

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



## **PLAN DE TESIS**

**"MULTI-AGENTE DE APRENDIZAJE PROFUNDO POR  
REFUERZO PARA EL CONTROL DE LA FLEXIBILIDAD  
ENERGÉTICA EN COMUNIDADES INTERACTIVAS CON LA RED  
ELÉCTRICA, IQUITOS 2025"**

PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO CON MENCION  
EN: INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
ELABORADO POR: BACH. MAC TAPIA CCOYSO  
ASESOR: XXXXX

**LIMA-PERU**

**2025**





## **INFORMACIÓN BÁSICA**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

### **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE POSGRADO**

#### **1)- Titulo de Plan de Tesis**

**Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos, 2025.**

#### **2).- Autor: Mac Tapia Ccoyso**

**DNI: 46112353.**

#### **3).- Asesor: XXXXX**

**DNI:**

#### **4).- Área involucrada:**

**5).-Lugar de desarrollo de la investigación: Ciudad de Iquitos, Loreo**

**6).- Duración estimada del proyecto en meses: 12 meses fecha de inicio 01.01.26 a 20.12.26**

## INDICE

<b>I. CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>9</b>
1.1. Diagnóstico .....	9
1.1.1. Contexto Global y la Transición Energética.....	9
1.1.2. Situación de las Redes Existentes (Perú e Iquitos) .....	10
1.2. Identificación y Descripción del problema del estudio.....	10
1.2.1. Antecedentes Bibliográficos .....	12
1.2.2. Formulación del problema.....	12
1.2.3. Justificación y Alcance .....	12
<b>II. CAPITULO II. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos .....	14
<b>III. CAPITULO III. MARCO TEORICO.....</b>	<b>14</b>
3.1. Bases Teóricas .....	14
3.1.1. Definición de Términos .....	14
<b>IV. CAPITULO IV. METODOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
4.1. Tipo de investigación .....	15
4.2. Nivel de investigación .....	15
4.3. Método de Trabajo.....	15
4.4. Población y muestra.....	15
4.5. Tipo de Diseño.....	15
4.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	15
4.6.1. Antecedentes internacionales .....	15
<b>V. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>15</b>
5.1. Hipótesis .....	15
5.1.1. Operacionalización de Variables .....	16
<b>VI. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>
6.1. Tipo de metodología .....	17
6.2. Diseño metodológico.....	17
6.3. Método de investigación .....	17
6.4. Población y muestra.....	17
6.5. Lugar de estudio y periodo desarrollo .....	17
6.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	17

6.7.	Análisis y procesamiento de datos.....	17
6.8.	Aspectos Éticos en Investigación.....	17
<b>VII.</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>18</b>
<b>VIII.</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>19</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>23</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 8. Operacionalización de Variables.....	16
Tabla 9: Cronograma de Ejecución.....	18
Tabla 10: Presupuesto .....	19

## **ABREVIATURAS**

ALIM	:	Alimentador en media tensión
BESS	:	Battery Energy Storage System (Sistema de almacenamiento de energía de batería)
BEV	:	Batería de vehículo eléctrico
CO <sub>2</sub>	:	Dióxido de carbono
CNE	:	Código Nacional de Electricidad
CEPLAN	:	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
DERs	:	Recursos Energéticos Distribuidos
DIGSILENT	:	Digital Simulation of Electrical Networks (simulación digitalizado de redes eléctricas)
DSO	:	Operador de sistema de distribución
ELOR	:	Empresa Distribuidora Electro Oriente S.A. S.A.
FC	:	Factor de Carga
FCO	:	Índice de Capacidad Ociosa
GEI	:	Efectos de gases invernadero
GLP	:	Gas licuado de petróleo
GNV	:	Gas Natural vehicular
HFP	:	Horas Fuera de Punta
HP	:	Horas Punta
IEEE	:	Institute of Electrical and Electronic Engineering
LCE	:	Ley de Concesiones Eléctricas N°25844
MINEM	:	Ministerio de Energía y Minas
MT	:	Media Tensión
NMT	:	Nodo de media tensión
PHEV	:	Vehículo eléctrico híbrido enchufable
PIDE	:	Plan de inversiones de distribución eléctrica
PV	:	Paneles Fotovoltaicos
RES	:	Energía de fuentes renovables
SED	:	Subestación Eléctrica de Distribución
SET	:	Subestación Eléctrica de Transformación

SID	:	Sistema Integrado de Distribución
SoC	:	Estado de carga
V2G	:	Vehículo eléctrico a red
VE	:	Vehículos eléctricos

## I. CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Diagnóstico

El diagnóstico se centra en la realidad energética a nivel mundial, nacional y, críticamente, local en Iquitos, para demostrar que los sistemas y métodos de control existentes son insuficientes para los desafíos modernos.

El diagnóstico establece que los sistemas de gestión energética actuales son ineficaces para manejar la complejidad operativa de una red que incorpora alta penetración de Energías Renovables y Vehículos Eléctricos, situación exacerbada por el contexto local de Iquitos.

El diagnóstico se enfoca en demostrar que las limitaciones funcionales de la red y los métodos de control existentes no permiten una gestión energética óptima, forzando la necesidad de una solución de software inteligente.

#### 1.1.1. Contexto Global y la Transición Energética

El panorama mundial está marcado por el desafío del Calentamiento Global y la necesidad de alcanzar la neutralidad de carbono. Esta meta impulsa una transformación radical de las redes eléctricas basadas en dos vectores:

**Integración de Energías Renovables (ER):** La alta penetración de fuentes intermitentes (solar, eólica) introduce una volatilidad e incertidumbre en el suministro que las redes deben gestionar dinámicamente, afectando la estabilidad y la regulación de voltaje [4].

**Electrificación del Transporte (VEs):** El crecimiento de los Vehículos Eléctricos (VEs) transfiere una carga masiva y móvil a la red de distribución. Los VE representan una fuente significativa de flexibilidad (a través de la carga inteligente o V2G), pero su carga no coordinada puede generar picos de demanda críticas [3].

### **1.1.2. Situación de las Redes Existentes (Perú e Iquitos)**

El diagnóstico de la infraestructura existente revela una incapacidad para absorber la complejidad introducida por la transición energética:

**Redes con Control Rígido:** Las redes tradicionales dependen de arquitecturas centralizadas (top-down) y métodos de optimización basados en modelos. Estas soluciones son computacionalmente inmanejables y vulnerables a fallas de un único punto en entornos escalables [2].

**Inadecuación en Iquitos:** La red de Iquitos, sea por su condición semi-aislada o por sus limitaciones de infraestructura, es altamente sensible a las perturbaciones.

**Picos de Carga Acoplados:** El clima tropical genera una demanda térmica extrema (HVAC). La superposición de la carga descontrolada de VEs sobre esta demanda térmica existente amenaza con sobrecargar transformadores y alimentadores, comprometiendo la calidad de la energía.

**Incapacidad de Respuesta en Tiempo Real:** Los métodos actuales no se adaptan a la alta incertidumbre estocástica del clima de Iquitos y los patrones de uso de VEs, lo que provoca que las estrategias de control caídas o generen el "efecto rebote" (desplazamiento de picos) [1].

## **1.2. Identificación y Descripción del problema del estudio**

La problemática de la tesis se centra en la brecha funcional y metodológica que surge de este diagnóstico, la cual justifica la necesidad de un nuevo sistema de control.

### **(a) Identificación del Problema Central**

La falta de un esquema de control distribuido, autónomo y cooperativo capaz de gestionar de forma óptima y estable la flexibilidad energética agregada de Múltiples activos (HVAC, almacenamiento y Vehículos Eléctricos) en una comunidad, lo que resulta en una gestión subóptima,

inestable e incapaz de adaptarse en tiempo real a la alta incertidumbre y las restricciones operacionales de la red en Iquitos.

**(b) Descripción detallada de la problemática**

Esta problemática se desglosa en los siguientes desafíos interrelacionados que la tesis debe abordar:

• ***Deficiencias Metodológicas de Control***

Fallo de los Métodos Predictivos: La dependencia de la modelización precisa y el conocimiento experto en métodos como el MPC resulta en soluciones rígidas e inflexibles que no se adaptan a la volatilidad real de la generación ER y el comportamiento impredecible de la carga de VEs [4].

Inestabilidad del Aprendizaje (MADRL Simple): La aplicación de algoritmos Multi-Agente sin mecanismos de coordinación explícitos (ej. atención) provoca no-estacionariedad en el entorno y dificulta la cooperación robusta. Esto puede llevar al problema del "Agente Perezoso", donde algunos activos (ej. un VE) dejan de participar eficientemente en la optimización colectiva [3].

• ***Ineficiencia en la Coordinación de Recursos***

Coordinación Multi-Dominio: Es un desafío crítico diseñar un sistema que pueda coordinar de forma eficiente y no lineal la carga térmica (HVAC, alta inercia), el almacenamiento (VEs y estacionario, baja inercia) y la inyección de ER, ya que el control de un dominio afecta directamente a los demás [3].

Riesgo de Violación de Restricciones: La optimización por sí sola puede generar acciones que violen las restricciones físicas de la red (ej. límites de tensión en alimentadores) o las restricciones de confort/uso (ej. estado de carga mínimo requerido por el dueño del VE), comprometiendo la seguridad y la satisfacción del usuario.

**(c) Justificación del Entorno CityLearn V2**

Necesidad de Escalamiento y Benchmarking: La complejidad de simular de forma realista la interacción de múltiples edificios, ERs y VEs en las condiciones climáticas de Iquitos, requiere el uso de CityLearn V2. La falta de un framework estandarizado, escalable y flexible para el desarrollo de controladores distribuidos impediría la validación rigurosa y la comparabilidad internacional de los resultados [1].

### **1.2.1. Antecedentes Bibliográficos**

#### **1.2.2. Formulación del problema**

##### **1.2.2.1. Problema general**

P.G.- ¿En qué medida los Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo influyen en el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025?

##### **1.2.2.2. Problemas específicos.**

P.E.1 ¿En qué medida la Arquitectura de Coordinación de Agentes influyen en el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025?

P.E.2 ¿En qué medida el Algoritmo de Aprendizaje Profundo influyen en el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025?

P.E.3 ¿En qué medida la Priorización de Objetivos influyen en el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025?

#### **1.2.3. Justificación y Alcance**

##### **1.2.3.1. Justificación**

###### **(a) Justificación Ambiental**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025, se contribuye en la reducción de CO<sub>2</sub> con la

priorización de uso de energía de fuentes renovables y su almacenamiento de la misma, en la ciudad de Iquitos.

**(b) Justificación tecnológica**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025, se contribuye con la innovación del uso nuevas tecnologías como agentes inteligentes a través de algoritmos avanzados que tomaran decisiones de acuerdo los objetivos asignados en tiempo real, además se incentiva el uso de vehículos eléctricos, generación de energía con paneles fotovoltaicos y la coordinación con edificios.

**(c) Justificación técnica**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025 se contribuirá el uso adecuado de acuerdo a la necesidad del usuario enviando la curva de pato y costo en energía en hora punta y carga inteligente de vehículos eléctricos, asimismo podrá llevar la coordinación por la DSO.

**(d) Justificación metodológica**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025, se contribuye a la metodología investigación de diseño quasi experimental porque se usa las herramientas de software y procesamiento de datos a través de simulaciones para descripción de resultados.

**(e) Justificación social**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025, se contribuye en bienestar social con la mejora de la calidad de vida, con la disminución de la contaminación de aire, reducción de ruidos y el uso óptimo de energía.

**(f) Justificación económica.**

Con el Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025, se contribuirá con el ahorro en consumo de energía, aprovecha los incentivos por mitigar la emisión de CO<sub>2</sub>, evitar multas internacionales, evitar pérdidas económicas por desastres naturales a nivel nacional. Asimismo, respuesta rápida ante perdidas cortes energía.

**1.2.3.2. Alcance**

## **II. CAPITULO II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

O.G.-Determinar los Multi-Agente de aprendizaje profundo por refuerzo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025

### **2.2. Objetivos específicos**

OE.1.-Determinar la Arquitectura de Coordinación de Agentes para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025.

OE.2.-Determinar el Algoritmo de Aprendizaje Profundo para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025.

OE.3.- Determinar la Priorización de Objetivos para el control de la flexibilidad energética en comunidades interactivas con la red eléctrica, Iquitos 2025.

## **III. CAPITULO III. MARCO TEORICO**

### **3.1. Bases Teóricas**

#### **3.1.1. Definición de Términos**

## **IV. CAPITULO IV. METODOLOGIA**

- 4.1. Tipo de investigación**
- 4.2. Nivel de investigación**
- 4.3. Método de Trabajo**
- 4.4. Población y muestra**
- 4.5. Tipo de Diseño**
- 4.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**
- 4.6.1. Antecedentes internacionales**

## **V. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

- 5.1. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

H.G.- El diseño de infraestructura de carga inteligente de motos y mototaxis eléctricas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.

### **Hipótesis específica.**

H.E.1 Determinar las ubicaciones estratégicas de motos y mototaxis eléctricas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.

H.E.2.- El dimensionamiento los diseños de las capacidades de motos y mototaxis eléctricas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.

H.E.3.- La determinación de cantidad de integración a la red pública de motos y mototaxis eléctricas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025

## 5.1.1. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	unidad de medida	Escala de medición
Variables Independiente					
Aprendizaje por Refuerzo Profundo Multiagente Multi-Objetivo	Arquitectura Coordinación Agentes	de de	- Grado de Observabilidad - Nivel de Comunicación - Localización de la Decisión	Clasificación Clasificación Clasificación	- 1 local; 2 Parcial, 3 Global - 1 implícita, 2 Explícita - 1 descentralizada, 2 Entrenamiento centralizado, ejecución descentralizada - Valor (QMIX); 2) Política (MAPPO); 3) Actor-Crílico (MADDPG) - 1 Discreto, 2 Continuo - 1) On-Policy, 2) Off-Policy
	Algoritmo Aprendizaje Profundo	de	-Tipo de Método de Aprendizaje -Manejo del Espacio de Acción Factor -Enfoque de la Función de Valor	Clasificación Clasificación Clasificación	
	Priorización Trade-off Objetivos	y de	- Vector de Ponderación Multi-Objetivo - Concentración de la Búsqueda MO - Técnica de Mapeo Multi-Objetivo	Adimensional Número Clasificación	- Valores normalizados entre 0.0 y 1.0  - entre 3 y 20 1) Agregación Lineal, 2 Optimización Basada en Pareto
Variable Dependiente					
Control Flexible de Energía	Desempeño Flexibilidad de la Red	y	- Reducción del Pico de Demanda Máximo - Tiempo del Pico de Demanda - Factor de Carga Agregado	Porcentaje (%) Horas (h) Adimensional (Ratio)	Entre 0% y 30% Entre ± 5 horas Entre 0.40 y 0.70
	Sostenibilidad Ambiental		- Factor de Emisión de Carbono - Tasa de Carga de Vehículos Limpia - Emisiones Evitadas Netas	Puntuación (0 a 1) Porcentaje (%) Kilogramos (kg CO2)	De 0 a 1 Entre 50% y 95% Entre 0 y 10,000 kg por año
	Calidad de Servicio al Ocupante		-Penalización Acumulada por Discomfort Térmico - Porcentaje de Tiempo en Confort - Nivel de Satisfacción de la Carga de VE	Puntuación Porcentaje (%) Puntuación (0 a 1)	De 0 a un valor penalizador alto entre 90% y 100% De 0 a 1

## **VI. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

- 6.1. Tipo de metodología**
- 6.2. Diseño metodológico**
- 6.3. Método de investigación**
- 6.4. Población y muestra**
- 6.5. Lugar de estudio y periodo desarrollo**
- 6.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**
- 6.7. Análisis y procesamiento de datos.**
- 6.8. Aspectos Éticos en Investigación**

## VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 2: Cronograma de Ejecución

FASES	ACTIVIDADES	MES 1 FEB	MES 2 MAR	MES 3 ABR	MES 4 MAY	MES 5 JUN	MES 6 JUL	MES 7 AGO	MES 8 SET	MES 9 OCT	MES 10 NOV	MES 11 DIC
FASE PRELIMINAR	Actividades Exploratorias											
	Planteamiento del problema											
	Elección del tema de tesis de maestría											
FASE DE DESARROLLO DE PROYECTO	Elaboración del Plan de Tesis											
	Nombramiento de Asesor											
	Aprobación del Plan de Tesis											
FASE DE DESARROLLO DE TESIS	Mejoramiento de metodología de investigación											
	Resultados											
	Discusión de resultados											
	Conclusiones y recomendaciones											
	Anexos											
FASE FINAL	Revisión preliminar y final											
	Edición e impresión											
	Presentación y Sustentación											

## VIII. PRESUPUESTO

Tabla 3: Presupuesto

RUBRO	DESCRIPCIÓN	MONTO
I. Materiales y insumos	Equipo de procesamiento de datos (laptop) e internet y software	S/ 2,800.00
	Manuales, bases de datos, libros especializados	S/ 600.00
	Suscripciones a redes de información (IEEE, ScienceDirect y otros)	S/ 300.00
	Papelería en general, útiles y materiales de oficina	S/ 350.00
II. Servicio de terceros	Mantenimiento de equipos	S/ 300.00
III. Otros gastos	Fotocopias e impresiones	S/ 100.00
	Edición e impresión de avances y resultados	S/ 150.00
	Impresión y anillado/empaste de la tesis	S/ 400.00
	Costos de sustentación de tesis y obtención de título	S/ 2,060.00
	Manutención (alimentación, transporte al área de estudio)	S/ 300.00
Imprevistos	Global	S/ 1 240.00
TOTAL:		S/ 8,600.00

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] R. Fachrizal, “Synergy between Photovoltaic Power Generation and Electric Vehicle Charging in Urban Energy Systems Optimization Models for Smart Charging and Vehicle-to-Grid,” 2023. [Online]. Available: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-499947>
- [2] G. Costa, “Sistema Multiagente aplicado a Infraestrutura de Carregamento de Veículos Elétricos em Microrrede DC,” May 2023.
- [3] D. Wang, “Microgrid based on photovoltaic energy for charging electric vehicle stations: charging and discharging management strategies in communication with the smart grid,” Jul. 2021. [Online]. Available: <https://theses.hal.science/tel-03292806v1>
- [4] A. Alyousef, R. Dr-Ing Hermann de Meer, and D.-I. Reinhard German, “E-Mobility Management: Towards a Grid-friendly Smart Charging Solution 2. Reviewer,” 2021.
- [5] J. Almeyda and J. Ayala, “El impacto de la Electromovilidad en el sector privado en Lima Metropolitana,” Lima, Aug. 2023.

- [6] R. Nazario, "Evaluación de políticas para la introducción y masificación de vehículos eléctricos ligeros de uso privado en Lima," *Tesis para optar grado de doctor*, 2022.
- [7] R. Alvarez, N. Lolay, R. Sotomayor, and E. Vivanco, "Despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos particulares en la ciudad de Lima," *Programa de Maestría en Gestión de Energía*, May 2022.
- [8] S. Deb, M. Pihlatie, and M. Al-Saadi, "Smart Charging: A Comprehensive Review," 2022, *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.* doi: 10.1109/ACCESS.2022.3227630.
- [9] C. A. Quinto, "Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos con fuentes hibridas en la ciudad de Puno," 2023.
- [10] D. Schmerler, "ELECTROMOVILIDAD Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para EL PERÚ," 2019.
- [11] S. Á. Funke, F. Sprei, T. Gnann, and P. Plötz, "How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison," *Transp Res D Transp Environ*, vol. 77, pp. 224–242, Dec. 2019, doi: 10.1016/J.TRD.2019.10.024.
- [12] A. Dabi, *PERPECTIVAS DE INNOVACION CARGA INTELIGENTE PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*, Copyright. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés), 2019. [Online]. Available: [www.irena.org](http://www.irena.org)
- [13] N. alfen, "Todo lo que necesita saber sobre la carga inteligente de vehículos eléctricos," *Carga inteligente de vehículos eléctricos*, 2023.
- [14] H. S. Das, M. M. Rahman, S. Li, and C. W. Tan, "Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review," Mar. 01, 2020, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2019.109618.
- [15] A. S. M. Mominul Hasan, "Electric rickshaw charging stations as distributed energy storages for integrating intermittent renewable energy sources: A case of Bangladesh," *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 22, Nov. 2020, doi: 10.3390/en13226119.

- [16] S. Deb, K. Tammi, K. Kalita, and P. Mahanta, "Impact of electric vehicle charging station load on distribution network," *Energies (Basel)*, vol. 11, no. 1, 2018, doi: 10.3390/en11010178.
- [17] M. Paolo, "Analysis of Harmonic Impact of Electric Vehicle Charging on the Electric Power Grid," *Green Energy and Smart Systems Conference*, 2017.
- [18] G. Gonzalez and E. Siavichay, "Impact of EV fast charging stations on the power distribution network of a Latin American intermediate city," *Renewable and Sustainable Energy Review*, 2019.
- [19] D. Sanchari and K. Karuna, "Review of impact of electric vehicle charging station on the power grid," *international conference on Technological Avancements in Power and Energy*, 2017.
- [20] "Perú alcanza 49 estaciones de carga y 'va por más' ¿Cómo se distribuyen en cada ciudad? - Mobility Portal: Noticias sobre vehículos eléctricos." Accessed: Oct. 03, 2025. [Online]. Available: <https://mobilityportal.lat/peru-alcanza-49-estaciones-de-carga-y-va-por-mas-como-se-distribuyen-en-cada-ciudad/>
- [21] A. Amiruddin, R. Dargaville, A. Liebman, and R. Gawler, "Integration of Electric Vehicles and Renewable Energy in Indonesia's Electrical Grid," *Energies (Basel)*, vol. 17, no. 9, May 2024, doi: 10.3390/en17092037.
- [22] O. Ouramdane, E. Elbouchikhi, Y. Amirat, and E. S. Gooya, "Optimal sizing and energy management of microgrids with Vehicle-to-Grid technology: A critical review and future trends," Jul. 02, 2021, *MDPI AG*. doi: 10.3390/en14144166.
- [23] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, "Integración de electromovilidad en Perú," Lima, Jan. 2023.
- [24] B. Diaz, "Plan Nacional de Electromovilidad," Feb. 2024.
- [25] "Las Emisiones de CO<sub>2</sub> - Energía y Sociedad." Accessed: Sep. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.energiaysociedad.es/emisiones-de-co2-que-son-y-como-se-pueden-controlar/>
- [26] "Dióxido de carbono | Signos vitales – Climate Change: Vital Signs of the Planet." Accessed: Sep. 27, 2025. [Online]. Available:

<https://climate.nasa.gov/en-espanol/signos-vitales/dioxido-de-carbono/?intent=111>

- [27] “Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 - DECRETO SUPREMO - N° 012-2024-MINAM - AMBIENTE.” Accessed: Mar. 07, 2025. [Online]. Available: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2348175-4>
- [28] Deloitte & Co. S.A., “Actualización de Hoja de Ruta de Transición Energética 2030 – 2050,” 2022.
- [29] I. Rivas, J. Contador, and M. Amaya, “Guía para la infraestructura de carga publica,” *Guía para la infraestructura de carga pública*, 2023.
- [30] Asociación de empresas de eficiencia energética, “Infraestructura de recarga del vehículo eléctrico,” 2017.
- [31] J. Lascano, L. Chiza, R. Saraguro, C. Quinatoa, and J. Tapia, “Estimación de la Demanda de una Estación de Carga para Vehículos Eléctricos Mediante la Aplicación de Métodos Probabilísticos,” *Revista Técnica “energía,”* vol. 20, no. 1, pp. 52–64, Jul. 2023, doi: 10.37116/revistaenergia.v20.n1.2023.569.
- [32] F. Perez, A. Pizango, J. Castillo, and C. Tapullima, “Plan de desarrollo local concertado del distrito de san juan bautista provincia de Mayna - Region Loreto,” 2024.
- [33] W. H. Kersting, “Distribution System Modeling and Analysis,” 2017.
- [34] B. Weedy, “Sistemas Eléctricos de gran Potencia,” 1982.
- [35] S. Malgosa, “Estudio de viabilidad Técnica-Económica,” *Estudio de viabilidad técnica-económica para la implementación de una electrolinera en un área de servicio,* 2025.
- [36] O. Vera, “LA HOJA DE RUTA DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES (SMART GRIDS) EN LA DISTRIBUCIÓN 2023 -2030,” 2022.

## X. ANEXOS

### Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b> <p>¿En qué medida el diseño de infraestructura de carga inteligente de motos y mototaxis eléctricas influye en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025?</p> <b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> <p>P.E.1 ¿En qué medida las ubicaciones estratégicas de motos y mototaxis eléctricas influyen en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025?</p> <p>P.E.2 ¿En qué medida los diseños de las capacidades de motos y mototaxis eléctricas influyen en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025?</p> <p>P.E.3 ¿En qué medida la cantidad de integración a la red pública de motos y mototaxis eléctricas influyen en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025?</p>	<b>OBJETIVO GENERAL</b> <p>Diseñar la infraestructura de carga inteligente de motos y mototaxis eléctricas para reducir de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.</p> <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <p>OE.1.- Determinar las ubicaciones estratégicas de motos y mototaxis eléctricas para reducir de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025</p> <p>OE.2.-Determinar los diseños de las capacidades para la electrificación de motos y mototaxis en la ciudad de Iquitos, orientadas a la reducción de emisiones de dióxido de carbono, 2025.</p> <p>OE.3.- Determinar los diseños de las capacidades de motos y mototaxis eléctricas para reducir de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025</p>	Variables Independiente: Diseño de la infraestructura de carga inteligente Variable Dependiente: Las emisiones de dióxido de carbono	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> <p>el diseño de infraestructura de carga inteligente de motos y mototaxis eléctricas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.</p> <b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> <p>H.E.1.- La determinación las ubicaciones estratégicas reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025</p> <p>H.E.2.- El dimensionamiento de las capacidades se reduce la emisión de dióxido de las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025.</p> <p>H.E.3.- La determinación de la cantidad la integración motos y mototaxis reduce las emisiones de dióxido de carbono en la ciudad de Iquitos, 2025</p>	<b>1.METODO DE INVESTIGACION</b> <p>El nivel de investigación es aplicativo y correlacional, es aplicativo porque se propone para en el lugar existente para dar una solución de un problema existe real y es correlacional por busca la, es correlacional porque existe causa y efecto al manejo de las variables</p> <b>2. DISEÑO METODOLÓGICO</b> <p>El diseño de investigación es cuasi experimental, porque usa las infraestructuras existentes para realizar la variación de la variable dependiente en el campo.</p> <b>3. ENFOQUE Y MÉTODO</b> <p>El método o ruta de investigación es en enfoque cuantitativo, Transversal por que se basa en el estudio o análisis de los datos históricos con resultados numéricos</p> <b>4. POBLACIÓN Y MUESTRA</b> <p>Población: Vehículos a base combustible fósiles,  Muestra: Motos y mototaxis</p> <b>5. LUGAR DE ESTUDIO</b> <p>Cuidad de Iquitos.</p>