regenerativo	X
Delanteros	Disco
Posteriores	Disco
Freno de parqueo	Eléctrico con Auto Hold

Equipamiento exterior

Acabados negro brillante	X
Apertura remota de baúl	X
Aros de aluminio RT7	X
Barra de techo	X
Detalles cromados en la parrilla	X
Espejo electrocristalizado	X
Faros delanteros Dual LED	X
Faros delanteros LED	X
Luzes automáticas	X
Luzes diurnas LED	X
Nebulizadores LED	X
Retractor con luz direccional	X
Spoiler posterior	X
Tercera luz de stop-LED	X
Vidrios de privacidad posterior	X

Dirección

Tipo	MDPS (Asistida eléctricamente)
------	--------------------------------

Transmisión

Perilla de cambios	X
--------------------	---

Equipamiento interior

2 puertos USB en asientos delanteros	X
Ajuste de altura asiento conductor	X
Llave inteligente con botón de encendido	X
Ajuste de altura asiento pasajero	X
Ajuste de asientos eléctricos para conductor y pasajero	X
Apoyabrazos con portavasos central	X
Asientos de eco-cuero	X
Asientos posteriores plegables 60/40	X
Bloqueo central conductor	X
Bluetooth con reconocimiento de voz	X
Cargador inalámbrico	X
Climatizador automático	X
Cluster de 10.25" digital	X
Radio de 10.25" HiFi con Apple CarPlay y Android Auto	X
Desempañador posterior automático	X
Luz en baúl	X
Luz en maletero delantero	X
Mandos al volante	X
Pantalla de cambios al volante	X
Pantalla cubre-equipo	X
Panel conductor con espejo de variedad	X
Perilla de cambios	X
Portavasos delanteros	X
Puerto USB frontal	X
Retractor con ajuste eléctrico y calefacción	X
Retractor plegable eléctricamente	X
Salida de aire 2da fila	X
Salida de 12V delantero	X
Selector de modos de conducción	X
Sensor de lluvia	X
Sensor de parqueo delantero y posterior	X
Sensor de presión en llantas	X
Soporte lumbar conductor y pasajero	X
Tweeter	X
Vidrios eléctricos con auto UP/DOWN	X
Volante de cuero	X
Volante con ajuste de altura y profundidad	X

Seguridad

7 Airbags (2 laterales + 1 conductor + 1 pasajero + 2 de asiento + 1 de rodill)	X
Asistente de Colisiones delanteras	X
Asistente de mantenimiento de carril	X
Asistente de seguimiento de carril	X
Limitador de velocidad manual	X
Sensor de punto ciego	X
Kit de emergencia	X
Inmovilizador	X
Sensor de monitoreo de presión en los neumáticos	X
Sensor de punto ciego	X
Asistente de límite de velocidad manual	X
Sensores de reversa	X
Cámara de reversa con líneas guía	X
Sensor de ocupantes en asiento posterior	X
Bloqueo central	X
Columna de dirección con sistema de absorción de impacto colapsable	X
Barra de protección lateral anti-impacto en 4 puertas	X
Sistema de anclaje para silla de niños ISOFIX	X
ESC (Control de Estabilidad Electrónico)	X
HAC (Asistente de Arranque en Pendientes)	X

Dimensiones

Largo total	4,195 mm
Ancho total	1,800 mm
Alto total	1,605 mm
Distancia entre ejes	2,600 mm
Capacidad de baúl	315 L - 1,339L



Colores



* Aplican restricciones. Especificaciones pueden variar de acuerdo a modelos y versiones.

Referencias Bibliográficas

- Aede. (2024). *Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador*. Recuperado. Obtenido de https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2025/03/AEADE-ANUARIO-2024_digital.pdf
- Aguad Abarca, J. I. (2025). *Evaluación técnico económica de integrar baterías en licitaciones de suministro de energía a clientes libres industriales*.
- Alcaraz, C. G. (2022). Implicaciones de seguridad en MAS Desplegados en Infraestructuras de Carga basadas en OCPP. VII Jornadas Nacionales de Investigación en Ciberseguridad.
- ARCONEL. (2020). *Resolución Nro. ARCONEL-006/2020*. Obtenido de <https://bit.ly/3yttGgu>
- Arteaga Ocaña, J. A. (2024). *Análisis de la calidad de potencia eléctrica de un sistema solar fotovoltaico conectado a red con almacenamiento usando baterías (SAEB)*.
- Briones Ullón, M. A. (2022). *Propuesta de una metodología para la gestión de riesgos aplicable a Organismos de Evaluación de la Conformidad que deben cumplir con las normas NTE INEN-ISO/IEC 17020: 2013, NTE INEN-ISO/IEC 17025*.
- Castañó Serna, J. P. (2022). *Diseño de un árbol solar para la seccional del Bajo Cauca de la Universidad de Antioquia*.
- Castellanos Contreras, J. U. (2025). *Propuesta de un modelo inteligente de generación de energía eléctrica aplicado en redes de sistemas híbridos de generación renovable no convencional*.
- Cepeda Sánchez, R. E. (2025). *Diseño e implementación de sistema de conversión de vehículo de combustión a eléctrico, además del monitoreo de variables físicas para optimización del uso de la batería*.
- Cevallos Solorzano, L. F. (2023). *Análisis de la normativa IEC 61850 para la protección y monitoreo de transformadores de potencia empleando reles de protección diferencial (Master's thesis)*.

- Choque Torres, A. L. (2023). *Caracterización de módulos fotovoltaicos para determinar perdidas por temperatura mediante cámara termográfica infrarroja IR-campus Ayabacas.*
- Cigales López, J. (2023). *Diseño de instalación solar térmica y fotovoltaica en vivienda unifamiliar.*
- Cipagauta Zambrano, M. A. (s.f.). *Complementariedad en isla con integración de energías renovables para la capacidad del servicio energético (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).*
- Clará Martínez, M. (2025). *Diseño de una instalación fotovoltaica de 80 kW para el IES Guillem d'Alcalà.*
- Cobos Galindo, L. M. (2023). *Manual y guía para la construcción de sistemas eléctricos industriales en pequeña y mediana empresa aplicando normativa actual (Bachelor's thesis).*
- Défaz Visuete, G. S. (2025). *.Políticas públicas de eficiencia energética en Ecuador y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 13 “Acción por el Clima” y 7 “Energía Asequible y no contaminante” de la Agenda 2030 de la ONU: Caso de estudio; análisis del Plan Nacional .*
- Delle Femine, A. G. (2024). *EVSE Metrological Verification Through IEC 61851 Protocol Hacking. In 2024 IEEE International Workshop on Metrology for Automotive (MetroAutomotive) (pp. 130-135). IEEE.*
- Encala Pihuave, K. N. (2023). *Coordinación de protecciones en sistemas eléctricos de distribución, mediante el uso de Relés SEL-751 (Bachelor's thesis).*
- Enel, x. (s.f.). *Historia del carro eléctrico: evolución a lo largo de la historia.*
- García Gil, E. (2023). *Estudio técnico económico del proyecto de instalación:-Eléctrica en media tensión. Centro transformación.-Eléctrica en baja tensión.-Protección contra incendios. De una nave industrial destinada a fabricación de estructuras metálicas.*

- García Viadero, J. (2025). *Proyecto empresarial de fabricación y distribución de paneles solares híbridos térmico-fotovoltaicos en España (Doctoral dissertation, ETS de Ingenieros Informáticos (UPM))*.
- García, C. A. (2024). *Trabajos de ingeniero de mantenimiento eléctrico en la industria hidrocarburífera (Bachelor's thesis, Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería)*.
- González Carrera, M. (2022). *Sistema de almacenamiento de energía basado en baterías (Bachelor's thesis)*.
- Guamán Molina, J. I. (2022). *Diseño de un sistema “peak shaving” basado en sistema renovable y almacenamiento de baterías para grandes consumidores de electricidad en el Ecuador, aplicación para un cliente industrial (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2022.)*.
- Henríquez Pávez, J. (2024). *Efecto del amortiguamiento dinámico de las cargas eléctricas, ante la presencia de cantidades relevantes de baterías en proceso de carga*.
- Herrera Albarracin, S. J. (2024). *Diseño y simulación de un cargador para vehículos eléctricos AC tipo 2 con protocolo de interoperabilidad OCPP 1.6*.
- Ibáñez Espín, A. (2022). *Evaluación de la exposición laboral a contaminantes químicos en el proceso de fabricación de baterías ácido-plomo*.
- Kirichenko, D. (2025). *Sistema de trazabilidad segura e inviolable mediante Blockchain y tecnología RFID para la protección de activos*.
- La Rotta Martínez, L. K. (2025). *Caracterización electroquímica de un complejo de cobalto con ligandos benzoato como candidato para electrolito en baterías de flujo redox*.
- Leiva García, A. D. (2024). *Adaptación de modelos de baterías empleados en microredes*.
- Lipa Machaca, D. T. (2025). *Diseño, implementación y evaluación económica de un inversor/cargador de 5.0 kW conectado a la red con un sistema de respaldo para el suministro de una carga del centro de cómputo en la EPIER-Ayabacas*.

- Llorens Manchus, S. (2023). *Estudio y dimensionamiento de placas fotovoltaicas para autoconsumo con conexión a red en vivienda unifamiliar, incluyendo punto de recarga para vehículo eléctrico y diversas alternativas.*
- Lopez Cedeño, A. S. (2025). *Transformación energética en el Ecuador: políticas públicas para impulsar la sostenibilidad y la innovación (Bachelor's thesis).*
- Manios Ocampo, M. Á. (2025). Estado actual del transporte público con buses eléctricos en América Latina.
- Maridueña Zambrano, E. J. (2024). *Evaluación de las tarifas residenciales en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano. ESPOL. FIEC, Guayaquil. 58p.*
- Mejía Cholo, C. A. (2024). Propuesta de un esquema de alivio de carga para microrredes usando la norma IEC 61850 y la tasa de cambio de la frecuencia. *Master's thesis, Quito: EPN.*
- Mejía Parrado, J. J. (2022). *Sistema dual termoelectrico-fotovoltaico para generar energía eléctrica por concentración de radiación solar.*
- Mier, C. G. (2024). *Algoritmo para mejorar la eficiencia de un controlador MPPT fotovoltaico basado en un enfoque hibrido neuronal-metaheurístico.*
- Monje Cid, C. S. (2024). *Desarrollo de una herramienta de optimización de sistemas Bess para diferentes escenarios de generación renovable, mercado eléctrico y demanda industrial.*
- Muñoz Fuentealba, C. G. (2024). *Configuración óptima de centros de carga para vehículos eléctricos con generación solar en estacionamientos comerciales.*
- Ortega Camino, L. D. (2022). Arquitectura de sistema electrónico de potencia modular, multipuerto CC bidireccional con aislamiento.
- Páez Viñas, M. T. (2022). *Baterías de Flujo de Alta Densidad de Energía basadas en Mediadores Redox.*
- Paguay, J. A. (2024). *Implementación de sistema solar fotovoltaico: Evaluación de sostenibilidad y eficiencia energética. Revista Veritas de Difusão Científica, 5(2), 1745-1767.*

- Pardiñas, Á. Á. (2024). . *La gestión de baterías en un entorno energético crecientemente renovable. Dínamo técnica: revista gallega de energía*, (31), 26-28.
- Pérez, B. (2024). *La Unión Europea y el nuevo paradigma energético en la transición hacia la neutralidad climática*. 10-31.
- Pullotasig Lema, J. A. (2023). *Guía para el ajuste de las protecciones eléctricas de sistemas DC: Guía para el ajuste de la protección de sobrecorriente de fallas a tierra y de la protección de sobrevoltaje de la línea DC de un sistema HVDC*.
- Quintana Villacís, R. P. (2023). *Estudio de análisis y prospectiva de la electromovilidad en Ecuador y el mix energético al 2030*. Obtenido de Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE): <https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/08/>
- Rios Fernández, G. P. (2025). *Diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas del Hotel Suite Naylamp Zyon, Jaén-Perú, 2024*.
- Roque, P. Y. (2023). *Evaluación del factor de dimensionamiento para SFCR, implementado con convertidores CC/CC para fines de micro generación, en condiciones de clima extremo en el Distrito de San Miguel Juliaca Perú a 3812 msnm*.
- Ruiz Ruiz, J. (2025). *Diseño y dimensionamiento de una planta solar fotovoltaica flotante para autoconsumo en una comunidad de regantes (Bachelor's thesis)*.
- Salazar Angulo, B. P. (2025). *Modelo de madurez Empresas Eléctricas de distribución: evaluación del nivel de madurez de la unidad de negocio CNEL Santo Domingo y Empresa Eléctrica Ambato regional centro norte (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2025.)*.
- Springer. (2021). *Rufer, «Energy Storage,» de Papailiou, K.O. (eds) Springer Handbook of Power Systems*.
- Torres Anzules, M. J. (2025). *Análisis del funcionamiento de un descargador tipo rayo para sobretensiones de líneas de transmisiones eléctricas (Bachelor's thesis)*.

- Velazquez, A. (2025). *Diseno y Validación Hardware in the Loop de Controles para la Operación de Sistemas de Almacenamiento de Energia por Baterias* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO).
- Vergara Mantilla, E. P. (2025). *Propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos con conexión a la red en industria plástica localizada en la ciudad de Guayaquil* (Bachelor's thesis).
- YÁÑEZ, C. L. (2025). *DESARROLLO DE CÁTODOS DE LiFePO₄ YC PARA BATERÍAS DE IONES DE LITIO DE ALTO RENDIMIENTO* (Doctoral dissertation, Universidad de Concepción).
- Zhou, B. e. (2020). *Energy efficiency comparison: internal combustion engines vs. electric motors*. ResearchGate.



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Tumailli Quirola Bryan Isaias** con C.C: 0952574101 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 04 de marzo del 2026

EL AUTOR

f. 

Tumailli Quirola Bryan Isaias
C.C.: 0952574101



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cartuche Yungán José Christofer** con C.C: 0955168174 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 04 de marzo del 2026

EL AUTOR

f. 

Cartuche Yungán José Christofer
C.C.: 0955168174



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de factibilidad de una estación híbrida de carga vehicular con sistema de respaldo para la Facultad Técnica para el Desarrollo de la UCSG.		
AUTOR(ES)	Cartuche Yungán José Christofer Tumaili Quirola Bryan Isaías		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Peñafiel Olivo, Kety Jenny Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de marzo del 2026	No. DE PÁGINAS:	102
ÁREAS TEMÁTICAS:	Movilidad eléctrica, Ingeniería eléctrica, Gestión y eficiencia energética, Vehículos eléctricos, estación de carga vehicular, sistemas híbridos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía solar fotovoltaica, Sostenibilidad energética, Estación de carga vehicular, Almacenamiento de energía, Movilidad eléctrica		
RESUMEN/ABSTRACT:	Mediante este estudio se realizará un análisis para determinar la factibilidad económica y técnica del diseño de una estación de carga vehicular suministrada mediante un sistema fotovoltaico híbrido. Este proyecto surge a partir del incremento anual significativo de vehículos eléctricos en el país, la inestabilidad del sistema eléctrico nacional y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector automotriz. La metodología, con un enfoque mixto y descriptivo, engloba el levantamiento de información del sitio, el estudio de las normas actuales aplicables, el dimensionamiento adecuado del sistema fotovoltaico junto con su infraestructura de carga, la correcta conexión al sistema eléctrico público y el análisis de su viabilidad económica. Los resultados obtenidos determinarán si es factible el proyecto fotovoltaico en los ámbitos económico, técnico y sostenible. Con ello, se busca que la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil fortalezca su compromiso institucional con la movilidad sostenible y la transición energética. Adicionalmente, este estudio servirá como referencia para futuras implementaciones de infraestructura de carga en instituciones educativas, promoviendo el uso eficiente de la energía, la reducción de costos operativos y la adopción de soluciones energéticas resilientes frente a escenarios de alta demanda y variabilidad del suministro eléctrico.		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-	E-mail: jose.cartuche@cu.ucsg.edu.ec bryan.tumaili@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ubilla González, Ricardo Xavier, MS.c		
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593-999528515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			