



UTEQ

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA ELECTRICIDAD

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Eléctrico.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MARCO NORMATIVO DE GENERACIÓN
DISTRIBUIDA DEL ECUADOR CON OTROS PAÍSES DE LA REGIÓN”**

AUTOR:

ERICK SEBASTIÁN CÓRDOVA HEMBA

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

ING. CRISTIAN SAMUEL LAVERDE ALBARRACÍN, PHD.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2025



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ERICK SEBASTIÁN CÓRDOVA HEMBA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

ERICK SEBASTIÁN CÓRDOVA HEMBA

C.I: 1208576486



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Erick Sebastián Córdova Hembra**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Análisis comparativo del marco normativo de generación distribuida del Ecuador con otros Países de la región**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, PhD**, mediante el presente cumpto en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“Análisis comparativo del marco normativo de generación distribuida del Ecuador con otros Países de la región”** Presentado por el estudiante **Erick Sebastián Córdova Hemba**, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis del sistema COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un 97% y similitud 3%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS magister		
Trabajo de investigación Erick Cordova. (1)		3% Textos sospechosos
		< 1% Similitudes < 1% similitudes entre comillas 0% entre las fuentes mencionadas 2% Idiomas no reconocidos
Nombre del documento: Trabajo de Investigación Erick Cordova. (1).pdf ID del documento: fe915c2b5a19b490a9d4c6d9540088f74ee16c718 Tamaño del documento original: 1,44 MB Autores: {}	Depositante: CRISTIAN SAMUEL LAVERDE ALBARRACIN Fecha de depósito: 17/3/2025 Tipo de carga: Interfaz fecha de fin de análisis: 17/3/2025	Número de palabras: 25.583 Número de caracteres: 186.045

Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA ELECTRICIDAD

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MARCO NORMATIVO DE GENERACIÓN
DISTRIBUIDA DEL ECUADOR CON OTROS PAÍSES DE LA REGIÓN”**

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería como
requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Aprobado por:

Milton Cuenca Co.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Milton Geovanny Cuenca Cabrera, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Patricio Peña Banegas, MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Samantha Marlene Puente Bosquez. MSc

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme acompañado en este camino académico, brindándome la fortaleza y la sabiduría necesarias para enfrentar los desafíos y seguir adelante en mi búsqueda del conocimiento.

A mi familia, especialmente a mis padres y hermano, les debo un profundo agradecimiento por su amor incondicional, su paciencia y su constante apoyo.

También quiero reconocer a todos docentes de la Universidad y a mis compañeros de clase y amigos, cuya compañía, debates e ideas fueron una fuente de inspiración y un valioso aporte a mi crecimiento académico.

Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que confiaron en mí y me respaldaron en cada etapa de este recorrido. Gracias a todos que fueron parte de esta experiencia.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo cariño a mis padres, Yadira y Luis, y hermano Steven, cuya entrega y apoyo inquebrantable han sido la base de mi crecimiento académico. Cada página de este trabajo refleja el impacto de su amor y motivación en mi camino.

Extiendo mi gratitud a la UTEQ por brindarme un espacio de aprendizaje y desarrollo, donde cada experiencia ha contribuido significativamente a mi formación.

Asimismo, agradezco a los ingenieros por su guía, paciencia y valiosos consejos, que fueron una fuente constante de inspiración a lo largo de mi trayectoria universitaria.

RESUMEN

Este proyecto de investigación se enfoca en analizar la normativa de generación distribuida para una eficiencia energética del país, se analiza comparativamente el marco normativo de generación distribuida (GD) en Ecuador frente a países como Brasil, México y Chile, identificando fortalezas, debilidades y oportunidades para mejorar la regulación ecuatoriana. Se revisan leyes específicas que promueven la adopción de energías renovables no convencionales mediante mecanismos como la facturación neta y tarifas diferenciadas. El estudio evidencia que Ecuador presenta limitaciones técnicas, económicas y administrativas que dificultan la expansión efectiva de la GD, tales como infraestructura insuficiente, procesos burocráticos complejos y falta de incentivos económicos claros. Se proponen recomendaciones específicas para Ecuador, incluyendo simplificación y digitalización de trámites administrativos, tarifas energéticas, fondos financieros especializados e incentivos fiscales. Además, se plantea fortalecer la infraestructura eléctrica mediante redes inteligentes y almacenamiento energético, así como fomentar la participación ciudadana mediante programas educativos que impulsen una transición energética sostenible y descentralizada.

Palabras clave: Generación distribuida, regulación energética, energías renovables, sostenibilidad.

ABSTRACT

This research project focuses on analyzing distributed generation (DG) regulations to enhance energy efficiency in Ecuador. A comparative study is conducted on the DG regulatory frameworks of Ecuador, Brazil, Mexico, and Chile, identifying strengths, weaknesses, and opportunities to improve Ecuadorian policies. The analysis examines specific laws promoting the adoption of unconventional renewable energy through mechanisms like net billing and differentiated tariffs. Findings reveal that Ecuador faces technical, economic, and administrative challenges hindering effective DG expansion, including insufficient infrastructure, complex bureaucratic processes, and a lack of clear economic incentives. The study proposes targeted recommendations for Ecuador, such as simplifying and digitizing administrative procedures, establishing attractive energy tariffs, creating specialized financial funds, and implementing fiscal incentives. Additionally, it advocates for strengthening the electrical infrastructure with smart grids and energy storage systems while encouraging citizen participation through educational programs to drive a sustainable and decentralized energy transition.

Keywords: Distributed generation, energy regulation, renewable energy, sustainability.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xx
CÓDIGO DUBLIN	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3

1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación	4
CAPÍTULO II.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Marco conceptual.....	7
2.1.1. Generación Distribuida.....	7
2.1.2. Tecnologías Disponibles para Generación Distribuida	8
2.1.2.1. Sistemas fotovoltaicos.	8
2.1.2.2. Sistemas eólicos.....	9
2.1.2.3. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.	10
2.1.2.4. Biomasa y Biogás.	11
2.1.3. Beneficios de la Generación Distribuida.....	12
2.1.3.1. Beneficios técnicos.	12
2.1.3.2. Beneficios económicos.	13
2.1.3.3. Beneficios ambientales.	13
2.1.3.4. Beneficios sociales.....	13
2.1.4. Desafíos de la Generación Distribuida	13

2.1.5. Sistemas conectados a la red (on grid)	14
2.1.5.1. Autoabastecimiento.	14
2.1.6. Despacho económico aplicado a Generación Distribuida	14
2.1.7. Potencial de Energías Renovables para Generación Distribuida.....	15
2.1.8. Comercialización de la Generación Distribuida	15
2.1.8.1. Medición Neta (Net Metering).....	15
2.1.8.2. Facturación Neta (Net Billing).....	16
2.1.8.2. Compra total – venta total.	17
2.1.9. Marco Normativo en Ecuador	18
2.1.9.1. La Regulación Nro. ARCERNNR-031/23.....	18
2.1.9.2. Ley Orgánica de Eficiencia Energética.	18
2.1.9.3. Norma IEEE 1547.....	19
2.1.10. Marco Normativo de Brasil	20
2.1.10.1. Ley N° 14.300/2022	20
2.1.11. Marco normativo de México	21
2.1.11.1. Ley de transición energética.....	21
2.1.11.2. Ley de la Industria Eléctrica.....	21
2.1.12. Marco normativo de Chile	22
2.1.12.1. Ley 19.940.....	22
2.1.12.2. Ley 20.698.....	22
2.1.12.3. Ley 20.571	23

2.2. Marco referencial	24
2.2.1. Estudios de Generación Distribuida en América Latina y el Caribe	24
2.2.2. Planificación sostenible para la incorporación de Generación Distribuida .	26
2.2.3. Estrategias de incentivos para la incorporación de Generación Distribuida	27
CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Tipo de investigación.....	29
3.1.1. Investigación bibliográfica	29
3.1.2. Investigación descriptiva	29
3.1.3. Investigación comparativa	30
3.1.4. Investigación exploratoria	30
3.2. Métodos de investigación	30
3.2.1. Método deductivo	30
3.2.2. Método analítico	31
3.2.3. Método inductivo.....	31
3.2.4. Método cualitativo	31
3.3. Fuente de recopilación de información.....	32
3.4. Diseño de la investigación	32
3.4.1. Identificación de los marcos normativos	33
3.4.2. Analizar el marco normativo de la generación distribuida en Brasil, México y Chile	33

3.4.3. Análisis comparativo de regulaciones	33
3.4.4. Análisis de impacto regulatorio	34
3.4.5. Redacción del informe final.....	34
3.5. Instrumento de investigación	35
3.5.1. Análisis de documental.....	35
3.5.2. Revisión técnica.....	35
3.5.3. Entrevistas	35
3.6. Tratamiento de datos.....	36
3.7. Recursos Humanos y Materiales	36
3.7.1. Recursos Humanos	36
3.7.2. Materiales	36
3.7.3. Recursos tecnológicos	36
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Resultados.....	38
4.1.1. Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 de generación distribuida en Ecuador	38
4.1.2. Alcance de la Regulación Nro. ARCERNNR-008/23	38
4.1.3. Condiciones que debe de cumplir un sistema de generacion distribuida según la regulación	38
4.1.4. Límite de la potencia nominal	39

4.1.5. Voltajes de conexión y categorías	39
4.1.6. Modalidades de autoabastecimiento	40
4.1.7. Dimensionamiento.....	41
4.1.8. Instalación, pruebas y conexión de un sistema de generacion distribuida ..	41
4.1.9. Sistema de medición	42
4.1.10. Operación y mantenimiento.....	42
4.1.11. Procedimientos para la conexión de un sistema de generacion distribuida	43
4.1.12. Incentivos.....	43
4.2. Marcos normativos de la generación distribuida en Brasil, México y Chile.....	45
4.2.1. Brasil.....	45
4.2.2. México	49
4.2.3. Chile.....	53
4.3. Comparativa de normativas de generación distribuida.....	56
4.3.1. Capacidad máxima instalada	56
4.3.2. Generacion distribuida en la matriz energética	57
4.3.3. Especificaciones técnicas	58
4.3.4. Inclusión social	59
4.3.5. Incentivos.....	60
4.3.6. Factibilidad de conexión y retorno de inversión.....	60
4.3.7. Fortalezas y debilidades.....	61
4.3.8. Avance de la generacion distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile .	62

4.4. Recomendaciones específicas	63
4.4.1. Marco regulatorio: hacia una normativa clara, estable y moderna.....	63
4.4.2. Incentivos económicos y financieros: fomentar la inversión y participación ciudadana.....	63
4.4.3. Fortalecimiento técnico y tecnológico: garantizar calidad, seguridad y eficiencia.....	63
4.4.4. Institucionalidad y gobernanza: fortalecer la coordinación y supervisión ...	64
4.4.5. Recomendaciones para promover la inclusión social en la generación distribuida en Ecuador.....	64
4.4.6. Establecimiento de tarifas de inyección atractivas	65
4.4.7. Estrategias Técnicas y de Infraestructura	65
4.5. Discusión de los resultados.....	66
4.5.1. Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 de generación distribuida en Ecuador	66
4.5.2. Marco normativo de la generación distribuida en Brasil, México y Chile..	67
4.5.3. Comparación el marco normativo vigente de generación distribuida en Ecuador con Brasil, México y Chile.....	69
4.5.3.1. Comparación de la capacidad máxima permitida.....	70
4.5.3.2. Incentivos económicos y fiscales.....	70
4.5.3.3. Infraestructura y modernización de redes.....	70
4.5.3.4. Procesos administrativos	70
4.5.3.5. Educación y concienciación pública.....	71

CAPÍTULO V	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1. Conclusiones.....	73
5.2. Recomendaciones	75
CAPÍTULO VI.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	76
6.1. Bibliografía.....	77
CAPÍTULO VII.....	87
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas empleadas para fomentar la inversión	27
Tabla 2. Voltaje de conexión por categoría.....	39
Tabla 3. Incentivos en el Ecuador.....	44
Tabla 4. Incentivos en Brasil	49
Tabla 5. Incentivos en México	52
Tabla 6. Incentivos en Chile	55
Tabla 7. Comparativa de las normativas.	56
Tabla 8. Comparativa en la matriz energética de cada país.....	58
Tabla 9. Comparativa en la matriz energética de cada país.....	59
Tabla 10. Comparativa en la matriz energética de cada país.....	60
Tabla 11. Comparativa en la matriz energética de cada país.....	61
Tabla 12. Estrategias técnicas y de infraestructura.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación Distribuida en los sistemas eléctricos de potencia.....	7
Figura 2 Esquema de Generación Distribuida Fotovoltaica.....	9
Figura 3. Esquema de Generación Distribuida Eólica.....	10
Figura 4. Esquema de una Central Hidráulica.	11
Figura 5. Esquema de Medición Neta	16
Figura 6. Esquema de Facturación Neta.....	17
Figura 7. Distribución por capacidad instalada de generación distribuida en América Latina y el Caribe.	25
Figura 8. Modalidades de autoabastecimiento	40
Figura 9. Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida.....	43
Figura 10. Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de Brasil.....	48
Figura 11. Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de México.....	51
Figura 12. Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de Chile.	54
Figura 13. Comparativa de capacidad máxima instalada.	57
Figura 14. Participación GD en la matriz. energética.	57
Figura 15. Avance de la generación distribuida.	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Tabla Comparativa del Marco Normativo de Generación Distribuida entre Ecuador, Brasil, México y Chile.	88
Anexo 2 .Regulacion del Ecuador	91
Anexo 3 .Regulacion de Brasil	92
Anexo 4 .Regulacion de Mexico	93
Anexo 5 .Regulacion de Chile	94

CÓDIGO DUBLIN

Título	Análisis Comparativo Del Marco Normativo De Generación Distribuida Del Ecuador Con Otros Países De La Región.			
Autor	Córdova Hemba, Erick Sebastián			
Palabras claves	Generación distribuida	Regulación energética	energías renovables	sostenibilidad.
Fecha de publicación	JUNIO-2025			
Editorial	Quevedo - UTEQ “La María”, 2025			
Resumen	<p>Este proyecto de investigación se enfoca en analizar la normativa de generación distribuida para una eficiencia energética del país, se analiza comparativamente el marco normativo de generación distribuida (GD) en Ecuador frente a países como Brasil, México y Chile, identificando fortalezas, debilidades y oportunidades para mejorar la regulación ecuatoriana. Se revisan leyes específicas que promueven la adopción de energías renovables no convencionales mediante mecanismos como la facturación neta y tarifas diferenciadas. El estudio evidencia que Ecuador presenta limitaciones técnicas, económicas y administrativas que dificultan la expansión efectiva de la GD, tales como infraestructura insuficiente, procesos burocráticos complejos y falta de incentivos económicos claros. Se proponen recomendaciones específicas para Ecuador, incluyendo simplificación y digitalización de trámites administrativos, tarifas energéticas, fondos financieros especializados e incentivos fiscales. Además, se plantea fortalecer la infraestructura eléctrica mediante redes inteligentes y almacenamiento energético, así como fomentar la participación ciudadana mediante programas educativos que impulsen una transición energética sostenible y descentralizada.</p>			
Abstract	<p>This research project focuses on analyzing distributed generation (DG) regulations to enhance energy efficiency in Ecuador. A comparative study is conducted on the DG regulatory frameworks of Ecuador, Brazil, Mexico, and Chile, identifying strengths, weaknesses, and opportunities to improve Ecuadorian policies. The analysis examines specific laws promoting the adoption of unconventional renewable energy through mechanisms like net billing and differentiated tariffs. Findings reveal that Ecuador faces technical, economic, and administrative challenges hindering effective DG expansion, including insufficient infrastructure, complex bureaucratic processes, and a lack of clear economic incentives. The study proposes targeted recommendations for Ecuador, such as simplifying and digitizing administrative procedures, establishing attractive energy tariffs, creating specialized financial funds, and implementing fiscal incentives. Additionally, it advocates for strengthening the electrical infrastructure with smart grids and energy storage systems while encouraging citizen participation through educational programs to drive a sustainable and decentralized energy transition.</p>			
Descripción	115 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URL				

INTRODUCCIÓN

La generación distribuida ha emergido como un componente esencial en la estrategia energética de Ecuador, particularmente en el contexto de la deficiencia energética y la necesidad de transitar hacia fuentes de energía más sostenibles y diversificadas. Este modelo permite la generación de energía eléctrica a pequeña escala, generalmente a partir de fuentes renovables, cerca del punto de consumo, lo que contribuye a la reducción de pérdidas en la transmisión y a una mayor flexibilidad del sistema eléctrico [1].

Ecuador ha experimentado un cambio significativo en su política energética en las últimas décadas, pasando de una dependencia mayoritaria en combustibles fósiles hacia una mayor diversificación que incluye fuentes renovables. La hidroenergía ha sido un pilar en esta transición, representando el 77,91% del total de generación eléctrica en el país [2].

Sin embargo, la participación de energías renovables no convencionales (ERNC) como la solar, eólica y biomasa es aún insipiente, con una fuerte dependencia hacia los combustibles fósiles que ha disminuido poco en los últimos diez años [3].

En Ecuador, la regulación Nro. ARCERNNR-008-23 establece el marco normativo para la generación distribuida, delineando los lineamientos técnicos, operativos y económicos para su implementación. Esta norma reemplaza y expande la norma anterior AR-CERNNR-001/2021, permitiendo capacidades superiores a 2MW para electricidad no inyectada a la red y de hasta 2MW para inyección a la red. Las solicitudes de factibilidad de conexión para sistemas de biogás, biomasa, hidroelectricidad, solares y eólicos se presentan a la respectiva distribuidora [4].

Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo del marco normativo ecuatoriano con los de otros países de la Región, con el fin de identificar similitudes, diferencias y oportunidades de mejora. Este análisis permitirá evaluar las mejores prácticas y los desafíos comunes en la implementación de la generación distribuida en la región, contribuyendo así a la mejora continua del marco normativo ecuatoriano [5].

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La generación distribuida (GD) se ha convertido en un componente esencial en la estrategia energética de Ecuador, en el contexto de la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y diversificadas. La Regulación Nro. ARCERNNR-008/23, aprobada el 1 de noviembre de 2023, establece un marco normativo para los sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento (SGDA) de consumidores regulados [6],[4].

Sin embargo, a pesar de este avance regulatorio, la participación de energías renovables no convencionales (ERNC) como la solar y eólica en la matriz energética ecuatoriana sigue siendo limitada. El marco normativo actual, aunque mejorado, aún presenta desafíos que podrían obstaculizar el desarrollo y adopción a escala de la generación distribuida en Ecuador [7].

Estos desafíos incluyen aspectos técnicos, económicos y regulatorios que necesitan ser abordados para fomentar una mayor penetración de la GD en el sistema eléctrico nacional. Además, existe una inconformidad entre el potencial de generación de energías renovables, particularmente la fotovoltaica, y su participación real en la matriz energética del país [7].

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo se compara el marco normativo de generación distribuida en Ecuador, establecido en la Regulación Nro. ARCERNNR-008-23, con las regulaciones de otros países de la región, y qué oportunidades de mejora se pueden identificar?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuáles son las principales características y alcances de la Regulación Nro. ARCERNNR-008-23 de generación distribuida en Ecuador?
- ¿Cuál es el marco normativo de generación distribuida en los países de la región de mayor producción de energía a través de este modelo, y cuáles son los elementos clave de sus regulaciones?

- ¿Qué similitudes, diferencias, fortalezas y debilidades se pueden identificar al comparar los marcos normativos de generación distribuida de Ecuador y los países de la región?
- ¿Qué recomendaciones específicas se pueden proponer para mejorar el marco normativo de generación distribuida en Ecuador, basadas en las mejores prácticas y experiencias exitosas identificadas en los países analizados?

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el marco normativo de generación distribuida en Ecuador con otros países de América, con el fin de identificar similitudes, diferencias y oportunidades de mejora en la regulación ecuatoriana.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar la regulación Nro. ARCERNNR-008-23 de generación distribuida en Ecuador, identificando sus principales características y alcances.
- Analizar el marco normativo de la generación distribuida en Brasil, México y Chile, destacando los elementos clave de sus normativas.
- Comparar el marco normativo vigente de generación distribuida en Ecuador, entre Brasil, México y Chile evaluando fortalezas, debilidades y posibles áreas de mejora en la regulación ecuatoriana.
- Establecer recomendaciones específicas para mejorar el marco normativo de generación distribuida en Ecuador, basadas en las mejores prácticas y experiencias exitosas identificadas en los países analizados.

1.3.Justificación

Este estudio es importante para impulsar la eficiencia y sostenibilidad del sector energético en Ecuador. Un análisis comparativo permitirá identificar algunas y áreas de mejora en la normativa ecuatoriana, basándose en experiencias y mejores prácticas internacionales.

Al proponer recomendaciones específicas, se busca fomentar un entorno regulatorio más favorable para la generación distribuida, lo que no solo contribuirá a una mayor diversificación y seguridad energética, sino que también apoyará los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones del país [8].

La generación distribuida ha emergido como un componente esencial en la estrategia energética de Ecuador, particularmente en el contexto de la necesidad de transitar hacia fuentes de energía más sostenibles y diversificadas. A pesar de los avances regulatorios recientes, como la Regulación Nro. ARCERNNR-008/23, la participación de energías renovables no convencionales (ERNC) como la solar y eólica en la matriz energética ecuatoriana sigue siendo limitada [4].

Un marco normativo mejorado para la generación distribuida puede contribuir significativamente a los objetivos de eficiencia energética del país. La eficiencia energética no solo reduce los costos energéticos y disminuye la dependencia de los combustibles fósiles, sino que también contribuye a la creación de un medio ambiente más sostenible [9]. Además, en el contexto de una creciente demanda de electricidad y la necesidad de garantizar la generación de más energía limpia, la generación distribuida puede cumplir una función fundamental [10].

Este estudio puede contribuir a abordar los desafíos técnicos, económicos y regulatorios que actualmente obstaculizan una mayor participación de la energía fotovoltaica y otras formas de generación distribuida en el mercado eléctrico ecuatoriano.

En última instancia, este estudio no solo busca mejorar el marco regulatorio de la generación distribuida en Ecuador, sino también contribuir a los objetivos más amplios de desarrollo sostenible del país. Al fomentar la generación distribuida, Ecuador puede avanzar hacia un sistema energético más eficiente, asequible y sostenible, capaz de responder a los desafíos energéticos actuales y futuros [10].

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco conceptual

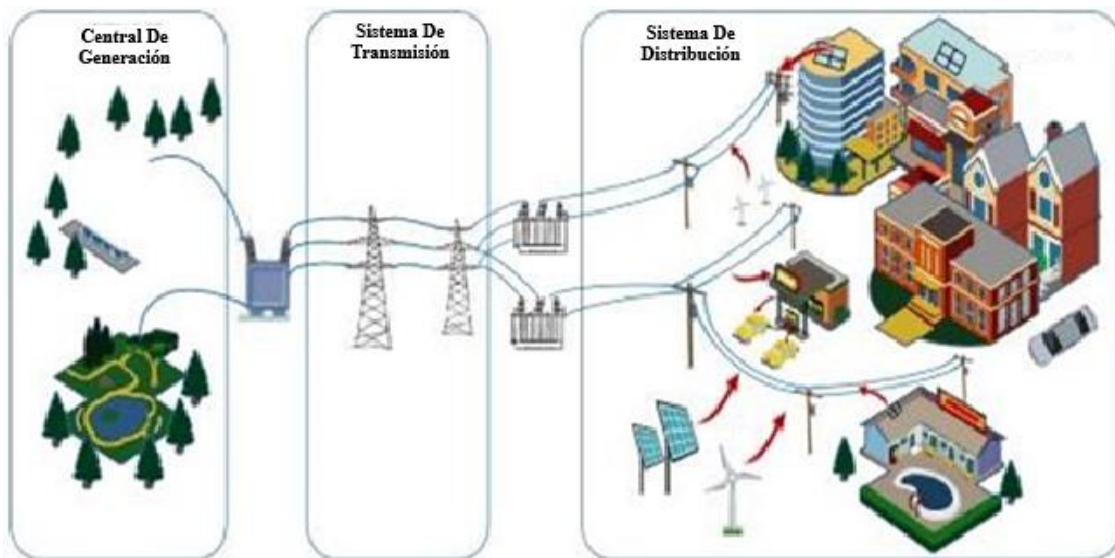
2.1.1. Generación Distribuida

La generación distribuida (GD) se refiere a la producción de energía eléctrica a pequeña o mediana escala, cerca de los centros de consumo, con la posibilidad de interactuar con las redes de distribución de acuerdo con la figura 1. A diferencia de la generación eléctrica centralizada, la GD se caracteriza por estar más cerca de los usuarios finales, lo que genera un vínculo entre la fuente de energía, los usuarios y la ubicación geográfica [11].

Hasta el momento, no existe una definición única para la generación distribuida, por lo tanto, las publicaciones sobre el tema, incluidas las utilizadas en este trabajo, presentan similitudes, pero también difieren en algunos aspectos. Esta definición puede variar según la potencia de generación, la ubicación o el tipo de tecnología. Lo que es claro es que la generación distribuida se encuentra cerca del consumidor, típicamente en áreas residenciales, a diferencia de la generación convencional, que suele estar muy alejada del usuario final [12].

Figura 1

Generación Distribuida en los sistemas eléctricos de potencia.



Nota. En la figura se muestra un esquema de Generación Distribuida conectado a la Red. Tomado de Generación distribuida en sistemas eléctricos de potencia, 2023.

A continuación, se presentan algunas definiciones de organizaciones reconocidas internacionalmente en relación a este tipo de tecnología.

El Consejo Internacional sobre Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE) define la generación de autoconsumo como aquella con una capacidad instalada entre 50 MW y 100 MW, no diseñada de manera centralizada y conectada a la red eléctrica de distribución [13].

Por otro lado, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) define la generación distribuida como aquella que se encuentra en las instalaciones del consumidor final o de la empresa distribuidora de electricidad, suministrando energía directamente al sistema eléctrico de distribución [14]

En resumen, la Generación Distribuida (GD) se refiere a la generación de pequeña escala (generalmente menor a 50 MW) ubicada cerca del consumidor y conectada a la red eléctrica de distribución. Normalmente, parte de esta energía se consume localmente y el excedente se exporta a la red de distribución [15].

2.1.2. Tecnologías Disponibles para Generación Distribuida

Las tecnologías utilizadas en la generación distribuida han evolucionado significativamente, ofreciendo soluciones eficientes y sostenibles para la producción de energía a pequeña escala. La adopción de estas tecnologías no solo contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en el rendimiento del sistema eléctrico, sino que también facilita la integración de fuentes de energía renovable en la matriz energética, promoviendo un futuro más limpio y sostenible [16].

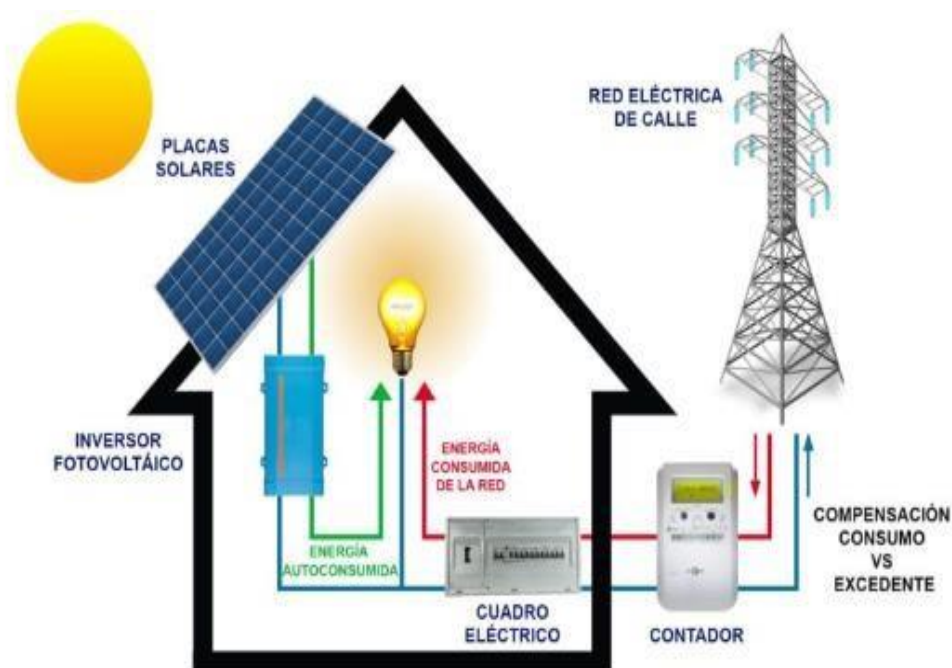
2.1.2.1. Sistemas fotovoltaicos.

Esta tecnología utiliza la radiación solar, la cual es absorbida por las celdas fotovoltaicas. Estas celdas generan energía eléctrica a través del movimiento de cargas en su interior como se muestra en la figura 2. Es importante destacar que las celdas fotovoltaicas producen corriente continua, la cual puede ser convertida en corriente alterna para su consumo mediante un inversor. Los avances recientes en la eficiencia de las células fotovoltaicas y la reducción de los costos de instalación han impulsado significativamente

la adopción de esta tecnología en diversos sectores. También es importante mencionar que los sistemas fotovoltaicos pueden ser instalados en diversas ubicaciones, desde tejados residenciales hasta grandes plantas solares, lo que facilita su implementación y contribuye a la diversificación de la matriz energética [17].

Figura 2

Esquema de Generación Distribuida Fotovoltaica.



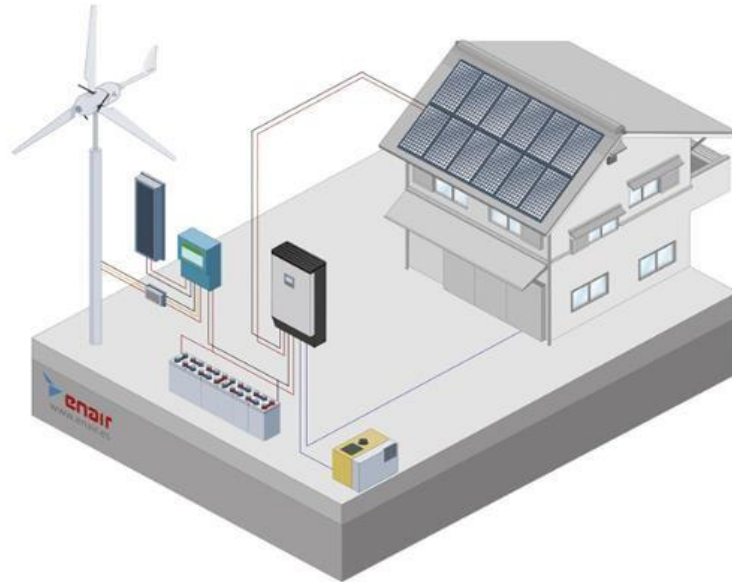
Nota. En la figura se muestra un esquema de Generación Distribuida Fotovoltaica conectado a la Red. Tomado de Department of Energy U.S, 2023.

2.1.2.2. Sistemas eólicos.

Esta tecnología utiliza el viento, es la principal fuente de energía que, al impactar las aspas de los aerogeneradores, permite convertir la energía cinética en energía eléctrica a través del movimiento de dichas aspas. Para que esta tecnología sea considerada como generación distribuida, debe estar instalada cerca del consumidor como se muestra en la figura 3, que generalmente se encuentra en áreas aisladas. Como se trata de una energía renovable, se está volviendo competitiva debido a su simplicidad. Sin embargo, presenta inconvenientes como el alto costo de inversión inicial, la irregularidad del viento como fuente primaria y su impacto ambiental.

Figura 3

Esquema de Generación Distribuida Eólica



Nota. En la figura se muestra un esquema de Generación Distribuida Eólica y Fotovoltaica. Tomado de Department of Energy U.S, 2023.

También la tecnología eólica distribuida puede beneficiarse de la implementación de sistemas híbridos que combinan otras fuentes de energía renovable, como la solar, para mejorar la estabilidad y el suministro energético. La tecnología de almacenamiento de energía también puede mitigar la intermitencia del viento, almacenando el exceso de energía durante los periodos de alta generación para su uso posterior. A pesar de los desafíos, los avances tecnológicos y las políticas de apoyo están ayudando a reducir los costos y mejorar la viabilidad de la generación eólica distribuida, haciendo que sea una opción cada vez más atractiva para el desarrollo energético sostenible [18].

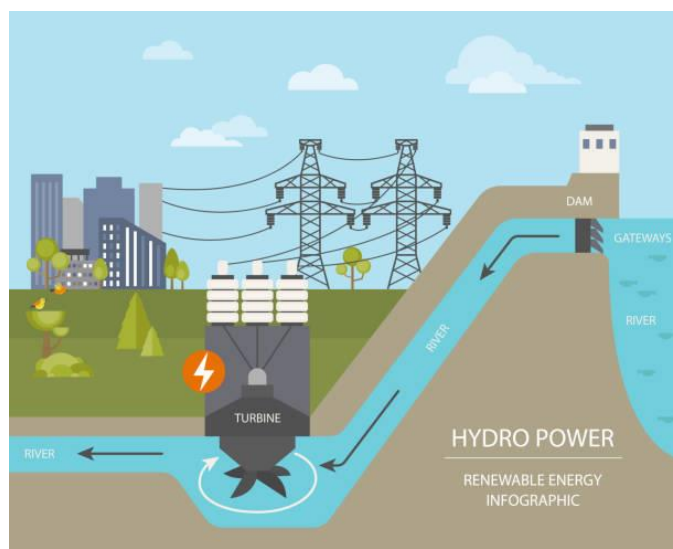
2.1.2.3. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

Esta tecnología es un tipo de energía renovable que se genera a partir de la energía potencial o cinética del agua en pequeña escala como se muestra en la figura 4. Las centrales minihidráulicas se caracterizan por tener una potencia instalada no superior a los 10 MW y unas dimensiones inferiores a las grandes centrales hidroeléctricas. Este tipo de energía ha ganado importancia en las últimas décadas debido a su bajo impacto

ambiental y su capacidad de generar electricidad de manera sostenible. Además, las centrales minihidráulicas pueden ser construidas en lugares donde no es viable construir grandes presas, lo que las convierte en una opción atractiva para muchas comunidades [19].

Figura 4

Esquema de una Central Hidráulica.



Nota. En la figura se muestra un esquema de Generación Distribuida a base de una Central Hidráulica. Tomado de Central Hidroeléctrica, 2023.

2.1.2.4. Biomasa y Biogás.

- **Biomasa**

La biomasa se define como la fracción biodegradable de productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, forestales, industriales y municipales. Incluye materiales como residuos agrícolas, forestales, ganaderos, de la industria agroalimentaria y la fracción orgánica de los residuos urbanos.

En generación distribuida, la biomasa se utiliza como combustible en pequeñas plantas de generación eléctrica ubicadas cerca de los consumidores, en contraposición a las grandes centrales eléctricas centralizadas. Esto permite aprovechar recursos biomásicos locales para producir electricidad de forma descentralizada [20].

- **Biogás**

El biogás es un gas combustible producido mediante la descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de materia orgánica. En el contexto de la generación distribuida, el biogás representa una fuente de energía renovable que puede utilizarse para generar electricidad a pequeña o mediana escala cerca de los puntos de consumo.

El uso de biogás en generación distribuida permite producir electricidad de forma descentralizada, cerca de los puntos de consumo, aprovechando recursos locales y reduciendo pérdidas por transmisión [21].

2.1.2.5. Cogeneración.

La cogeneración es la producción simultánea de energía eléctrica y energía térmica útil (calor) a partir de una única fuente de energía primaria. En generación distribuida ofrece ventajas como la reducción de pérdidas por transmisión, mayor eficiencia energética y la posibilidad de utilizar el excedente eléctrico para inyectarlo a la red, contribuyendo así a la estabilidad y diversificación del sistema eléctrico [22].

2.1.3. Beneficios de la Generación Distribuida

La Generación Distribuida (GD) ofrece numerosos beneficios para los sistemas eléctricos y la sociedad en general. A continuación, se presentan los principales beneficios de la GD.

2.1.3.1. Beneficios técnicos.

- La GD puede contribuir a mejorar la calidad y confiabilidad del suministro de energía, especialmente en áreas remotas o con infraestructura de red débil.
- Al generar electricidad cerca de los puntos de consumo, la GD puede disminuir las pérdidas de transmisión y distribución.
- La implementación de Generación Distribuida puede ayudar a reducir la carga en las líneas de transmisión y distribución, mejorando la eficiencia del sistema [23].

2.1.3.2. Beneficios económicos.

- La Generación Distribuida en Ecuador puede reducir la necesidad de grandes inversiones en infraestructura de transmisión y distribución, ayudando al sistema eléctrico a reducir costos de inversión y mantenimiento.
- La GD crea nuevas oportunidades para inversores y propietarios de sistemas de generación a pequeña escala [24]
- En algunos casos, la GD puede resultar en ahorros económicos para los usuarios finales [25].

2.1.3.3. Beneficios ambientales.

- La GD, especialmente cuando utiliza fuentes renovables, puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de CO₂.
- La GD facilita la integración de fuentes de energía renovable en el sistema eléctrico [25].

2.1.3.4. Beneficios sociales.

- La GD permite a los usuarios convertirse en "prosumidores", generando su propia energía y participando activamente en el mercado eléctrico [24].
- La implementación de GD puede fomentar el desarrollo económico local y la creación de empleos en el sector de energías renovables [25].

2.1.4. Desafíos de la Generación Distribuida

Los principales desafíos para la generación distribuida en Ecuador incluyen:

- La integración en la red eléctrica y gestión de la variabilidad de las fuentes renovables puede presentar desafíos técnicos.
- Los altos costos de instalación inicial y necesidad de mecanismos de financiamiento adecuados.
- La necesidad de actualizar y mejorar el marco normativo para facilitar la adopción de la generación distribuida.

2.1.5. Sistemas conectados a la red (on grid)

Estos sistemas están físicamente conectados a la red y se pueden clasificar en dos tipos: estaciones de energía que suministran electricidad a la red de manera continua y sistemas que intercambian energía con la red. Estos últimos poseen sistemas de generación que permiten el autoabastecimiento y, en ciertos casos, tienen la capacidad de vender el exceso de energía a la red [3].

2.1.5.1. Autoabastecimiento.

El autoabastecimiento se refiere a la capacidad de un usuario de satisfacer sus necesidades energéticas generando electricidad en sus propias instalaciones. Esto puede realizarse de manera independiente o permaneciendo conectado al sistema eléctrico nacional. En Ecuador, el marco normativo ha incorporado disposiciones específicas sobre Generación Distribuida (GD) con el objetivo de facilitar el autoabastecimiento para los consumidores regulados de energía eléctrica.

La implementación de la GD en este contexto se basa principalmente en el uso de fuentes renovables, como sistemas solares, eólicos u otras tecnologías de energía limpia instaladas directamente en las propiedades del usuario. Este enfoque permite no solo un suministro más sostenible, sino también la posibilidad de optimizar la gestión energética a través de la integración con redes inteligentes [26].

2.1.6. Despacho económico aplicado a Generación Distribuida

En el pasado, el enfoque del despacho económico se concentraba en resolver los desafíos de los sistemas eléctricos convencionales, compuestos por centrales hidroeléctricas y térmicas.

Sin embargo, el creciente desarrollo y la expansión de las energías renovables no convencionales (ERNC) han impulsado la creación de un modelo híbrido que integra tanto la generación de energía tradicional como la no convencional, conocido como generación distribuida.

La naturaleza variable de los recursos eólicos y solares complica la gestión del despacho económico de estas fuentes energéticas. El principal objetivo del despacho económico es

minimizar los costos operativos y reducir las pérdidas en el sistema eléctrico. Este proceso determina qué fuentes de energía pueden generar al menor costo, respetando todas las restricciones y asegurando la calidad de la energía [27].

2.1.7. Potencial de Energías Renovables para Generación Distribuida

El potencial de energías renovables para la generación distribuida en Ecuador es vasto y diverso. Aprovechar este potencial no solo es una estrategia clave para la sostenibilidad y la resiliencia energética, sino que también ofrece beneficios económicos y ambientales significativos [28].

La promoción y el desarrollo de tecnologías de generación distribuida basadas en fuentes renovables pueden transformar el panorama energético del país, posicionándolo como un líder en la adopción de energías limpias en la región [29].

2.1.8. Comercialización de la Generación Distribuida

La comercialización de la generación distribuida (GD) está revolucionando los mercados eléctricos a nivel global. Este proceso no solo se enfoca en la producción descentralizada de electricidad, sino también en la integración y venta de la energía generada por pequeños productores a la red eléctrica [30].

La GD incluye desde sistemas residenciales y comerciales hasta pequeñas plantas de energía, y se impulsa principalmente a través de fuentes de energía renovable [31].

2.1.8.1. Medición Neta (Net Metering).

Mide los excedentes de energía se inyecta en la red de distribución y se remunera al mismo precio que la tarifa de consumo. El cliente residencial puede conectar su sistema fotovoltaico a la red eléctrica mediante un medidor bidireccional.

Este medidor mide tanto la energía inyectada en la red como la energía consumida por el usuario cuando su sistema fotovoltaico no está generando energía eléctrica, como durante la noche. Si el usuario consume más energía de la que genera su sistema, solo debe pagar la diferencia entre la energía consumida y la inyectada a la red [32].

Figura 5

Esquema de Medición Neta.



Nota. En la figura se muestra un esquema de Medición Neta. Tomado de Net metering y net billing: Esquemas de interconexión en México, 2020.

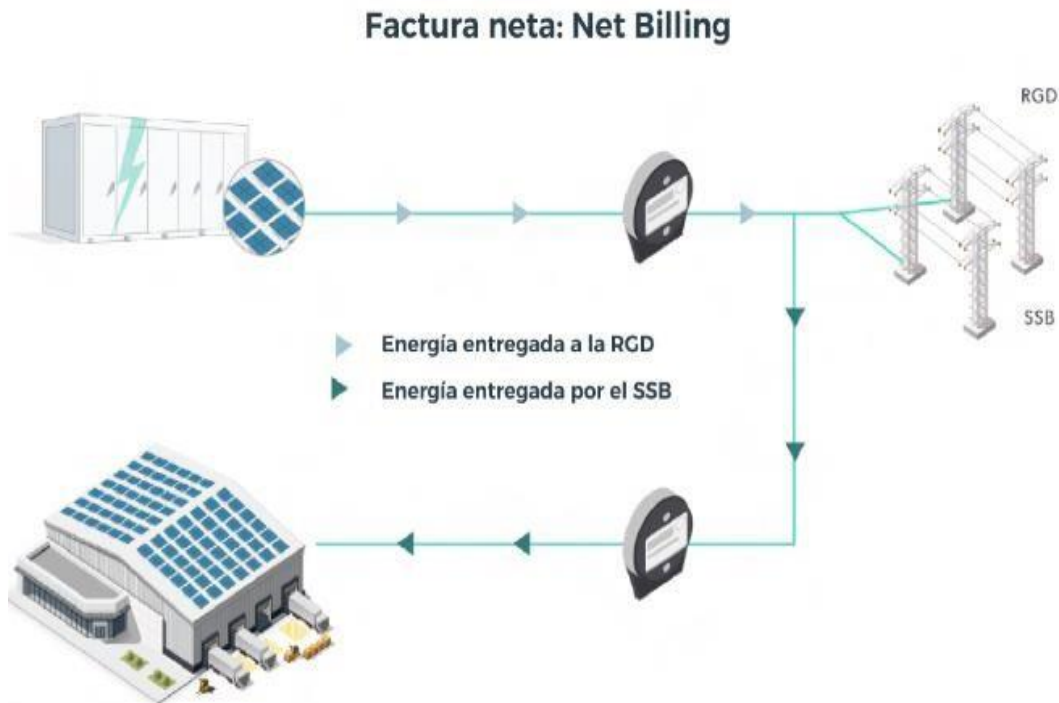
2.1.8.2. Facturación Neta (Net Billing).

Mide la facturación neta, el consumidor envía el excedente de energía a la red eléctrica y recibe créditos por esa energía. Estos créditos pueden utilizarse para compensar la energía consumida de la red cuando la generación local no es suficiente para cubrir la demanda, como durante la noche o en periodos de alta demanda.

La valoración económica de la energía entregada y recibida depende de los precios vigentes en los distintos períodos horarios. Por tanto, podemos concluir que el esquema de medición neta presenta dos ventajas sobre el esquema de facturación neta: la primera es que la energía tiene un mayor valor, y la segunda es que el esquema de facturación neta requiere un mayor conocimiento del mercado eléctrico, un conocimiento que no siempre está al alcance de los usuarios residenciales o industriales [32].

Figura 6

Esquema de Facturación Neta.



Nota. En la figura se muestra un esquema de Facturación Neta. Tomado de Net metering y net billing: Esquemas de interconexión en México, 2020.

2.1.8.2. Compra total – venta total.

Mide toda la energía eléctrica generada por el sistema se inyecta a la red eléctrica de distribución, sin existir autoconsumo, ya que este es abastecido por la red de distribución. En este caso, al inyectar toda la energía generada, se vende en su totalidad a la empresa distribuidora a un valor similar al del esquema de facturación neta. Sin embargo, esto resulta poco atractivo económicamente para el usuario, ya que, aunque se generan ingresos por la venta de la energía producida, el costo de inversión del sistema se recupera solo después de varios años [32].

2.1.9. Marco Normativo en Ecuador

2.1.9.1. La Regulación Nro. ARCERNNR-031/23.

La Regulación Nro. ARCERNNR-031/23, aprobado el 21 de noviembre de 2023, establece el marco normativo para los sistemas de generación distribuida para autoabastecimiento (SGDA) de consumidores regulados en Ecuador [33].

Esta regulación reemplaza y expande la norma anterior AR-CERNNR-001/2021, introduciendo cambios significativos:

- Permite capacidades superiores a 2MW para electricidad no inyectada a la red.
- Autoriza hasta 2MW para inyección a la red.
- Las solicitudes de factibilidad de conexión para sistemas de biogás, biomasa, hidroelectricidad, solares y eólicos se presentan a la respectiva distribuidora de la región.[4]

A pesar de estos avances, la participación de energías renovables no convencionales (ERNC) como la solar y eólica en la matriz energética ecuatoriana sigue siendo limitada. El marco normativo actual, aunque mejorado, aún enfrenta desafíos que podrían obstaculizar el desarrollo y adopción a escala de la generación distribuida en Ecuador [34].

2.1.9.2. Ley Orgánica de Eficiencia Energética.

Es indispensable cumplir con las metas sectoriales de eficiencia energética en edificios industriales, comerciales, recreativos, residenciales y de equipamientos. Los diseñadores, constructores, propietarios y usuarios de edificaciones deberán adherir a estas normativas.

El fomentar la generación distribuida como modelo de autoabastecimiento para conjuntos residenciales resulta esencial. Modernizar la regulación del sector eléctrico es clave para ampliar las opciones de autoabastecimiento energético, fortalecer la capacidad de atender la demanda y reducir el riesgo de desabastecimiento durante períodos de alto consumo, como la temporada estival [35].

Se propone, además, que el Estado ecuatoriano promueva la investigación científica y tecnológica sobre eficiencia energética y el uso racional de la energía en instituciones educativas, politécnicas y centros de investigación, con la participación de empresas nacionales en proyectos de investigación [36].

2.1.9.3. Norma IEEE 1547.

La normativa de la IEEE 1547 establece los requisitos técnicos y funcionales mínimos indispensables a nivel mundial para asegurar una correcta interconexión de la Generación Distribuida. A continuación, se presentan algunas de las consideraciones clave que deben ser consideradas:

Si la GD provoca fluctuaciones de voltaje fuera de los límites establecidos, puede poner en riesgo la seguridad y la eficiencia de la red eléctrica. Para evitar problemas de calidad en el suministro, es imperativo que los niveles de voltaje se mantengan dentro de los límites definidos en la norma ANSI C84.1. Esta norma proporciona los rangos de voltaje aceptables que garantizan un funcionamiento seguro tanto para la infraestructura eléctrica como para los dispositivos conectados

Si la GD genera fluctuaciones imprevistas o no controladas, podrían producirse desbalances en el sistema que afecten a otros usuarios o incluso provoquen interrupciones en el suministro. Para garantizar la estabilidad del voltaje en el SEP, es esencial que la unidad de GD esté diseñada para mantener un control adecuado de la potencia inyectada, minimizando cualquier impacto en la red. El monitoreo y ajuste continuo del voltaje en el nodo de conexión también son necesarios para asegurar que los sistemas de GD se integren de manera efectiva sin causar conflictos.

El proceso de sincronización asegura que la GD opere de manera eficiente junto con la red, sin causar desajustes en los niveles de voltaje. Para lograr esta sincronización adecuada, es necesario que la unidad de GD sea capaz de controlar las variaciones de voltaje dentro de un margen permitido. El límite de fluctuaciones no debe exceder el $\pm 5\%$ del voltaje operativo, lo que garantiza que las variaciones no sean lo suficientemente grandes como para provocar problemas de estabilidad en la red [37].

2.1.10. Marco Normativo de Brasil

2.1.10.1. Ley N° 14.300/2022

La Ley N° 14.300/2022 de Brasil establece un nuevo marco legal para la micro y minigeneración distribuida de energía eléctrica en el país. Esta legislación introduce cambios significativos en el Sistema de Compensación de Energía Eléctrica, actualiza las categorías de consumidores, establece nuevos aspectos técnicos y operativos, y ofrece incentivos económicos [38].

Algunos aspectos clave en los que la Ley 14.300/2022 expande la regulación anterior incluyen:

- Introduce nuevas modalidades de compensación de excedentes de energía.
- Establece un régimen de transición para la aplicación de nuevos componentes tarifarios.
- Actualiza los requisitos para clasificar a los consumidores como micro y mini generadores distribuidos.
- Establece plazos límite específicos para la instalación de sistemas de generación distribuida.
- Requiere que ANEEL desarrolle regulaciones específicas para varios aspectos, como la conexión de sistemas con almacenamiento y la compensación fuera del área de concesión.

La ley también proporciona mayor seguridad jurídica para los participantes en el mercado de generación distribuida y requiere que la agencia reguladora ANEEL desarrolle normativas específicas para varios aspectos. En conjunto, esta ley representa un importante paso adelante en la promoción de la generación distribuida en Brasil, especialmente en el sector de energía solar fotovoltaica, y se espera que estimule nuevas inversiones y proyectos en el sector energético del país[38].

2.1.11. Marco normativo de México

2.1.11.1. Ley de transición energética

La Ley de Transición Energética (LTE), publicada en México en 2015, establece un marco legal para promover el uso sustentable de la energía y fomentar la generación eléctrica a partir de fuentes limpias. Su objetivo principal es reducir las emisiones contaminantes y diversificar la matriz energética del país, alineándose con los compromisos internacionales como el Acuerdo de París. La ley fija metas progresivas para aumentar la participación de energías limpias, alcanzando un 35% para 2024 y un 60% para 2050. Además, fomenta la eficiencia energética mediante programas nacionales y regula las obligaciones de las empresas generadoras para cumplir con los porcentajes mínimos de energía limpia, con sanciones en caso de incumplimiento.[39]

La LTE también contempla la creación de un fondo administrado por la Secretaría de Energía (SENER) para financiar proyectos relacionados con energías renovables y eficiencia energética. Asimismo, obliga a la planeación estratégica a través de instrumentos como la Estrategia Nacional de Transición Energética[39].

2.1.11.2. Ley de la Industria Eléctrica

La generación distribuida está regulada principalmente por la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), que permite a los usuarios generar su propia energía eléctrica mediante sistemas de hasta 499 kW sin necesidad de obtener un permiso. Este esquema está diseñado para fomentar el autoconsumo y permite a los usuarios inyectar los excedentes a la red eléctrica, obteniendo créditos en sus facturas bajo un modelo de medición neta. La tecnología predominante en este sector es la solar fotovoltaica, que representa la mayoría de las instalaciones conectadas al sistema eléctrico nacional. Este marco normativo ha impulsado el crecimiento de pequeños generadores, especialmente en los sectores residencial y comercial[40].

2.1.12. Marco normativo de Chile

2.1.12.1. Ley 19.940

La Ley N° 19.940, promulgada en Chile el 13 de marzo de 2004, también conocida como la "Ley Corta I", introdujo importantes modificaciones al marco regulatorio del sector eléctrico, enfocándose principalmente en los sistemas de transmisión y distribución de energía. Su objetivo principal fue mejorar la eficiencia y competitividad del sector, estableciendo un nuevo régimen tarifario para los sistemas eléctricos medianos y regulando los peajes de transmisión. La ley redujo la banda de precios libres en torno al precio nudo de $\pm 10\%$ a $\pm 5\%$, lo que permitió una mayor estabilidad en las tarifas eléctricas. Además, estableció normas para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema eléctrico, incluyendo la obligación de interconexión entre instalaciones eléctricas[41].

Un aspecto destacado fue la creación del Panel de Expertos, encargado de resolver conflictos técnicos y regulatorios en el sector eléctrico, evitando que las disputas se prolongaran en tribunales. También permitió a los usuarios con una potencia conectada superior a 500 kW optar por un régimen tarifario libre o regulado, con ciertas condiciones de permanencia. En conjunto, esta ley fortaleció la transparencia y la planificación del sistema eléctrico chileno, incentivando inversiones privadas en infraestructura y asegurando un suministro eléctrico más confiable y competitivo[41].

2.1.12.2. Ley 20.698

La Ley 20.698 de Chile, publicada el 14 de octubre de 2013, tiene como objetivo principal ampliar la matriz energética del país mediante el fomento de las fuentes renovables no convencionales (ERNC).

La ley introduce dos mecanismos clave para alcanzar este objetivo. Primero, establece una obligación gradual para las empresas generadoras de electricidad de certificar que un porcentaje creciente de su energía proviene de fuentes ERNC, aplicando multas en caso de incumplimiento. Segundo, encarga al Ministerio de Energía la realización de licitaciones públicas anuales para la provisión de bloques de energía ERNC, con contratos de hasta 10 años y un sistema de estabilización de precios, priorizando las ofertas más

económicas. Estas medidas buscan diversificar la matriz energética chilena, reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover la inversión en tecnologías renovables más eficientes.

2.1.12.3.Ley 20.571

La Ley 20.571, también conocida como Ley de Generación Distribuida o Ley de Net Billing, entró en vigencia en Chile el 22 de octubre de 2014. Su objetivo principal es permitir a los clientes regulados generar su propia energía eléctrica mediante fuentes renovables no convencionales o cogeneración eficiente, consumirla y vender los excedentes a las empresas distribuidoras a un precio regulado.

Esta ley establece un marco para la generación distribuida de pequeña escala, inicialmente limitada a sistemas de hasta 100 kW de capacidad instalada. Los clientes pueden conectar sus sistemas a la red de distribución, utilizando un medidor bidireccional para registrar tanto el consumo como las inyecciones de energía. Los excedentes inyectados se valorizan al mismo precio que la distribuidora cobra por la energía, generando descuentos en las facturas eléctricas. La ley también regula aspectos técnicos como los requisitos de conexión, la seguridad de las instalaciones y los procedimientos para la valorización y pago de las inyecciones de energía.[42]

2.2.Marco referencial

En Ecuador, la normativa establecida mediante la Regulación Nro. ARCERNNR-031/23 determina las disposiciones legales y técnicas que conforman el marco regulatorio para la implementación de sistemas de Generación Distribuida [43]. La regulación busca promover la eficiencia energética, fomentar el uso de fuentes renovables y descentralizar la producción de energía, asegurando al mismo tiempo el cumplimiento de estándares técnicos y la integración segura al sistema eléctrico nacional [44].

El análisis comparativo del marco normativo de generación distribuida de Ecuador con otros países de la región, como Brasil, México y Chile, es fundamental para identificar oportunidades de mejora [45]. Estos países han implementado políticas y regulaciones que pueden ofrecer lecciones valiosas:

- En Brasil se ha implementado un marco robusto con la Ley General de Protección de Datos (LGPD) de 2018, que incluye sanciones más severas y un enfoque integral en la protección de datos personales.
- México ha desarrollado políticas energéticas que fomentan la generación distribuida y la integración de energías renovables.
- Mientras Chile está trabajando en la modernización de su legislación para alinearse con los estándares internacionales en materia de energía y protección de datos [46].

Este análisis comparativo es esencial para impulsar la eficiencia y sostenibilidad del sector energético en Ecuador, fomentando un entorno regulatorio más favorable para la Generación Distribuida.

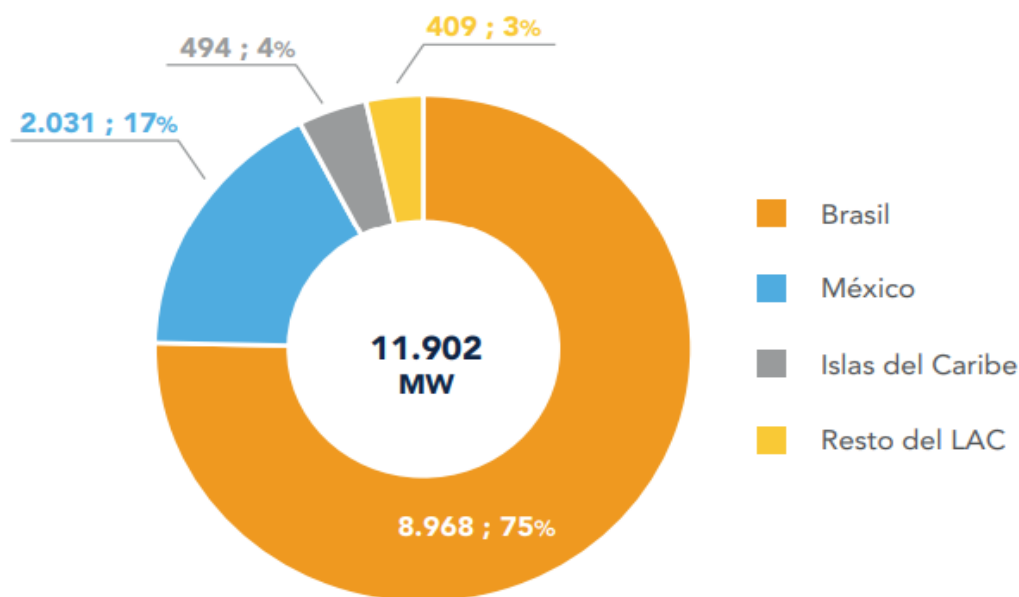
2.2.1. Estudios de Generación Distribuida en América Latina y el Caribe

En 2022, el UNEP publicó un análisis sobre la capacidad instalada de GD en América Latina y el Caribe que alcanza aproximadamente los 21,4 gigavatios. Este dato refleja el crecimiento significativo de este modelo energético en la región, impulsado principalmente por la adopción de fuentes renovables como la energía solar fotovoltaica y la eólica, así como por el interés de gobiernos y actores privados en fomentar sistemas descentralizados de producción de energía [47].

El sector residencial se consolida como el principal impulsor de la generación distribuida en América Latina, representando el 49% de la capacidad total instalada al cierre del período evaluado. Este liderazgo refleja un crecimiento sostenido, con un incremento del 5% en comparación con los niveles registrados en 2021.

Figura 7

Distribución por capacidad instalada de generación distribuida en América Latina y el Caribe.



Nota. En la figura se muestra la distribución por capacidad instalada de generación distribuida Tomado de “El Estado de la Generación Distribuida Solar Fotovoltaica en América Latina y El Caribe”, por Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2022.

En la región, Brasil concentra el 75% de la capacidad instalada de generación distribuida, mientras que México contribuye con el 17%, sumando entre ambos el 93% del total. Por su parte, Puerto Rico y República Dominicana representan conjuntamente el 4,2% de esta capacidad, con participaciones individuales del 2,4% y 1,8%, respectivamente. Estas dos islas del Caribe, que abarcan apenas el 0,4% del territorio y el 2,7% de la población regional, destacan por su notable proporción en la capacidad instalada en comparación con su tamaño y población [48].

IRENA publicó el informe “Integración de Energías Renovables en América Latina” en el 2022, donde analiza las estrategias de los países de la región para incorporar energías renovables mediante la GD. Este documento destaca a Brasil como un líder en la implementación de sistemas fotovoltaicos residenciales y menciona los esquemas de "net metering" como factores clave para el éxito [49], [50].

El documento “Transición Energética en América Latina” de la CEPAL incluye un capítulo dedicado a la GD [51]. En este, se destaca el papel de las normativas en la atracción de inversión privada y la generación de empleo. Además, resalta que Ecuador está en una etapa inicial en comparación con países como Brasil y Chile [52].

2.2.2. Planificación sostenible para la incorporación de Generación Distribuida

El marco regulatorio establecido por cada país abre la posibilidad de inscribir y desarrollar proyectos enfocados en energías renovables y generación distribuida, proporcionando una plataforma para fomentar estas tecnologías clave.

Este marco no solo facilita la implementación de iniciativas, sino que también permite monitorear de manera efectiva los avances alcanzados y evaluar el impacto real en la expansión de aplicaciones capaces de satisfacer una parte significativa de la demanda energética local [53].

Países como Panamá, Brasil, Chile y Ecuador han adoptado medidas proactivas para promover el uso de energías renovables, ampliando y adaptando sus marcos regulatorios para facilitar la ejecución de proyectos innovadores que marcan un hito en la transición hacia un modelo energético más sostenible [54].

Estas iniciativas no solo reflejan un compromiso con el desarrollo energético, sino que también contribuyen significativamente a la sostenibilidad ambiental, al establecer las bases para la gradual sustitución de métodos de generación tradicionales por tecnologías más limpias y eficientes [55].

2.2.3. Estrategias de incentivos para la incorporación de Generación Distribuida

El informe titulado “Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de energía limpia en América Latina” detalla los distintos tipos de incentivos disponibles en la región [56] En el presente análisis, se abordan únicamente los mecanismos implementados por los países objeto de estudio. La comparación de estos incentivos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Medidas empleadas para fomentar la inversión

País	Instalaciones Administrativas	Programas de Participación Privada	Beneficios fiscales	Integración de Generación Privada	Incentivos Financieros y Políticas de Precios
Ecuador	Despacho Preferente	PPS para participación privada	Exención de impuestos	Conexión de generadoras privadas	Precio Preferente
Argentina	Certificado de ER	Subasta Renovar	Exención de impuestos	Proyecto PERMIER	Gestión de Fidecomisos
Brasil	Emisión- Bonos Verdes	Subastas	Exención de impuestos	Programa PROINFA	Comercialización libre

FUENTE: ALTERNATIVAS EN ECUADOR, BRIONES SOTO Y ORBE JÁTIVA.

ELABORADO: AUTOR, (2025).

Para promover la participación del sector privado en proyectos de energía limpia, se implementan diversas herramientas de políticas públicas diseñadas para hacer atractiva la inversión. Estas medidas incluyen incentivos específicos que buscan captar el interés de los inversores [57].

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Investigación bibliográfica

Mediante la investigación bibliográfica, se accede a información valiosa sobre la generación distribuida, su marco normativo y los retos asociados a su implementación en Ecuador y otros países de la región, este conocimiento se revela como esencial para alcanzar los objetivos propuestos en nuestro análisis comparativo.

Al revisar la literatura disponible, buscamos comprender a fondo cómo las regulaciones y políticas de generación distribuida pueden influir en la integración de fuentes de energía renovables a pequeña escala, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible de la energía, la información recopilada no solo nos permitirá conocer las normativas y prácticas adoptadas en diferentes países, sino que también nos ayudará a identificar estrategias adecuadas para optimizar el marco normativo ecuatoriano, enfrentando los desafíos operativos y regulatorios que puedan surgir.

Este enfoque, respaldado por la investigación, será fundamental para tomar decisiones informadas y diseñar un marco normativo más robusto que maximice los beneficios de la generación distribuida, promoviendo una transición energética eficiente y confiable en el país.

3.1.2. Investigación descriptiva

En el contexto de este estudio, la investigación descriptiva tiene como objetivo detallar y caracterizar las normativas de generación distribuida de Ecuador y otros países de América Latina. A través de la recopilación de documentos oficiales, leyes y reglamentos, se describirá cómo cada país regula la generación distribuida, sus procedimientos, condiciones técnicas y la forma en que los usuarios pueden generar y vender energía a la red, la cual proporcionará una visión clara y detallada de las particularidades de cada marco normativo, permitiendo una mejor comprensión de las políticas energéticas en cada país, sin intervenir o modificar dichas normativas.

3.1.3. Investigación comparativa

Se enfoca en identificar las semejanzas y diferencias entre el marco normativo de generación distribuida en Ecuador y otros países de la región, como Chile, México o Brasil, lo cual permitirá examinar cómo cada país aborda la integración de fuentes de energía renovables a pequeña escala, cómo regula la conexión de los sistemas de generación distribuida a la red eléctrica y qué incentivos o barreras existen en cada legislación. Al comparar estos marcos regulatorios, se podrán identificar buenas prácticas, oportunidades de mejora y desafíos comunes, lo que proporcionará una base sólida para proponer recomendaciones específicas para Ecuador.

3.1.4. Investigación exploratoria

La investigación exploratoria en este contexto busca identificar vacíos o áreas no suficientemente desarrolladas en la legislación de generación distribuida, tanto en Ecuador como en otros países de la región. A través de un análisis inicial de las normativas existentes, se podrán descubrir aspectos que aún no se han abordado adecuadamente, como incentivos económicos, barreras regulatorias o problemas de implementación en las políticas energéticas, esto permitirá descubrir nuevas áreas de investigación o temas relevantes que puedan ser objeto de estudios más profundos, lo que podría ayudar a mejorar el marco normativo ecuatoriano para fomentar la generación distribuida de manera más eficiente.

3.2. Métodos de investigación

3.2.1. Método deductivo

En el contexto de esta investigación con este método se comenzará con el análisis de las regulaciones de generación distribuida en países como Brasil, México y Chile, para deducir cómo esas normativas podrían aplicarse a Ecuador, y también identificar principios generales que, al ser aplicados al contexto ecuatoriano, ayudarán a entender si la regulación actual en Ecuador requiere modificaciones o ajustes.

Además, se podrán identificar patrones y conclusiones comunes entre las normativas de los países estudiados, cabe indicar estos servirán como base para sugerir posibles mejoras en la regulación ecuatoriana, apoyándose en las experiencias de otros países que han logrado avances significativos en la implementación de la generación distribuida.

3.2.2. Método analítico

Se utiliza para descomponer las regulaciones de GD en sus componentes clave y analizarlos, el cual permitirá examinar los aspectos técnicos, económicos y legales de las normativas de los países estudiados, se podrá evaluar cómo cada componente de las regulaciones contribuye al éxito o fracaso de la incorporación de GD.

Al aplicar el método analítico, se identificarán tanto las fortalezas como las debilidades de las regulaciones existentes en Ecuador y otros países, esto proporcionará una base sólida para proponer recomendaciones que optimicen el marco regulatorio en Ecuador, con el fin de promover una integración más eficiente en los sistemas de GD

3.2.3. Método inductivo

Se analizarán las normativas de generación distribuida de Ecuador, Brasil, México y Chile para identificar patrones comunes que podrían ser aplicables a Ecuador, con esto se podrá desarrollar una comprensión más amplia de cómo estas políticas afectan la implementación de la generación distribuida.

Este enfoque inductivo facilitará la formulación de recomendaciones basadas en la experiencia de los países estudiados y así examinar las leyes en estos contextos específicos, se podrán hacer generalizaciones sobre qué aspectos de la normativa ecuatoriana pueden ser mejorados, basándose en lo que ha funcionado en otros lugares.

3.2.4. Método cualitativo

El método cualitativo se enfoca en la interpretación y el análisis profundo de datos no numéricos, como documentos legales, entrevistas con expertos y artículos académicos y así comprender los efectos sociales, económicos y políticos de las normativas de generación distribuida en los países estudiados, con una visión más completa de los impactos de las regulaciones y cómo estas afectan a los actores involucrados.

El análisis cualitativo permitirá interpretar las experiencias y opiniones de expertos, así como los resultados observados en la implementación de las leyes en distintos países. Con esta comprensión, será posible identificar áreas de mejora en la regulación ecuatoriana y diseñar recomendaciones que se basen no solo en los datos, sino también en los contextos sociales y económicos específicos de cada país.

3.3.Fuente de recopilación de información

Las fuentes de recopilación de información para esta investigación se basarán en documentos legislativos y normativos relacionados con la generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile, como la Regulación Nro. ARCERNNR-008-23 de Ecuador, así como las leyes y regulaciones específicas de los otros países, estos documentos permitirán obtener detalles sobre las características, alcances y objetivos de cada marco regulatorio.

Adicionalmente, se consultarán artículos académicos, investigaciones especializadas y publicaciones que proporcionen un análisis profundo sobre las mejores prácticas y enfoques adoptados por cada nación en la implementación de la generación distribuida y se recurrirá a informes de organizaciones internacionales como la Organización Latinoamericana de Energía ,Agencia Internacional de Energías Renovables y demás, así también como estudios de organismos nacionales que publican información actualizada sobre el sector energético.

También se realizarán entrevistas con expertos en el área, lo que permitirá conocer las experiencias y los desafíos encontrados en la implementación de la normativa en los diferentes países.

3.4.Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será no experimental y comparativo, dado que el objetivo principal es analizar y comparar los marcos normativos de generación distribuida en Ecuador y otros países de la región sin modificar las condiciones de los países involucrados, en este sentido, se estudiarán las regulaciones existentes en cada uno de los países seleccionados.

3.4.1. Identificación de los marcos normativos

Consistirá en revisar exhaustivamente las regulaciones vigentes en Ecuador, específicamente la Regulación Nro. ARCERNNR-008-23, así como las normativas relacionadas con la generación distribuida en Brasil, México y Chile, esto implicará consultar los textos completos de las regulaciones de cada país, a fin de obtener una visión detallada de las disposiciones legales, los requisitos de conexión a la red, los incentivos fiscales, las tarifas de compensación por energía generada y las condiciones de instalación de los sistemas de generación distribuida.

La recopilación de esta información permitirá identificar las principales características, alcances y diferencias entre los marcos regulatorios de cada país, proporcionando la base para un análisis comparativo y una evaluación integral de las políticas públicas en el sector energético.

3.4.2. Analizar el marco normativo de la generación distribuida en Brasil, México y Chile

La revisión de marcos regulatorios permitirá obtener una visión clara de las políticas implementadas en cada uno de estos países, con el objetivo de identificar las características, incentivos y requisitos específicos que abordan la generación distribuida, este análisis incluirá un estudio detallado sobre las condiciones para la conexión a la red eléctrica, los mecanismos de compensación por energía generada, y las políticas de apoyo a la adopción de tecnologías renovables, lo que permitirá comprender las diferencias y similitudes entre los marcos regulatorios de los cuatro países.

3.4.3. Análisis comparativo de regulaciones

Se llevará a cabo un análisis comparativo detallado de las regulaciones de Ecuador, Brasil, México y Chile, es evaluar las fortalezas y debilidades de cada marco normativo, con especial atención en los aspectos clave que han favorecido el avance de la generación distribuida en los países seleccionados.

Además, se revisarán las políticas públicas y las iniciativas gubernamentales que han apoyado la integración de la generación distribuida, como incentivos fiscales,

simplificación de trámites o subsidios a la inversión, también se identificarán posibles áreas de mejora y adaptaciones que podrían aplicarse en Ecuador para fomentar un crecimiento más eficiente y sostenible del sector energético.

3.4.4. Análisis de impacto regulatorio

Se enfocará en evaluar los efectos de las normativas de generación distribuida en los países estudiados, observando su impacto sobre la adopción de tecnologías renovables, la inversión en infraestructura y la sostenibilidad del sistema eléctrico. Se estudiarán los resultados obtenidos en Brasil, México y Chile en términos de crecimiento en la capacidad instalada de generación distribuida, la eficiencia en la gestión energética y los beneficios para los usuarios.

A partir de este análisis, se establecerán recomendaciones específicas para mejorar la regulación ecuatoriana, basadas en las mejores prácticas observadas en los países analizados. Estas recomendaciones buscarán mejorar la eficiencia de la implementación de la generación distribuida en Ecuador, promover la inversión en energías renovables y garantizar la sostenibilidad del sistema eléctrico a largo plazo.

3.4.5. Redacción del informe final

El informe final se redactará a partir de los resultados obtenidos en el análisis comparativo y de impacto, donde se destacarán las principales características de las normativas de generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile, y sus implicaciones para el desarrollo del sector energético.

Además, se incluirán recomendaciones para el fortalecimiento del marco normativo ecuatoriano, basadas en las mejores prácticas observadas en los países estudiados. El informe también presentará conclusiones que resuman los hallazgos clave sobre las similitudes y diferencias en las regulaciones, y cómo estas podrían influir en el desarrollo y la expansión de la generación distribuida en Ecuador, con el fin de mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector eléctrico.

3.5. Instrumento de investigación

3.5.1. Análisis de documental

Se examinarán detalladamente los marcos normativos previos relacionados con la generación distribuida en Ecuador y recopilar documentos legislativos, resoluciones regulatorias, informes técnicos y reportes de organismos internacionales, los cuales serán sistemáticamente analizados para identificar sus características principales, alcances y limitaciones y también su impacto en la implementación de esta modalidad energética, este análisis permitirá identificar cómo las regulaciones han respondido a los desafíos y oportunidades del sector eléctrico, destacando tanto los avances logrados como las áreas pendientes de optimización. Además, se evaluarán los registros históricos y las experiencias en Brasil, México y Chile, comparándolos con el marco normativo ecuatoriano para detectar patrones y lecciones aprendidas.

3.5.2. Revisión técnica

Se realizará un análisis exhaustivo de los documentos legislativos, informes técnicos y normativas vigentes en Ecuador y en los países seleccionados, esto permitirá identificar las características clave de cada marco normativo, las capacidades regulatorias y las condiciones específicas para la implementación de la generación distribuida. Además, se revisarán estudios y reportes de organismos internacionales que puedan proporcionar un contexto más amplio y perspectivas adicionales sobre las mejores tendencias en la región.

3.5.3. Entrevistas

Se llevarán a cabo entrevistas con expertos en regulación energética, representantes de empresas distribuidoras y académicos especializados en generación distribuida cabe indicar que estas entrevistas estarán orientadas a obtener información cualitativa sobre la efectividad de las normativas actuales, los desafíos enfrentados durante su implementación y las oportunidades de mejora en el marco regulatorio con esto se buscará comprender las perspectivas de los entrevistados sobre las políticas públicas y los incentivos que han impulsado la generación distribuida en Brasil, México y Chile, explorando cómo estas experiencias podrían adaptarse al contexto ecuatoriano.

3.6. Tratamiento de datos

Los datos recopilados durante el proceso de recolección de información serán analizados de manera detallada y minuciosa serán procesados utilizando Microsoft Excel, herramienta esencial para realizar un análisis detallado de las normativas y regulaciones de generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile. A través de Excel, se organizarán las variables clave de cada marco normativo, tales como los requisitos regulatorios, los incentivos fiscales, las condiciones de implementación y las políticas públicas de cada país, como tablas dinámicas, gráficos ,análisis estadísticos básicos, permitirá comparar los marcos regulatorios de manera efectiva, destacando las similitudes y diferencias entre los países analizados y para desarrollar recomendaciones que optimicen la regulación de la generación distribuida en Ecuador.

3.7. Recursos Humanos y Materiales

3.7.1. Recursos Humanos

- Erick Sebastián Córdova Hembra
- Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín
- Asesores
- Profesionales especializados en regulación energética y generación distribuida

3.7.2. Materiales

- Cuadernos
- Calculadora
- Resma de papel
- Lapiceros

3.7.3. Recursos tecnológicos

- Computadoras
- Impresoras
- Teléfonos celulares
- Procesamiento de datos software Word y Excel

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Resultados

4.1.1. Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 de generación distribuida en Ecuador

La Regulación Nro. ARCERNNR-008/23, aprobada mediante Resolución ARCERNNR-031/2023, es el marco normativo para la habilitación, instalación, conexión, operación, y mantenimiento de la generación distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados, las disposiciones para la medición y facturación de la energía eléctrica de Consumidores Regulados con SGDA ,esta busca promover el uso de energías renovables no convencionales, garantizando la sostenibilidad energética, regulando condiciones técnicas, operativas, administrativas, económicos.

4.1.2. Alcance de la Regulación Nro. ARCERNNR-008/23

La caracterización y dimensionamiento de un SGDA de consumidores regulados, las modalidades de autoabastecimiento, el procedimiento para solicitar y obtener la factibilidad de conexión para autoabastecimiento y el certificado de habilitación, las condiciones para la instalación, conexión, operación y mantenimiento de un SGDA y la medición de energía eléctrica y determinación de la energía facturable.

4.1.3. Condiciones que debe de cumplir un sistema de generacion distribuida según la regulación

- a) Su Potencia Nominal está limitada según lo establecido.
- b) Se debe de conectar en sincronía a una red de distribución.
- c) Ubicarlo dentro de la misma Área de Servicio en la que se encuentra sus consumidores.
- d) Permitir el aprovechamiento de un recurso energético renovable no convencional que se encuentre disponible en el área de servicio de la distribuidora.
- e) Abastecer la demanda de uno o varios consumidores regulados.
- f) Utilizar equipos para el almacenamiento de energía, los cuales deberán cargarse utilizando solamente la energía eléctrica producida por el SGDA.

- g) Es un activo de propiedad de uno o varios consumidores regulados, es decir son dueños del SGDA o que va a adquirir su propiedad en algún momento.
- h) Causar impactos positivos a la red de distribución a la que se conecta, es decir disminución de pérdidas de electricidad, mejora de perfiles de voltajes, disminución de la cargabilidad de equipos y componentes, entre otros beneficios.

4.1.4. Límite de la potencia nominal

La regulación establece dos condiciones para limitar la Potencia Nominal de un Sistema de Generación Distribuida, dependiendo de si se inyecta o no energía a la red de distribución:

- Si no inyecta energía a la red, su potencia se limita a la demanda máxima del consumidor y a lo que autorice la distribuidora. Además, debe tener equipos que impidan cualquier inyección.
- Si sí inyecta energía a la red, su potencia no puede superar los 2 MW.

4.1.5. Voltajes de conexión y categorías

Los voltajes de conexión y las categorías de los sistemas se detallan en la tabla 2 esta clasificación depende del nivel de voltaje y de la potencia nominal autorizada, según los parámetros establecidos en la regulación vigente.

Tabla 2

Voltaje de conexión por categoría

Voltaje de Conexión	Potencia Nominal (P_n)	Categoría
Bajo voltaje	$P_n \leq 5$ kW, monofásica	Categoría 1
	$P_n \leq 10$ kW, bifásica	
	$P_n \leq 50$ kW, trifásica	
Medio voltaje	$P_n \leq 2$ MW, cuando hay inyección a la red	Categoría 2
	P_n menor a la capacidad aprobada de la distribuidora, si no hay inyección de a la red	

FUENTE: ARCERNNR-008/23

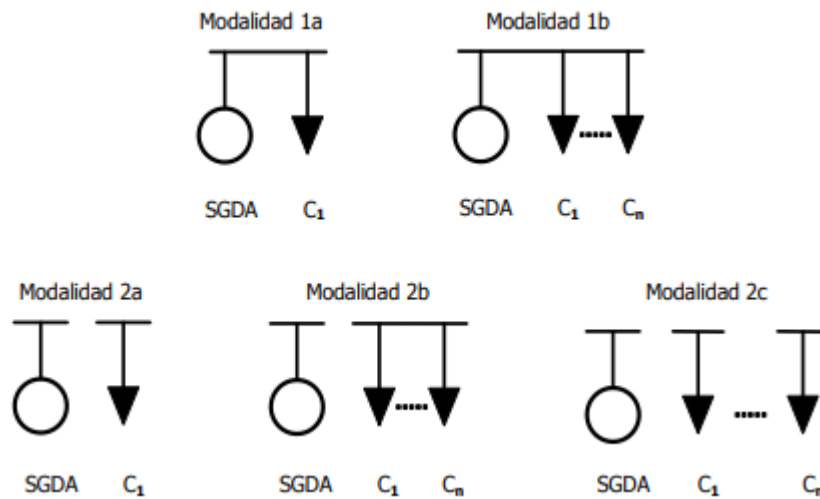
ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.1.6. Modalidades de autoabastecimiento

Las modalidades de autoabastecimiento muestran las distintas formas de conexión entre un sistema generación distribuida y los centros de carga, ya sea de manera individual o múltiple, en configuración directa o paralela. En la figura 8 se ilustran gráficamente estas modalidades, identificadas como 1a, 1b, 2a, 2b y 2c, según el número de cargas y el tipo de conexión establecida.

Figura 8

Modalidades de autoabastecimiento.



Nota. En la figura se demuestra las modalidades. Tomado de la regulación Nro. ARCERNNR-008/23, 2025.

4.1.6.1. Modalidad 1a: Individual Local.

El sistema y el consumidor regulado deben de estar ubicados en un mismo inmueble, ya sea que pueda o no inyectar excedentes de energía eléctrica a la red de distribución.

4.1.6.2. Modalidad 1b: Múltiple Local.

El SGDA y los consumidores regulados tienen que estar ubicados en un mismo inmueble constituido en condominio o declarado bajo el régimen de propiedad horizontal.

4.1.6.3. Modalidad 2a: Individual Remoto.

El consumidor regulado y el sistema están ubicados en inmuebles diferentes, este no debe estar en el mismo condominio o declarado bajo el régimen de propiedad horizontal.

4.1.6.4. Modalidad 2b: Múltiple remoto con consumidores concentrados.

El SGDA y los consumidores regulados están ubicados en inmuebles diferentes, los consumidores regulados se encuentran concentrados en un mismo inmueble ya sea en un condominio o declarado bajo el régimen de propiedad horizontal.

4.1.6.5. Modalidad 2c: Múltiple remoto con consumidores dispersos.

El sistema y los Consumidores Regulados asociados al SGDA están ubicados en inmuebles diferentes, es decir los Consumidores Regulados deben pertenecer a la misma persona jurídica.

4.1.7. Dimensionamiento

El dimensionamiento de un SGDA es de exclusiva responsabilidad de los consumidores regulados asociados a éste, con el fin de cubrir la demanda de energía eléctrica anual cabe indicar que deberá ser igual o menor, se debe considerar lo siguiente:

- a) Para Consumidores Regulados existentes, se podrá utilizar los consumos de energía de los últimos 24 meses, la proyección de demanda de energía durante la vida útil del SGDA y de ser el caso, los requerimientos de almacenamiento de energía.
- b) Para nuevos Consumidores Regulados, sin registros históricos de consumo de energía, se podrá utilizar la proyección de demanda de energía durante la vida útil del SGDA, y, de ser el caso, los requerimientos de almacenamiento de energía.

4.1.8. Instalación, pruebas y conexión de un sistema de generación distribuida

La instalación del sistema debe respetar el diseño previamente aprobado, que contempla los equipos de generación, inversores, protecciones, maniobras y el punto de conexión a la red, este tiene que estar sustentado en una memoria técnica clara y ajustada a las condiciones reales del sitio, cabe mencionar que solo se permiten tecnologías basadas en fuentes renovables no convencionales, además en el caso de que el sistema incluya baterías, estas deben cargarse únicamente con la energía generada por el propio sistema.

Antes de poner en funcionamiento el SGDA, se deben realizar pruebas que aseguren su correcta integración con la red como la sincronización del sistema, la validación de las

protecciones eléctricas y la comprobación de que los parámetros de calidad de energía como el voltaje y el equilibrio entre fases estén dentro de los rangos aceptables.

La conexión final se hace a través de un Campo de Conexión, que debe ajustarse a las condiciones técnicas establecidas en el estudio aprobado por la distribuidora. Aunque en baja tensión existe un límite estándar de 50 kW, este puede ser superado si los análisis técnicos demuestran que la red puede soportarlo sin problemas.

4.1.9. Sistema de medición

El sistema de medición según lo establecido en la regulación debe registrar de forma separada la energía generada por el SGDA y la energía consumida desde la red, para ello se exige un sistema de medición bidireccional, conforme a normas técnicas internacionales (IEC o ANSI), el cual está instalado y administrado por la distribuidora, quien también es responsable del sellado y control, mientras esté vigente el Certificado de Habilitación.

En media tensión, el consumidor debe proporcionar transformadores de corriente (TC) y potencial (TP) con certificados de calibración, cabe indicar que se debe de realizar una recalibración obligatoria cada 5 años para SGDA de Categoría 2 o cuando la demanda contratada supera los 12 kW, para los demás aplica si el equipo supera los 15 años de antigüedad.

4.1.10. Operación y mantenimiento

La operación con equipos de almacenamiento de energía debe asegurar que la energía almacenada se utilice para abastecer a los consumidores, para regular el voltaje o frecuencia, y el consumo de servicios auxiliares de autoabastecimiento, la potencia inyectada en el punto de conexión no debe superar la potencia nominal del sistema, el factor de potencia debe ser al menos 0.9, y la frecuencia de operación debe mantenerse entre 59.9 Hz a 60.1 Hz.

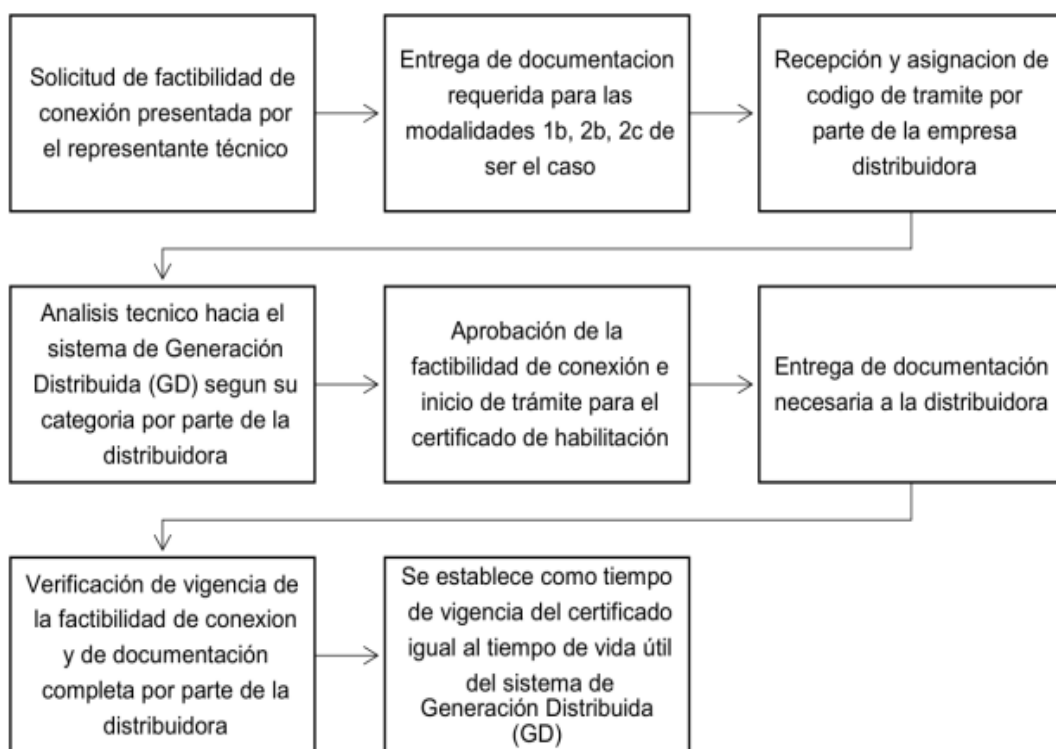
En cuanto al mantenimiento, el responsable es el consumidor regulador o su representante legal, quien debe financiar y ejecutar el mantenimiento del sistema y sus equipos, se recalca que estos mantenimientos deben coordinarse con la distribuidora, y la reversión de los activos estará regulada por la LOSPEE y su reglamento.

4.1.11. Procedimientos para la conexión de un sistema de generación distribuida

La regulación establece un conjunto de trámites que los consumidores regulados y las empresas distribuidoras deben seguir para garantizar la legalidad y seguridad en la instalación y operación, en la figura 9 se representa los procedimientos para la implementación de los SGDA, que incluyen la solicitud de factibilidad, estudios técnicos, certificación, inspección final, modificaciones, renovación de certificación y revisión de seguridad.

Figura 9

Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de Ecuador.



Nota. En la figura se demuestra los pasos para obtener el acceso a la conexión. Esta representación es obra de Erick Córdova Hembra, 2025.

4.1.12. Incentivos

Los incentivos en el Ecuador juegan un papel clave en la expansión de la generación distribuida, al reducir barreras económicas y simplificar los procesos administrativos, en la tabla 3 se especifica el tipo de apoyo que existe en el país y beneficio para que estos

proyectos cumplan con el requerimiento técnico y aunque la inversión es alta tiene un beneficio.

Tabla 3

Incentivos en el Ecuador

Tipo de Apoyo	Detalle del Beneficio
Facilitación Regulatoria	<p>Procedimientos simplificados para agilizar la conexión y legislación clara.</p> <p>Exoneración de aranceles para la importación de maquinaria y equipos vinculados con generación distribuida.</p> <p>Eliminación del IVA en la adquisición de paneles solares.</p>
Incentivos Económicos y Fiscales	<p>Posibilidad de deducir el 100% del valor de equipos mediante depreciación y amortización.</p> <p>Exención del impuesto a la renta para proyectos que promuevan generación distribuida.</p> <p>Beneficio tributario de 5 años sin impuesto a la renta.</p>

FUENTE: ARCERNNR-008/23

ELABORADO: AUTOR, (2025).

Desde una perspectiva técnica, la regulación impone requisitos específicos para la conexión y operación de los SGDA, asegurando que su integración en la red eléctrica no genere sobrecargas no afecte la calidad del suministro, parámetros como la potencia nominal, el factor de potencia, la frecuencia de operación y los sistemas de protección están diseñados para mitigar riesgos y garantizar que los SGDA operen en condiciones óptimas.

Además, en el punto de vista económico y ambiental, la regulación facilita la transición hacia un sistema energético más sustentable, reduciendo la dependencia de fuentes fósiles y minimizando el impacto ambiental de la generación eléctrica, la inclusión de energías renovables no convencionales como la solar y la eólica permite mejorar la eficiencia del sistema eléctrico y reducir los costos operativos a largo plazo. Sin embargo, es necesario

seguir desarrollando incentivos económicos, como tarifas preferenciales y subsidios, para que un mayor número de usuarios adopten estas tecnologías sin que representen una carga financiera significativa.

4.2. Marcos normativos de la generación distribuida en Brasil, México y Chile

4.2.1. Brasil

La Ley N.º 14300/2022, conocida como el Marco Legal de la Generación Distribuida en Brasil, regula la conexión de sistemas de micro y mini generación de energía eléctrica a la red de distribución, promoviendo el uso de fuentes renovables, esta normativa establece reglas claras para el acceso, compensación de energía y responsabilidades entre usuarios y distribuidoras.

4.2.1.1. Alcance de la normativa

Establece criterios claros para la conexión, operación y compensación aplicables tanto a personas naturales como jurídicas, incluidas asociaciones civiles como cooperativas, consorcios y condominios. El objetivo es fomentar el uso de fuentes renovables y cogeneración calificada, integrándolas al Sistema de Compensación de Energía Eléctrica (SCEE).

4.2.1.2. Condiciones que debe de cumplir un sistema de generación distribuida según la regulación

- a) Estar conectado a la red de distribución.
- b) Tener como objetivo el autoconsumo (local o remoto).
- c) Utilizar fuentes renovables o cogeneración calificada.
- d) Cumplir con los requisitos técnicos definidos por la Aneel.
- e) Estar bajo responsabilidad de una unidad consumidora titular.
- f) Tener, en ciertos casos, garantía de fiel cumplimiento (si supera 500 kW en minigeneración).

4.2.1.3. Límite de la potencia nominal de Brasil.

La ley establece los siguientes límites para la potencia nominal de los sistemas los cuales determinan los requisitos técnicos y administrativos aplicables, así como los beneficios.

Micro generación distribuida: potencia instalada ≤ 75 kW (corriente alternada).

Minigeneración distribuida:

- Potencia > 75 kW y ≤ 5 MW para fuentes despachables.
- Potencia > 75 kW y ≤ 3 MW para fuentes no despachables.

Adicionalmente, se permite hasta 5 MW de potencia instalada en ciertas unidades hasta el 31 de diciembre de 2045.

4.2.1.4. Voltajes de conexión y categorías de Brasil.

Los voltajes de conexión dependen del tipo de sistema y la potencia nominal, para lo cual es permitido al consumidor elegir un nivel de tensión distinto al ofrecido por la distribuidora, siempre que sea técnicamente viable, se distinguen categorías según si la unidad pertenece al Grupo A (media o alta tensión) o Grupo B (baja tensión), las reglas se ajustan según la normativa específica de la Aneel para cada clase de consumidor las cuales son:

- **Grupo B:** típicamente hasta 380 V trifásico.
- **Grupo A:** desde 2,3 kV en adelante (13,8 kV, 34,5 kV, etc., dependiendo de la región y la red).

4.2.1.5. Modalidades de autoabastecimiento de Brasil.

Existen cuatro modalidades principales para el autoconsumo las cuales deben estar atendida por una misma distribuidora, lo que garantiza la trazabilidad y gestión del sistema de compensación.:

- **Autoconsumo local:** generación y consumo en la misma unidad.
- **Autoconsumo remoto:** permite usar excedentes en otras unidades del mismo titular dentro de la misma área de concesión.
- **Generación compartida:** mediante consorcios, cooperativas o condominios.
- **Emprendimiento con múltiples unidades consumidoras:** en propiedades contiguas bajo la misma administración.

4.2.1.6. Sistema de medición de Brasil.

La medición de la energía eléctrica debe realizarse mediante dos medidores unidireccionales o un medidor bidireccional, según lo solicite el propietario, este debe registrar de forma precisa tanto el consumo como la inyección de energía.

- Para micro generación, la distribuidora asume el costo del sistema de medición.
- Para minigeneración, el interesado debe cubrir los costos es decir los excedentes se transforman en créditos energéticos válidos por 60 meses, cabe indicar que está prohibido dividir artificialmente una planta para ajustarse a límites de potencia (práctica conocida como "fraccionamiento").

4.2.1.7. Instalación mantenimiento y operación de Brasil.

Para instalar un sistema de minigeneración distribuida, los interesados deben presentar una garantía de fiel cumplimiento equivalente al 2,5% o 5% del valor del proyecto, dependiendo de la potencia instalada, la cual será ejecutada si no se cumplen los plazos establecidos para la entrada en operación del sistema.

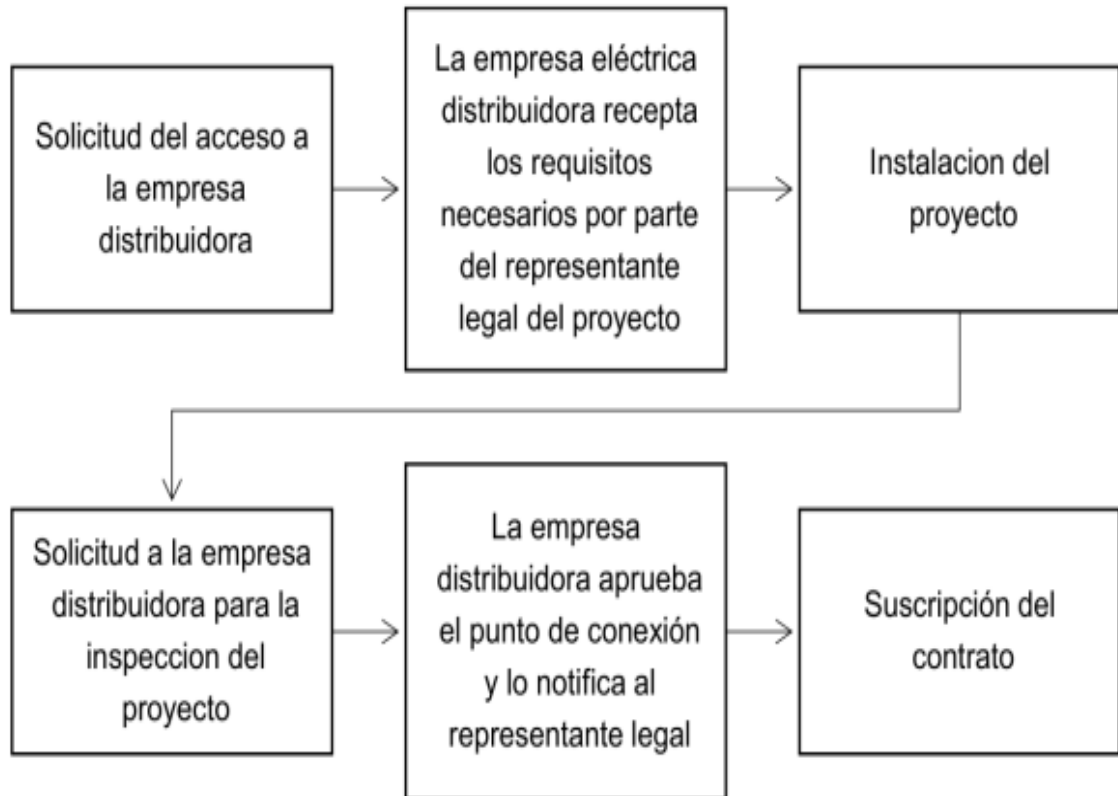
La instalación debe ajustarse a las normas técnicas definidas por Aneel, mientras que el mantenimiento y operación son responsabilidad exclusiva del consumidor-generador, los plazos para comenzar a inyectar energía son: 120 días para micro generación, 12 meses para minigeneración con fuente solar y 30 meses para otras fuentes.

4.2.1.8. Procedimientos para la conexión de un sistema de generación distribuida de Brasil.

Los procedimientos para la conexión de un sistema de generación distribuida se detallan en la figura 10, especificando los pasos clave en el proceso de integración, desde la evaluación inicial hasta la implementación final, asegurando la conformidad con las normativas y estándares técnicos requeridos.

Figura 10

Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de Brasil.



Nota. En la figura se demuestra los pasos para obtener el acceso a la conexión en Brasil. Esta representación es obra de Erick Córdova Hemba,2025.

4.2.1.9. Incentivos de Brasil.

Los incentivos financieros y tributarios disponibles, los cuales contribuyen significativamente al desarrollo de proyectos de generación distribuida y energías renovables. Estas medidas están diseñadas para facilitar la inversión y promover el crecimiento del sector energético como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4*Incentivos en Brasil*

Tipo de Apoyo	Detalle del Beneficio
Financiero	Programa especial del BNDES que otorga financiamiento a concesionarios y productores independientes de energía para cubrir déficits operativos en situaciones excepcionales.
	Apoyo a proyectos solares y otras fuentes renovables a través del Programa Social de Energías Renovables (PERS), financiado por el Programa de Eficiencia Energética.
	Exención o reducción del ICMS (Impuesto sobre Circulación de Mercancías y Servicios) para energía generada y consumida localmente.
Incentivos Tributarios	Deducción del impuesto sobre la renta (IR) para proyectos de generación distribuida con fuentes renovables.
	Beneficios fiscales aplicables al ITR (Impuesto sobre la Propiedad Rural) en predios que implementan generación distribuida.
	Exención o reducción del ICMS (Impuesto sobre Circulación de Mercancías y Servicios) para energía generada y consumida localmente.
	Deducción del impuesto sobre la renta (IR) para proyectos de generación distribuida con fuentes renovables.

FUENTE: LEY N.º 14300**ELABORADO:** AUTOR, (2025).

4.2.2. México

La Ley de la Industria Eléctrica, junto con las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACGs) emitidas por la CRE, establece el marco legal que regula la generación distribuida en México, estas disposiciones definen los requisitos técnicos, operativos y administrativos que deben cumplir los usuarios-generadores.

4.2.2.1. Alcance de la Regulación de México.

La regulación de generación distribuida en México simplifica su interconexión y operación, al estar sujetas a reglas más accesibles que las aplicables a plantas de mayor escala, como la

exención del permiso de generación por parte de la CRE. Además, los usuarios pueden consumir la energía que generan y entregar los excedentes a la red eléctrica, recibiendo compensación bajo esquemas establecidos, como el de medición neta.

4.2.2.2. Condiciones que debe de cumplir un sistema de generación distribuida según la regulación de México.

Para cumplir con la regulación, un sistema de generación distribuida debe:

- Tener una capacidad instalada no mayor a 500 kilowatts (kW).
- Utilizar fuentes renovables (solar, eólica, biomasa, etc.) o cogeneración eficiente.
- Estar conectado físicamente en el mismo sitio del centro de carga del usuario.
- Cumplir con los requisitos técnicos de instalación establecidos en la NOM-001-SEDE-2012 y en el Contrato de Interconexión.
- Utilizar un inversor certificado si es solar fotovoltaico.
- Tener un sistema de protección eléctrica adecuado para evitar afectaciones a la red.

4.2.2.3. Límite de la potencia nominal de México.

El límite de capacidad para que un sistema sea considerado de generación distribuida es de ≤ 500 kW de potencia nominal instalada, los sistemas que superan esta potencia se consideran centrales eléctricas y requieren un permiso de generación ante la CRE, además de cumplir con otros requisitos regulatorios.

4.2.2.4. Voltajes de conexión y categorías de México.

Los sistemas de generación distribuida pueden conectarse en sus dos categorías de tensión las cuales dependerán del punto de interconexión y la infraestructura existente del usuario y de la CFE Distribución en baja tensión (≤ 1000 V) para usuarios residenciales o pequeños comercios y en media tensión (> 1000 V y hasta 35 kV) para usuarios industriales o comerciales mayores.

4.2.2.5. Sistema de medición de México.

Este debe de instalar un medidor bidireccional certificado este es propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y su lectura constituye la base para realizar la facturación correspondiente o aplicar la compensación establecida en el contrato de interconexión.

4.2.2.6. Instalación mantenimiento y operación de México.

La instalación debe estar a cargo de un profesional certificado, como los avalados por CONOCER o FIDE, para garantizar un trabajo seguro y de calidad, una vez en operación, el mantenimiento y el correcto funcionamiento del sistema son responsabilidad del propio usuario-generador, la CFE tiene la facultad de realizar inspecciones.

4.2.2.7. Procedimientos para la conexión de un sistema de generación distribuida en México.

En la figura 11 se muestra detalladamente los procedimientos que se debe de tener en cuenta como lo establece el reglamento.

Figura 11

Procedimiento para la conexión de un sistema de generación distribuida de México.



Nota. En la figura se demuestra los pasos para obtener el acceso a la conexión en México. Esta representación es obra de Erick Córdova Hemba, 2025.

4.2.2.8. Incentivos de México.

De acuerdo a lo que se manifiesta en la tabla 5 los beneficios de distintas maneras que esta ley establece en México.

Tabla 5

Incentivos en México

Tipo de Apoyo	Detalle del Beneficio
Regulatorio	Exención de permiso de generación No se requiere permiso de la CRE si la capacidad instalada es ≤ 500 kW, lo que simplifica el trámite.
	Medición Neta de Energía (Net Metering) El usuario entrega excedentes a la red y recibe créditos en kWh que se compensan contra el consumo en otros periodos.
Económico	Facturación Neta (Net Billing) El usuario recibe un pago o descuento monetario por la energía excedente entregada a la red.
	Reducción de tarifas eléctricas Al generar su propia energía, el usuario reduce su consumo de la red, disminuyendo el monto de su factura eléctrica.
Tributario	Beneficios fiscales (Ley del ISR) Permite deducir de impuestos las inversiones en equipos de energías renovables.
Financiero	Financiamiento y subsidios (FIDE, BANOBRAS, etc.) Programas que ofrecen créditos accesibles o subsidios para adquirir e instalar sistemas de generación renovable.

FUENTE: LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA CRE

ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.2.3. Chile

En Chile, la generación distribuida para autoconsumo está regulada por la Ley N.º 20571, conocida como la Ley de Net Billing, y su reglamento asociado, el Decreto Supremo N.º 71 del Ministerio de Energía.

4.2.3.1. Alcance de la Regulación de Chile.

El alcance de estas regulaciones es para que los usuarios finales sujetos a fijación de precios puedan generar energía eléctrica para su propio consumo mediante fuentes renovables no convencionales o instalaciones de cogeneración eficiente.

4.2.3.2. Condiciones que debe de cumplir un sistema de generación distribuida según la regulación.

Para acogerse a esta ley, los sistemas de generación distribuida deben:

- Utilizar fuentes de energía renovables no convencionales o cogeneración eficiente.
- Tener una capacidad instalada que no supere los 300 kW.
- Estar conectados a la red de distribución eléctrica a través del empalme del usuario.
- Cumplir con las normas técnicas y de seguridad establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Contar con equipos de medición adecuados para registrar tanto el consumo como la inyección de energía

4.2.3.3. Límite de la potencia nominal de Chile.

El límite máximo de potencia nominal permitido para los sistemas de generación distribuida es de 300 kilowatts (kW), esta capacidad fue ampliada desde el límite original de 100 kW, permitiendo así la implementación de proyectos de mayor escala dentro del régimen de generación distribuida.

4.2.3.4. Voltajes de conexión y categorías de Chile.

En Chile, los voltajes de conexión se dividen en tres categorías: Baja Tensión (BT), hasta 1.000 V para residenciales y pequeñas industrias, regulada por la NCh Elec. 4/2003; Media

Tensión (MT), de 1.000 V a 23 kV, para instalaciones industriales y proyectos de generación distribuida, según la Norma Técnica PMGD; y Alta Tensión (AT), superior a 23 kV, usada en grandes industrias y centrales de generación, sin aplicarse a generación distribuida.

4.2.3.5. Sistema de medición de Chile.

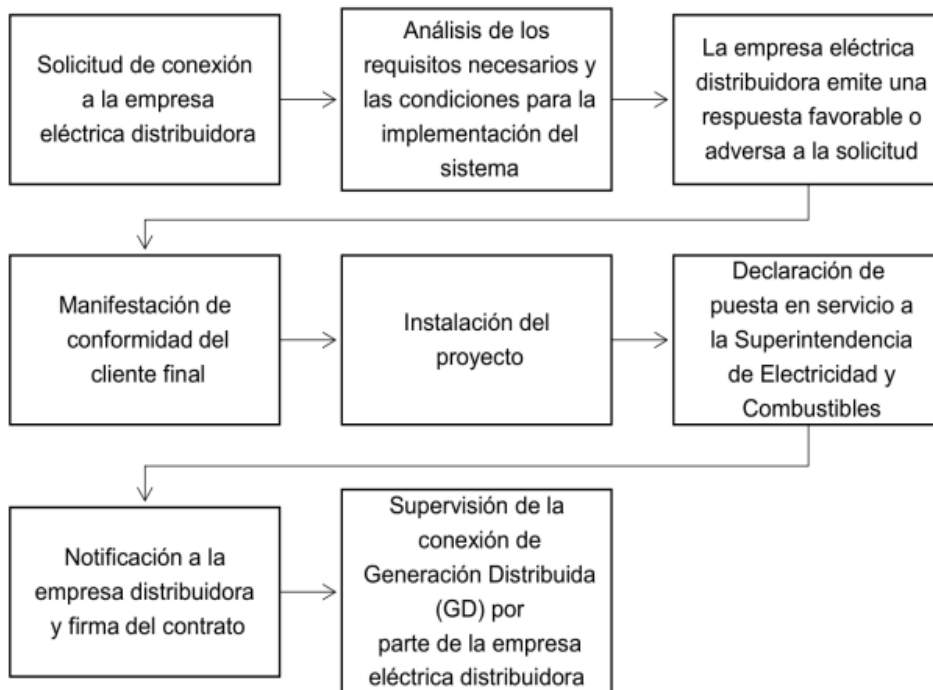
Este sistema contara con una medición bidireccional que registre de manera separada y precisa tanto la energía eléctrica consumida desde la red como la energía inyectada hacia ella, estos deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), en particular lo señalado en el Protocolo de Certificación de Equipos de Medición (PEM), el Reglamento de Coordinación y Operación del Sistema Eléctrico Nacional, y la norma NCh4/2003.

4.2.3.6. Procedimientos para la conexión de un sistema de generacion distribuida de Chile.

La figura 12 nos demuestra los procedimientos que se debe realizar cabe indicar que esto nos ayudara a realizar las actividades ordenadas.

Figura 12

Procedimiento para la conexión de un sistema de generacion distribuida de Chile.



Nota. En la figura se demuestra los pasos para obtener el acceso a la conexión en Chile. Esta representación es obra de Erick Córdova Hembra,2025.

4.2.3.7. *Incentivos de Chile.*

Chile ha avanzado significativamente en la promoción de la generación distribuida, estableciendo un marco regulatorio que ha permitido la diversificación de la matriz energética y la participación de nuevos actores en el mercado eléctrico.

Tabla 6

Incentivos en Chile

Tipo de Apoyo	Detalle del Beneficio
Administrativo	Simplificación de trámites y permisos
Tributario	Exención de tarifas y contratos de compra de energía a largo plazo
Financiero	<ul style="list-style-type: none">• Ponle energía a tu empresa (cofinanciamiento)• Programa Casa Solar (subsidijs residenciales)• Fondo de Desarrollo Energético (subsidijs e innovación)

FUENTE: LEY N.º 20571.

ELABORADO: AUTOR, (2025).

Chile ha avanzado significativamente en la promoción de la generación distribuida, estableciendo un marco regulatorio que ha permitido la diversificación de la matriz energética y la participación de nuevos actores en el mercado eléctrico. No obstante, aún existen desafíos importantes que deben abordarse para garantizar la sostenibilidad y equidad del sistema.

La modernización de la red, la optimización del modelo tarifario, el impulso a tecnologías de almacenamiento y el fortalecimiento de programas de financiamiento serán factores clave para consolidar un modelo energético más democrático, eficiente y sostenible en el futuro.

4.3. Comparativa de normativas de generación distribuida

Las normativas de generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile revelan diferencias significativas en los enfoques regulatorios, técnicos, económicos y sociales de cada país, en la tabla 7, se presentan los aspectos clave de cada marco normativo y sus implicaciones en sus políticas e infraestructura.

Tabla 7

Comparativa de las normativas

Aspecto	Ecuador	Brasil	México	Chile
Burocracia y Trámites	Procesos de interconexión largos y engorrosos	Simplificación de trámites con digitalización	Procesos administrativos complejos y prolongados	Trámites más ágiles y digitalizados
Almacenamiento de Energía	No existen regulaciones claras ni incentivos para almacenamiento	Desarrollo de almacenamiento energético en crecimiento	Incentivos limitados para almacenamiento	Regulación en proceso de adaptación para integrar almacenamiento
Capacidad de la Red	Infraestructura limitada para integrar SGDA	Inversión en redes inteligentes y desarrollo de microrredes	Falta modernización de la red y redes inteligentes	Red moderna, pero con necesidad de optimización

FUENTE: DIALOGUE EARTH.

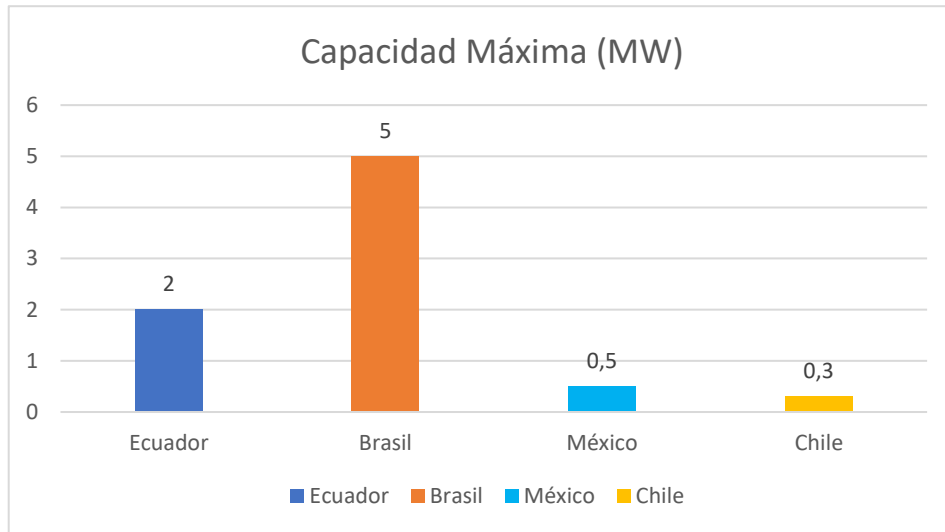
ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.3.1. Capacidad máxima instalada

La capacidad máxima instalada de generación distribuida se presenta en la figura 13, donde se comparan los datos de los cuatro países estudiados, lo cual permite visualizar las diferencias en la capacidad instalada de cada país, destacando la participación de las diversas fuentes de energía en la generación distribuida.

Figura 13

Comparativa de capacidad máxima instalada.



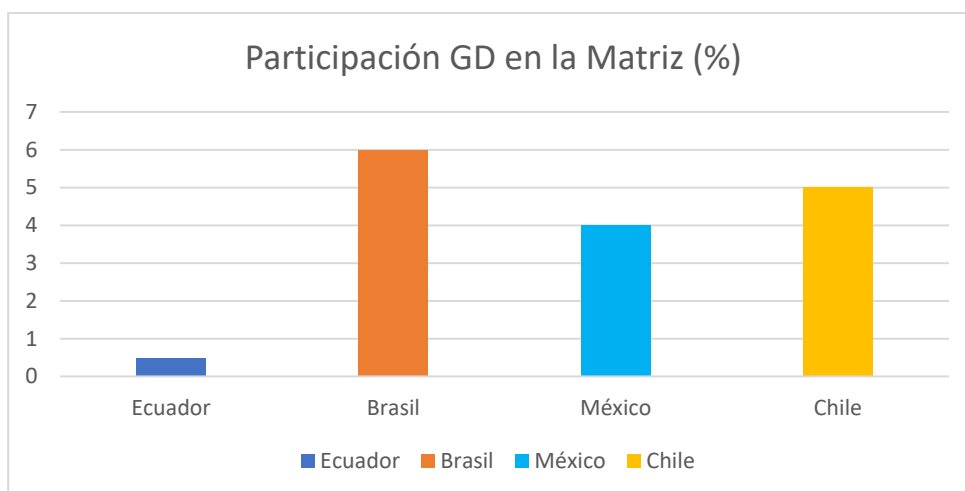
Nota. En la figura se demuestra la capacidad instalada de cada país. Esta representación es obra de Erick Córdova Hembra,2025.

4.3.2. Generacion distribuida en la matriz energética

En la matriz energética Ecuador, Brasil, México y Chile, han mantenido un desarrollo e integración significativa, en la figura 14 se muestra la participación en porcentaje de cada uno de los países.

Figura 14

Participación GD en la matriz energetica.



Nota. En la figura se demuestra la participación en la matriz energetica en porcentaje de cada país. Esta representación es obra de Erick Córdova Hembra,2025.

En la tabla 8 se demuestra la participación de la generación distribuida dentro de la matriz energética de cada país, destacando su contribución relativa, el tipo de fuente más utilizada, ubicación y nivel de desarrollo.

Tabla 8

Comparativa en la matriz energética de cada país.

País	Matriz dominante	Tecnología principal en GD	Ubicación común de GD	Nivel de desarrollo
Ecuador	Hidroeléctrica (>80%)		Zonas urbanas y rurales aisladas	Inicial
Brasil	Hidroeléctrica, solar, biomasa	Solar fotovoltaica	Residencias, comercio, industria	Avanzado
México	Gas natural (>50%), renovables (~30%)		Tejados residenciales y comerciales	Intermedio
Chile	Solar, hidro y carbón (en transición)		Autoconsumo residencial y agrícola	Consolidado

FUENTE: PV MAGAZINE.

ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.3.3. Especificaciones técnicas

En el marco del desarrollo de la generación distribuida en los países latinoamericanos, es fundamental considerar las especificaciones técnicas que regulan su implementación, abarcan aspectos clave como el año de emisión de la normativa, el esquema de generación permitido, en la tabla 9 se detallan estos elementos para cada país analizado.

Tabla 9*Comparativa en la matriz energética de cada país.*

País	Año de la normativa	Esquema de generación	Tipo de medición
Ecuador	2023	Local, remota, múltiple (local, remota)	Medidor bidireccional
Brasil	2022	Propia, comunitaria, condominio y remota	Medidor bidireccional o dos unidireccionales
México	2017	Conexión local (residencial)	Medidor bidireccional
Chile	2018	Comunidad y remota	Medidor bidireccional

FUENTE: CAPEVLAC.**ELABORADO:** AUTOR, (2025).**4.3.4. Inclusión social**

La inclusión social en la generación distribuida ha sido abordada de manera diversa en los países analizados en Brasil se destaca por implementar programas como Luz para Todos y políticas específicas que promueven el acceso a la energía renovable en comunidades rurales y de bajos ingresos, facilitando la democratización del acceso a la generación distribuida.

México, por su parte, ha impulsado iniciativas para integrar a comunidades indígenas y zonas marginadas, aunque enfrenta desafíos regulatorios y de financiamiento que limitan su alcance, pero a diferencia de los demás Chile ha desarrollado mecanismos de participación ciudadana y subsidios que permiten a hogares vulnerables acceder a tecnologías fotovoltaicas, promoviendo una transición energética más equitativa.

En cambio, Ecuador se encuentra en una etapa más incipiente, con esfuerzos aún limitados en materia de inclusión social, aunque algunos proyectos piloto muestran potencial para ampliarse. Esta comparación evidencia que, si bien el avance técnico es importante, incorporar criterios de equidad y acceso universal es clave para el desarrollo sostenible de la generación distribuida en la región.

4.3.5. Incentivos

En la tabla 10 se presentan de manera general los principales incentivos que ofrecen algunos países de América Latina para fomentar la generación distribuida, estos incentivos incluyen medidas administrativas, fiscales y financieras que facilitan la adopción de tecnologías renovables a pequeña escala.

Además, se destaca que en estos países el modelo de compensación funciona bajo un esquema de facturación neta, lo que permite a los usuarios recibir beneficios económicos al inyectar sus excedentes de energía a la red, incentivando aún más la inversión en sistemas de generación distribuida, como los paneles solares.

Tabla 10

Comparativa en la matriz energética de cada país.

País	Administrativos	Fiscales	Financieros
Ecuador	Conexión simplificada y marco claro	Exención de aranceles, IVA 0%, depreciación 100%	—
Brasil	—	Reducción de ICMS, IR e ITR	Programas de eficiencia, BNDES, energías renovables
Chile	Simplificación de trámites	—	Casa Solar, fondos energéticos y regionales
México	Trámites simplificados	Deducción acelerada, exención de IVA	FIDE, NAFIN, BANOBRAS, fondos SENER–CONACYT

FUENTE: CAPEVLAC.

ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.3.6. Factibilidad de conexión y retorno de inversión

La factibilidad de conexión para sistemas de generación distribuida depende principalmente de la capacidad técnica de la red de distribución, el cumplimiento de normas técnicas locales, y la disponibilidad de infraestructura adecuada para la medición bidireccional.

En países como Brasil y México, existen procedimientos estandarizados y plataformas digitales que agilizan el proceso de conexión, mientras que en Ecuador y Chile aún se identifican trámites más prolongados o con requerimientos adicionales.

En cuanto al retorno de inversión (ROI), este varía considerablemente según el país, el tipo de tecnología utilizada (fotovoltaica, eólica, etc.) y los incentivos existentes, es decir en Brasil y Chile, el ROI puede alcanzarse en un período de entre 4 a 7 años, gracias a esquemas favorables de compensación de excedentes y reducción de tarifas.

En Ecuador, si bien el potencial solar es alto, la falta de incentivos directos retrasa el tiempo de retorno, situándolo entre 8 a 10 años en promedio. México, por su parte, ha mostrado escenarios mixtos, con ROI competitivo en ciertas regiones dependiendo del costo de la energía y la irradiación solar.

4.3.7. Fortalezas y debilidades

La generación distribuida presenta diversas fortalezas, como la diversificación de la matriz energética, no obstante, también enfrenta debilidades importantes, entre ellas la falta de incentivos económicos, estos aspectos se resumen en la tabla 11.

Tabla 11

Comparativa en la matriz energética de cada país.

Fortalezas	Debilidades
Diversificación energética	Bajos incentivos económicos en algunos países
Empoderamiento del usuario como prosumidor	Desigualdad regulatoria entre países
Reducción de pérdidas técnicas	Restricciones técnicas en redes rurales o débiles
Potencial de ahorro económico a largo plazo	Costos iniciales elevados para la instalación de sistemas

FUENTE: AMERICA ENERGY

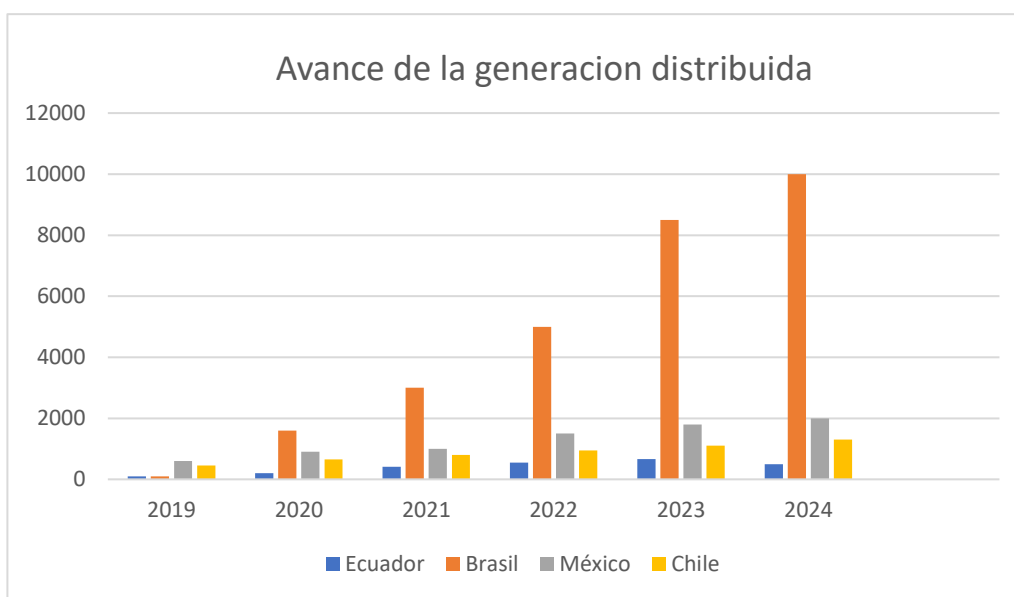
ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.3.8. Avance de la generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile

El crecimiento de la generación distribuida en Ecuador, Brasil, México y Chile entre 2019 y 2024, en la figura 15 se visualiza la una posición de liderazgo de cada país, además analizar el impacto de las políticas energéticas aplicadas en cada país y su efectividad en la expansión.

Figura 15.

Avance de la generación distribuida.



Nota. En la figura se demuestra los avances en generación distribuida de cada país. Esta representación es obra de Erick Córdova Hembra, 2025.

Cada país ha avanzado en diferentes aspectos del marco normativo para generación distribuida, persisten desafíos comunes como la modernización de redes eléctricas, el fortalecimiento del almacenamiento energético, la simplificación administrativa y una mayor inversión en educación técnica e innovación tecnológica. Mientras que Brasil y Chile lideran en varios indicadores clave gracias a sus normativas modernas e incentivos económicos claros, Ecuador y México deben enfocarse en superar barreras técnicas, burocráticas y educativas para aprovechar plenamente el potencial de las energías renovables distribuidas.

4.4. Recomendaciones específicas

4.4.1. Marco regulatorio: hacia una normativa clara, estable y moderna

- **Simplificación del Proceso de Interconexión:** Se sugiere simplificar el procedimiento de interconexión de los sistemas de GD, esto incluye la creación de un proceso único y digitalizado, con plazos máximos y formularios estandarizados para facilitar la conexión de los sistemas de generación renovable.
- **Inclusión de Nuevas Figuras Legales:** Autoconsumo Colectivo y Comunidades Energéticas esta debe permitir figuras innovadoras como el autoconsumo colectivo, donde varios usuarios pueden compartir una misma planta de generación, y las comunidades energéticas, que permiten a los ciudadanos y pequeñas empresas gestionar su propia producción y consumo de energía.

4.4.2. Incentivos económicos y financieros: fomentar la inversión y participación ciudadana.

- **Creación de mecanismos de financiamiento accesibles y específicos:** El acceso a financiamiento es una barrera importante para muchos ciudadanos y empresas, se recomienda la creación de líneas de crédito verdes con tasas preferenciales, así como la implementación de fondos rotatorios o garantías de crédito para proyectos de generación distribuida.
- **Modernización del esquema de compensación energética:** El esquema de compensación debe ser revisado y modernizado para garantizar que los prosumidores reciban un pago justo por la energía que inyectan a la red. Esto puede incluir la implementación de sistemas como el net metering, que permiten una compensación más equitativa y flexible.

4.4.3. Fortalecimiento técnico y tecnológico: garantizar calidad, seguridad y eficiencia

- **Actualización y armonización de los códigos técnicos de interconexión:** Es necesario actualizar los códigos técnicos existentes para alinearlos con las nuevas tecnologías de generación distribuida, como las baterías y los inversores híbridos. Además, se deben

unificar los requisitos de interconexión entre las diferentes distribuidoras para garantizar la eficiencia operativa.

- **Fomento del uso obligatorio de medidores inteligentes:** Para el monitoreo en tiempo real de la energía generada y consumida, facilitando la facturación precisa y la gestión eficiente de la red.
- **Certificación Obligatoria de Técnicos e Instaladores:** Para garantizar la seguridad y calidad en las instalaciones de GD, se debe exigir que todos los instaladores sean certificados por organismos competentes, esto asegurará que las instalaciones sean realizadas conforme a los estándares técnicos y de seguridad necesarios.

4.4.4. Institucionalidad y gobernanza: fortalecer la coordinación y supervisión

- **Establecimiento de Mecanismos de Diálogo Multiactor:** Es importante establecer mesas de trabajo que incluyan a todos los actores clave (prosumidores, distribuidoras, instaladores, entidades regulatorias), estas mesas permitirán el intercambio de ideas, la resolución de conflictos y la mejora continua de las políticas públicas.
- **Descentralización de Capacidades hacia Gobiernos Locales:** permitir que los gobiernos locales sean actores activos en la promoción de la generación distribuida, estableciendo incentivos a nivel municipal o provincial y ofreciendo apoyo técnico a los ciudadanos interesados en implementar proyectos de GD.

4.4.5. Recomendaciones para promover la inclusión social en la generación distribuida en Ecuador.

- **Establecer incentivos para sectores vulnerables:** El Estado ecuatoriano debería diseñar programas de subsidios o créditos blandos que faciliten el acceso de familias de bajos recursos, comunidades rurales e indígenas a sistemas de generación distribuida, especialmente fotovoltaicos.
- **Crear un marco normativo con enfoque social:** Es necesario actualizar la normativa para incluir mecanismos que promuevan la equidad energética, asegurando que las políticas no favorezcan únicamente a consumidores con alta capacidad económica o técnica.

- **Implementar proyectos piloto en comunidades aisladas:** Se recomienda desarrollar iniciativas demostrativas en zonas rurales de la Amazonía, la Sierra y la Costa, donde el acceso al sistema eléctrico convencional es limitado o deficiente, con el objetivo de replicarlas a mayor escala.
- **Fomentar alianzas público-comunitarias:** La articulación entre gobiernos locales, empresas distribuidoras y organizaciones comunitarias puede facilitar la identificación de necesidades energéticas reales y la implementación de soluciones adaptadas al territorio.
- **Impulsar programas de formación técnica:** Capacitar a jóvenes, emprendedores y técnicos locales en instalación y mantenimiento de sistemas renovables contribuirá al desarrollo de capacidades locales, empleo verde y sostenibilidad de los proyectos.
- **Establecer un fondo de inclusión energética:** La creación de un fondo específico para financiar iniciativas de generación distribuida con enfoque social permitiría garantizar recursos permanentes destinados a cerrar la brecha de acceso energético en el país.

4.4.6. Establecimiento de tarifas de inyección atractivas

La estrategia de establecimiento de tarifas de inyección atractivas para la generación distribuida (GD) en Ecuador busca incentivar la adopción de energías renovables y mejorar la rentabilidad de los proyectos de autogeneración.

Actualmente, la falta de un esquema de tarifas competitivo y estable limita la expansión de la GD, desmotivando a los consumidores a invertir en sistemas solares, eólicos y otras fuentes descentralizadas, se propone la implementación de un esquema de tarifas diferenciadas y dinámicas, basado en la hora de inyección y la demanda del sistema eléctrico, garantizando precios más competitivos para los generadores distribuidos.

4.4.7. Estrategias Técnicas y de Infraestructura

La tabla 22 presenta las estrategias técnicas y de infraestructura destinadas a mejorar el sistema eléctrico en Ecuador y facilitar la adopción de la generación distribuida (GD), estas estrategias incluyen la mejora de la infraestructura de redes, la integración de almacenamiento energético y el desarrollo de microrredes inteligentes.

Tabla 12*Estrategias técnicas y de infraestructura*

Estrategia	Descripción	Beneficios
Mejora en infraestructura de redes	Modernización de la red eléctrica con redes inteligentes (Smart grids) y sistemas de control automatizados.	Mejora la estabilidad del sistema, optimiza el uso de la capacidad instalada, reduce pérdidas y facilita la integración de energías renovables.
Integración de almacenamiento energético	Implementación de sistemas de almacenamiento a nivel residencial, comercial e industrial para optimizar la gestión de energía renovable.	Aumenta la estabilidad del sistema eléctrico, reduce dependencia de fuentes fósiles y mejora la resiliencia ante fluctuaciones de energía.
Desarrollo de microrredes	Creación de microrredes inteligentes interconectadas con energías renovables, especialmente en zonas aisladas y rurales.	Mejora la seguridad del suministro, reduce pérdidas, permite electrificación en comunidades remotas y promueve la descentralización.

FUENTE: Regulación Nro. ARCERNNR-008/23, Ley N.º 14300/2022, Ley de transición energética, Ley 19940, Ley 20698, Ley 20571

ELABORADO: AUTOR, (2025).

4.5. Discusión de los resultados

4.5.1. Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 de generación distribuida en Ecuador

La Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 representa un avance significativo en el marco normativo ecuatoriano al establecer directrices específicas para la implementación de sistemas de generación distribuida (GD). Este reglamento busca promover el uso de fuentes renovables no convencionales, reducir la dependencia de combustibles fósiles y garantizar la sostenibilidad energética del país. Entre sus características principales destaca la posibilidad de instalar sistemas de hasta 2 MW para inyección a la red, además de regular aspectos técnicos y administrativos relacionados con los Sistemas de Generación Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA)[4].

Sin embargo, los resultados del análisis muestran que persisten desafíos importantes. En primer lugar, se identifican barreras administrativas debido a procesos burocráticos complejos que dificultan la adopción masiva de estos sistemas. En segundo lugar, los

incentivos económicos son limitados, lo que desalienta a pequeños generadores interesados en adoptar tecnologías renovables. Estas limitaciones coinciden con lo señalado por estudios previos, como el análisis realizado [58], quienes concluyen que el marco regulatorio ecuatoriano requiere reformas legales y políticas más claras para fomentar una mayor participación de las energías renovables en la matriz energética del país.

Investigaciones técnicas sobre esquemas como el Net Metering en Ecuador destacan que, aunque el país ha avanzado en la regulación técnica, aún enfrenta retos relacionados con el dimensionamiento de los sistemas y las limitaciones económicas para su implementación. Estas barreras podrían superarse mediante incentivos fiscales o subsidios a la inversión inicial, como se ha observado en otros países[59].

En comparación con otras naciones latinoamericanas, Ecuador está rezagado en términos de incentivos financieros y simplificación administrativa. Por ejemplo, Brasil ha implementado mecanismos como subsidios específicos y líneas de crédito accesibles para fomentar la GD. Chile, por su parte, cuenta con un esquema tarifario favorable (Net Billing) que permite a los pequeños generadores obtener beneficios económicos claros por los excedentes energéticos inyectados a la red. Estas experiencias internacionales resaltan áreas clave donde Ecuador podría mejorar su marco normativo[58],[59].

La Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 establece una base sólida para el desarrollo de la generación distribuida en Ecuador, es necesario abordar las barreras administrativas y económicas existentes para garantizar su implementación efectiva. Reformas orientadas hacia incentivos financieros más atractivos y procesos regulatorios simplificados podrían acelerar la transición energética del país hacia fuentes renovables.

4.5.2. Marco normativo de la generación distribuida en Brasil, México y Chile

El análisis de los marcos normativos de generación distribuida (GD) en Brasil, México y Chile revela enfoques diversos que responden a las particularidades económicas, sociales y energéticas de cada país.

4.5.2.1. Brasil: Ley N.º 14300/2022

El marco normativo de Brasil para la generación distribuida (GD) está regulado principalmente por la Ley N.º 14300/2022, conocida como el "Marco Legal de la Micro y Mini Generación Distribuida". Esta ley consolida y amplía las disposiciones previas establecidas por la Resolución Normativa N.º 482/2012 de ANEEL, proporcionando mayor seguridad jurídica al sector. Entre los elementos clave destacan:

- **Esquema de compensación energética:** La ley permite que los excedentes energéticos generados por sistemas de micro y mini generación (principalmente fotovoltaicos) sean inyectados a la red eléctrica y compensados como créditos en las facturas eléctricas futuras. Este esquema ha sido fundamental para incentivar la adopción masiva de sistemas fotovoltaicos residenciales y comerciales[60],[61].
- **Incentivos económicos:** Se ofrecen beneficios fiscales y líneas de crédito específicas para pequeños generadores, lo que ha facilitado el acceso a tecnologías renovables. Además, el marco legal busca equilibrar los costos asociados al uso de la red eléctrica por parte de los generadores distribuidos mediante una tarifa justa[62],[63].
- **Sostenibilidad económica:** La Ley N.º 14300/2022 introduce medidas para garantizar que tanto los generadores como las distribuidoras eléctricas mantengan viabilidad económica a largo plazo, evitando distorsiones en las tarifas eléctricas generales[61],[63].

A pesar de estos avances, se han identificado desafíos relacionados con el sobredimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, lo que puede reducir los beneficios económicos a corto plazo para los consumidores y aumentar la demanda energética en lugar de promover un uso racional.

4.5.2.2. Chile: Ley 20571 (Net Billing)

Chile es considerado un referente en América Latina gracias a su Ley 20571, conocida como Net Billing, que regula la generación distribuida desde 2014. Los aspectos más destacados incluyen:

- **Compensación económica directa:** A diferencia del Net Metering, el esquema chileno permite que los excedentes energéticos inyectados a la red sean compensados económicamente mediante tarifas específicas, lo que genera un beneficio financiero directo para los pequeños generadores[66]
- **Acceso abierto a la red eléctrica:** La normativa facilita que cualquier usuario pueda conectarse a la red eléctrica sin restricciones significativas, siempre que cumpla con los requisitos técnicos establecidos.
- **Desafíos relacionados con almacenamiento energético:** Aunque Chile ha avanzado significativamente en GD, enfrenta barreras técnicas relacionadas con la falta de incentivos para incorporar tecnologías avanzadas como baterías para almacenamiento energético.

El modelo chileno demuestra cómo un esquema tarifario atractivo puede incentivar significativamente el autoconsumo energético y aumentar la participación ciudadana en el sector eléctrico., especialmente en zonas con alta variabilidad solar[66].

El marco normativo brasileño destaca por su enfoque inclusivo mediante subsidios y créditos accesibles[61]. México sobresale por su flexibilidad normativa e incentivos indirectos como los CEL; mientras que Chile lidera en esquemas tarifarios favorables que promueven el autoconsumo[66]. Estas experiencias ofrecen lecciones valiosas para Ecuador, que podría adaptar elementos como subsidios financieros (Brasil), simplificación administrativa (México) o esquemas tarifarios justos (Chile) para fortalecer su regulación ARCERNNR-008/23.

4.5.3. Comparación el marco normativo vigente de generación distribuida en Ecuador con Brasil, México y Chile

La comparación entre los marcos normativos de generación distribuida (GD) en Ecuador, Brasil, México y Chile revela diferencias significativas en cuanto a la implementación, incentivos y efectividad de las políticas públicas. A continuación, se analizan las fortalezas y debilidades de cada país en relación con Ecuador, identificando áreas clave para mejorar la regulación ecuatoriana.

4.5.3.1. Comparación de la capacidad máxima permitida

Ecuador permite una capacidad máxima de 2 MW para sistemas de generación distribuida que inyectan energía a la red, lo cual es competitivo frente a Chile (300 kW) pero limitado en comparación con Brasil (5 MW). Este límite restringe el impacto potencial de la generación distribuida en el país, especialmente para proyectos industriales o comerciales a gran escala. Según un análisis publicado por IRENA[67], los países con límites más altos tienden a atraer mayores inversiones en generación distribuida debido a una mayor flexibilidad para proyectos de mayor escala. Por lo tanto, elevar este límite podría fomentar una adopción más amplia y significativa en Ecuador.

4.5.3.2. Incentivos económicos y fiscales

Brasil lidera en incentivos económicos mediante subsidios, líneas de crédito accesibles y exenciones fiscales para tecnologías renovables, mientras que Chile utiliza el modelo Net Billing para compensar económicamente a los pequeños generadores por su excedente energético. En contraste, Ecuador carece de incentivos económicos robustos, lo que limita la adopción masiva de generación distribuida. Estudios como los realizados por CEPAL[68], destacan que la implementación de incentivos fiscales claros es clave para superar barreras económicas iniciales y fomentar la inversión en energías renovables.

4.5.3.3. Infraestructura y modernización de redes

Un desafío recurrente identificado es la capacidad limitada de las redes eléctricas en Ecuador para integrar sistemas distribuidos. Mientras Brasil y Chile han avanzado significativamente en la implementación de redes inteligentes y microrredes, Ecuador enfrenta limitaciones técnicas similares a las observadas en México. Según UNEP[69], la modernización de infraestructura eléctrica es esencial para garantizar una integración eficiente y segura de sistemas distribuidos, especialmente en áreas con alta penetración de generación renovable.

4.5.3.4. Procesos administrativos

En términos administrativos, Ecuador presenta procesos burocráticos prolongados para la interconexión de sistemas SGDA (Sistemas de Generación Distribuida para Autoabastecimiento). Esto contrasta con Brasil y Chile, donde se han digitalizado y

simplificado los trámites regulatorios. Estudios como el informe "Transición Energética en América Latina"[68], subrayan que la simplificación administrativa acelera la adopción tecnológica al reducir costos indirectos asociados al tiempo y complejidad del cumplimiento normativo.

4.5.3.5. Educación y concienciación pública

La falta de programas educativos y campañas públicas sobre los beneficios técnicos, económicos y ambientales de la generación distribuida en Ecuador. En Brasil y Chile, las campañas educativas han sido un componente clave para aumentar la aceptación social y técnica del modelo. Según IRENA[67], estas iniciativas no solo fomentan el autoconsumo energético, sino que también empoderan a los ciudadanos como actores activos del sistema energético.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La Regulación Nro. ARCERNNR-008/23 constituye un avance significativo al establecer un marco normativo claro y estructurado para la generación distribuida en Ecuador. Este instrumento legal define con precisión los requisitos técnicos, administrativos y operativos para los sistemas de autoabastecimiento. No obstante, persisten limitaciones importantes como la ausencia de incentivos económicos y financieros específicos. Además, los procesos administrativos siguen siendo complejos y burocráticos. Estas barreras limitan el interés y la participación de potenciales inversionistas en el sector.
- El análisis comparativo con los marcos normativos de Brasil, México y Chile evidenció importantes diferencias en los enfoques regulatorios. Brasil se posiciona como un referente al ofrecer incentivos fiscales, mecanismos de compensación energética y facilidades de financiamiento que han impulsado la adopción masiva de generación distribuida. Chile también presenta un modelo eficiente, basado en net metering y procesos digitalizados. En contraste, México y Ecuador comparten dificultades similares en cuanto a burocracia y limitaciones técnicas en infraestructura.
- El marco normativo ecuatoriano presenta como fortaleza principal una definición técnica detallada y bien estructurada para la implementación de sistemas de generación distribuida. Sin embargo, entre sus debilidades se destacan la falta de incentivos económicos específicos, como subsidios o exenciones fiscales, y la existencia de procedimientos administrativos extensos y poco ágiles. Asimismo, se identificó una infraestructura eléctrica insuficiente para soportar una integración masiva de energías renovables, lo cual representa un obstáculo adicional para el desarrollo del sector.
- A partir del análisis realizado, se recomienda al Estado ecuatoriano la implementación de incentivos económicos concretos que incluyan subsidios iniciales, beneficios fiscales y acceso a financiamiento preferencial. También se

propone la simplificación y digitalización de los trámites administrativos vinculados a la conexión e instalación de sistemas renovables distribuidos. Asimismo, se plantea la necesidad de modernizar la infraestructura eléctrica mediante inversiones en redes inteligentes y almacenamiento energético. Estas acciones permitirían dinamizar la generación distribuida y avanzar hacia una matriz energética más sostenible.

5.2.Recomendaciones

- Mantener la flexibilización de la regulación actual, así como su constante actualización y ajuste hacia el desarrollo del mercado de Ecuador, ya que permite que el consumidor final conozca de forma clara las normas y reglas del mercado eléctrico y con ello incentivarlo a involucrarse participativamente en esta modalidad de generación eléctrica.
- Simplificar y agilizar los procesos administrativos relacionados con la instalación e interconexión de sistemas de generación distribuida. Para ello, se recomienda implementar plataformas digitales centralizadas que permitan realizar trámites administrativos en línea, reduciendo tiempos y costos asociados a la obtención de permisos y certificaciones técnicas.
- Modernizar la infraestructura eléctrica nacional mediante inversiones estratégicas en redes inteligentes (Smart grids) y sistemas complementarios como almacenamiento energético mediante baterías. La implementación de estas tecnologías permitirá gestionar adecuadamente la variabilidad a las energías renovables no convencionales, garantizando estabilidad, seguridad operativa y eficiencia en la distribución eléctrica.
- Promover incentivos económicos adicionales que reduzcan los costos iniciales asociados a la adquisición e instalación de sistemas fotovoltaicos distribuidos. Entre estos incentivos deben incluirse exenciones arancelarias para importar equipos solares fotovoltaicos, créditos preferenciales con tasas reducidas para usuarios residenciales y comerciales, así como beneficios tributarios específicos para empresas que inviertan en generación distribuida renovable.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- [1] L. Hernán and Á. Játiva, “Situación y perspectivas de las Energías Renovables y de las medidas de Eficiencia Energética en la República del Ecuador,” Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2022.
- [2] Geovanna Paulina Reinoso Recalde, “Obstáculos a la transición energética en Ecuador: El caso de la generación eléctrica a partir de fuentes fotovoltaicas,” Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2023. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9311/1/T4076-MCCSD-Reinoso-Obstaculos.pdf>
- [3] W. Almeida and D. De Operaciones, “GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN ECUADOR,” vol. 2, p. 5, 2006. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/306/294>
- [4] Edison Walter Intriago Ponce, “Regulación Nro. ARCERNNR-008/23,” Nov. 07, 2023 [Online]. Available: www.controlrecursosyenergia.gob.ec
- [5] D. D. M. A. N. N. A. T. M. C. M. H. M. López Soto, “Avances en el diseño de políticas y marcos regulatorios para las energías renovables en América Latina y el Caribe para la generación distribuida y a escala de la red de distribución eléctrica,” <https://publications.iadb.org/en/advancing-policy-design-and-regulatory-framework-renewable-energies-latin-america-and-caribbean>. Accessed: Dec. 17, 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.18235/0002083>
- [6] Erick Hernández Gallego Luis Jorge Akle Arronte, “Actualizaciones en materia Energética en Latinoamérica Octubre - Diciembre 2023 | Insights | Greenberg Traurig LLP.” Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: https://www.gtlaw.com/en/insights/2024/01/alerta-gt_actualizaciones-en-materia-energetica-en-latinoamerica-octubre-diciembre-2023-vf

- [7] David Mateo Mogrovejo Narváez, “BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADOS A LA RED EN ECUADOR,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Ecuador, 2024. Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29238/1/UPS-CT011825.pdf>
- [8] D. F. G. Pinargote, G. J. B. Sornoza, A. V. Pérez, and M. R. Gámez, “La generación distribuida y su regulación en el ecuador / The distributed generation and its regulation in ecuador,” *Brazilian Journal of Business*, vol. 3, no. 3, p. 14, Jul. 2021, doi: 10.34140/bjbv3n3-001.
- [9] E. Fernando Durán, “La Generación Distribuida: Retos frente al Marco Legal del Mercado Eléctrico Ecuatoriano,” *revistaenergia*, vol. 10, p. 15, Jan. 2014. Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/95>
- [10] Ministerio de Energía y Minas, “ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES.” Accessed: Dec. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
- [11] H. R. Guillén Navarrete and A. Alonzo García, “Análisis del marco legal de la generación distribuida en América Latina y Nicaragua, para la incorporación de aparatos de medición inteligente,” *Nexo Revista Científica*, vol. 33, no. 01, pp. 51–68, Jul. 2020, doi: 10.5377/nexo.v33i01.10045.
- [12] G. Pepermans, J. Driesen, D. Haeseldonckx, R. Belmans, and W. D’haeseleer, “Distributed generation: definition, benefits and issues,” *Energy Policy*, vol. 33, no. 6, pp. 787–798, 2005, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.004>.
- [13] CIGRE. W. G. 37.23 and I. C. on L. H. V. E. S. S. C. P. S. P. and D. W. Group, *Impact of Increasing Contribution of Dispersed Generation on the Power System*. in Brochures thématiques: International Conference on Large High Voltage Electric Systems. CIGRE, 1999. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=oxafoAEACAAJ>

- [14] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Distributed Generation in Liberalised Electricity Markets*. Paris, 2002. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: https://www.oecd.org/en/publications/distributed-generation-in-liberalised-electricity-markets_9789264175976-en.html
- [15] J. A. P. Lopes, N. Hatziargyriou, J. Mutale, P. Djapic, and N. Jenkins, “Integrating distributed generation into electric power systems: A review of drivers, challenges and opportunities,” *Electric Power Systems Research*, vol. 77, no. 9, pp. 1189–1203, Jul. 2007, doi: 10.1016/j.epsr.2006.08.016.
- [16] BRYAN JAVIER ZAMBRANO RENDON, “Análisis de un sistema de generación distribuida para la reducción de pérdidas técnicas en un sistema de 14 barras,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Ecuador, 2024. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28878/1/UPS-GT005628.pdf>
- [17] O. Perpiñán Lamigueiro, *Energía Solar Fotovoltaica*. España, 2013. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica
- [18] Nwankwo Charles Uzongdu and Dominic Dummene Lele, “Comprehensive analysis of advancements in wind turbine design and offshore wind energy integration: Technological innovations, economic viability, and environmental impacts,” *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, vol. 6, no. 8, pp. 1538–1556, Aug. 2024, doi: 10.51594/ijarss.v6i8.1369.
- [19] XAVIER LEONARDO CRIOLLO CABRERA CRISTIAN LAUTARO QUEZADA DAMIAN, “Diseño de una Mini Central de Energía Hidroeléctrica en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Cuenca,” Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, 2011. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1096/13/UPS-CT002113.pdf>

- [20] Cerdá Emilio, “Energía obtenida a partir de biomasa biomasa*,” vol. 1, España, p. 24, Jun. 12, 2012. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/6036/6036>
- [21] Diego Fabricio Romo Legña, “MODELIZACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA BASADA EN BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Quito, 2015. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8213/1/UPS-KT00942.pdf>
- [22] Varón López Rafael Ernesto, “CONTEXTUALIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS DE COGENERACIÓN Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA,” Colombia, 2020. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10882/9998>
- [23] Heras Isidoro Segura, “Evaluación del impacto de la generación distribuida en sistemas de distribución primaria de energía eléctrica,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2005. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:161756271>
- [24] A. N. Martínez and A. M. Porcelli, “Análisis del marco legislativo argentino sobre el régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red pública,” *Lexsocial*, vol. 8, 2018. Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: https://upo.es/revistas/index.php/lex_social/article/view/3490
- [25] J. L. García-Saldarriaga and M. Rodríguez-Gámez, “La generación distribuida con fuentes renovables de energía en la parroquia Portoviejo - Ecuador,” *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, vol. 3, p. 11, 2022, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:254401664>
- [26] S. Kakran and S. Chanana, “Smart operations of smart grids integrated with distributed generation: A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81, pp. 524–535, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.07.045.

- [27] E. Ramos, “La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación,” *Forseti: Revista de Derecho*, vol. 8, no. 11, pp. 7–35, 2020, doi: 10.21678/forseti.v8i11.1255.
- [28] L. F. Grisales Noreña, B. J. Restrepo Cuestas, and F. E. Jaramillo Ramirez, “Ubicación y dimensionamiento de generación distribuida: Una revisión,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 27, no. 2, pp. 157–176, Aug. 2017, doi: 10.18359/rcin.2344.
- [29] JORGE EDUARDO JÁTIVA SIERRA, “IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN LA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Ecuador, 2020. Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19169>
- [30] T. Bin Nadeem, M. Siddiqui, M. Khalid, and M. Asif, “Distributed energy systems: A review of classification, technologies, applications, and policies,” *Energy Strategy Reviews*, vol. 48, p. 101096, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.esr.2023.101096.
- [31] Ramos Eduardo, “La generación distribuida: El camino hacia la producción descentralizada de electricidad y pautas para su reglamentación,” *FORSETI*, vol. 8, Lima, p. 29, 2020. Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: <https://revistas.up.edu.pe/index.php/forseti/article/view/1255/1443>
- [32] Enlight, “Net metering y net billing: Esquemas de interconexión en México.” Accessed: Dec. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.enlight.mx/blog/conoce-los-esquemas-de-interconexion-que-existen-en-mexico>
- [33] EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, “Resoluciones. ARCERNNR-031/2023,” Nov. 2023.
- [34] U. Nations, “Energías renovables: Energías para un futuro más seguro,” *United Nations*, Aug. 2024.

- [35] “LEY ORGÁNICA DE COMPETITIVIDAD ENERGÉTICA,” 2024.
- [36] L. F. C. H. José Joaquín Amagua Pachacama, “Análisis comparativo de las energías renovables en la provincia de Pichincha - Ecuador y su impacto en el medio ambiente,” *Revista Cuatrimestral “Conecta Libertad*, vol. 8, no. ISSN2661-6904, pp. 168–180, Sep. 2024.
- [37] Marcelo Leonardo Cárdenas Sánchez, “DETERMINACIÓN DE LOS SEGMENTOS DE MERCADO PARA LA INVERSIÓN EN PROYECTOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y AUTOABASTECIMIENTO BAJO EL MARCO NORMATIVO ARCERNR 013/2021,” *Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador*, 2022.
- [38] D. Ferraz Oliveira, T. Caetano Barbosa Vieira, and C. Maria da Silva Bezerra, “Los impactos de la Ley 14.300/2022 para el Consumidor/Generador: un análisis de la nueva norma,” *Revista Latino-americana*, p. 15, 2023, Accessed: Mar. 04, 2025. [Online]. Available: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rllaac_sustentabilidade/article/view/4778/4709
- [39] CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, “Estrategia De Transición Para Promover El Uso De Tecnologías y Combustibles Mas Limpios,” México, Dec. 2015. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Ley+de+transici%C3%B3n+energ%C3%A9tica+mexico&btnG=&oq=Ley+de+transici%C3%B3n+energ%C3%A9tica+me
- [40] CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, “LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA,” Mexico, Jul. 2014. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://interconexion.cfe.mx/marcoregulatorio/Leyes/Ley%20de%20la%20Industria%20Electrica.pdf>

- [41] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, “Ley 19940,” Chile, Mar. 2004. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=222380>
- [42] R. Á. Z. L. B. SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, “Diario Oficial de la República de Chile,” Chile, Mar. 2012. [Online]. Available: www.diarioficial.cl
- [43] Giovanni Mauricio Cataña Díaz, “Estudio comparativo de la normativa a nivel regional, incluyendo aspectos técnicos, económicos y comerciales, con énfasis en los clientes residenciales en Ecuador.,” *Escuela Politécnica Nacional*, Feb. 2024.
- [44] “Marco Normativo Para La Participación De La Generación Distribuida,” *ARCONEL*, 2019.
- [45] ARCERNNR, “Marco normativo de la generación distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica,” 2021.
- [46] D. A. M. Echeverria, F. P. M. Alarcón, E. E. C. Altamirano, and F. J. I. Usca, “La protección de datos personales en Ecuador: evolución legislativa y comparación con modelos regionales en Sudamérica,” *Perspectivas Sociales y Administrativas*, p. 10, Dec. 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:274799042>
- [47] M. P. C. Ignacio Romero, “Generación Distribuida Solar Fotovoltaica en América Latina y el Caribe,” *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)*, Jul. 2022.
- [48] A. Podestá, “Políticas de atracción de inversiones para el financiamiento de la energía limpia en América Latina,” *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, pp. 27–63, 2022.
- [49] A. Dabi. Agencia Internacional de Energías Renovables, “Hoja de ruta de energías renovables para Centroamérica: hacia una transición energética regional (IRENA),” *ISBN: 978-92-9260-440-0*, 2022.

- [50] Salazar Pérez Gabriel Sebastián, “Análisis técnico y económico de la implementación del Net Metering para diferentes tipos de consumidores de electricidad en el Ecuador. ,” *Escuela Politécnica Nacional*, Mar. 2020.
- [51] CEPAL, “Hacia una planificación sostenible para una transición energética justa en América Latina y el Caribe: Análisis de mejores prácticas en países seleccionados,” 2021.
- [52] J. C. , J. J. P. , & M. D. Gómez Sabaini, “El impacto fiscal de la explotación de los recursos naturales no renovables en los países de América Latina y el Caribe,” 2015.
- [53] F. M. M. Gustavo Petro Urrego, “DIAGNÓSTICO BASE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA,” *minenergía, Colombia* .
- [54] Andrés Felipe Castellanos Toro, “Impacto de la regulación de energía eléctrica en Generación Distribuida en países de América Latina Y el Caribe,” *Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá-Colombia* , 2018.
- [55] L. Merino, “Energías Renovables. ,” 2015.
- [56] Z. Xin-gang, Z. Ze-qi, X. Yi-min, and M. Jin, “Economic-environmental dispatch of microgrid based on improved quantum particle swarm optimization,” *Energy*, vol. 195, p. 117014, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.energy.2020.117014.
- [57] Daniela Francesca Briones Soto; Daniel Germánico Orbe Játiva, “Generación Eléctrica: Los nuevos retos de la generación hidroeléctrica, alternativas para su desarrollo en Ecuador,” *Departamento de Energía Eléctrica Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador*, 2024.
- [58] D. F. G. Pinargote, G. J. B. Sornoza, A. V. Pérez, and M. R. Gámez, “La generación distribuida y su regulación en el ecuador / The distributed generation and its regulation in ecuador,” *Brazilian Journal of Business*, 2021, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:237768035>

- [59] Briceño Luis Gabriel Mosquera and Guasumba Oswaldo Alberto Toaquiza, “Estudio técnico, económico y financiero para la implementación del sistema Net Metering en Ecuador,” Aug. 2017. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:165363369>
- [60] S. A. Cupertino, F. Tomé, and H. K. de Medeiros Costa, “El marco legal de la microgeneración e minugeneración distribuida: consideraciones sobre la Ley n° 14.300/2022,” *Rev Inf Legis*, Dec. 2023, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:275557768>
- [61] V. R. do Amaral, P. L. Büttenbender, and N. J. Thesing, “Nuevo marco legal para la generación distribuida de energía eléctrica en Brasil: una aproximación a los principales cambios,” *Informe GEPEC*, Feb. 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268000945>
- [62] P. R. A. Romero, “MARCO JURÍDICO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA LEY 14.300 DE 6 DE ENERO DE 2022,” *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, Dec. 2023, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:265682350>
- [63] M. Galdino, C. M. Ribeiro, and F. E. da Silva Pirovani, “EFECTOS DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO Y DEL NUEVO MARCO JURÍDICO EN LA ECONOMÍA DE LA MICROGENERACIÓN DISTRIBUIDA SFCR EN BRASIL,” *Revista Brasileira de Energia Solar*, vol. 14, p. 10, Nov. 2023, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:265416530>
- [64] A. Y. Aznar, O. Zinaman, and J. McCall, “Informando la Política de Generación Distribuida de México con Análisis del Modelo para Asesoría de Sistemas (SAM),” *mexico*, Jun. 2018, p. 6. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:189309199>
- [65] E. R. S. García, R. L. P. E. F. González, and J. M. F. Morales, “Mapa de ruta y estrategia alterna de transición energética para el Sector Eléctrico Nacional. La importancia de la generación distribuida a nivel regional,” *Revista Universitaria*

- Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, vol. 8, p. 18, 2017, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:261167868>
- [66] L. Cisterna, L. Améstica, and M. B. Piderit, “Proyectos Fotovoltaicos en Generación Distribuida ¿Rentabilidad Privada o Sustentabilidad Ambiental?,” vol. 45, p. 2, May 2020, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:219411784>
- [67] I. Renewable Energy Agency, *ESTADÍSTICAS DE CAPACIDAD RENOVABLE 2022*. 2022. [Online]. Available: www.irena.org
- [68] UNEP, “Informe anual 2022,” Feb. 2022. Accessed: Mar. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.unep.org/es/resources/informe-anual-2022>
- [69] CEPAL, “TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE S,” Nov. 2022. Accessed: Mar. 07, 2025. [Online]. Available: https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/transicion_energetica_ponencia_universidad_ecuador.pdf

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1

Tabla Comparativa del Marco Normativo de Generación Distribuida entre Ecuador, Brasil, México y Chile.

Aspecto	Ecuador	Brasil	México	Chile
Normativa Principal	Regulación ARCERNNR-008/23	Ley n° 14300/2022	Ley de Transición Energética	Ley 19.940, Ley 20.698, Ley 20.571
Acceso a la Red	Regulación permite acceso con ciertos requisitos	Acceso garantizado mediante compensación de energía eléctrica (SCEE)	Acceso permitido, pero con procesos burocráticos	Acceso abierto y regulado bajo Net Billing
Incentivos Económicos	Pocos incentivos fiscales y financiamiento limitado	Subsidios, líneas de crédito y exención de impuestos para tecnologías renovables	Beneficios fiscales limitados y tarifas subsidiadas para electricidad convencional	Net Billing con compensaciones económicas y tarifas diferenciadas
Burocracia y Trámites	Procesos de interconexión largos y engorrosos	Simplificación de trámites con digitalización	Procesos administrativos complejos y prolongados	Trámites más ágiles y digitalizados

Almacenamiento de Energía	No existen regulaciones claras ni incentivos para almacenamiento	Desarrollo de almacenamiento energético en crecimiento	Incentivos limitados para almacenamiento	Regulación en proceso de adaptación para integrar almacenamiento
Capacidad de la Red	Infraestructura limitada para integrar SGDA	Inversión en redes inteligentes y desarrollo de microrredes	Falta modernización de la red y redes inteligentes	Red moderna, pero con necesidad de optimización
Educación y Concienciación	Poca información y programas de concienciación	Campañas de sensibilización y capacitación	Falta de capacitación técnica y de información a consumidores	Programas de concienciación y educación en energías renovables
Modelo Tarifario	Tarifa regulada sin grandes incentivos	Compensación bajo el modelo de créditos energéticos	Tarifas de interconexión no claras	Net Billing con compensación económica ajustable
Sostenibilidad	Integración de renovables con poca regulación ambiental	Apoyo a renovables, pero sin políticas claras de reciclaje	Enfoque en energías limpias, pero sin incentivos fuertes	Políticas claras para la inclusión de ERNC en la matriz energética
Desarrollo Tecnológico	Falta de incentivos para innovación	Programas para investigación en energía distribuida	Falta de desarrollo de tecnologías inteligentes	Inversión en tecnologías avanzadas y redes inteligentes

Autoconsumo	Regulaciones incipientes y poco apoyo a prosumidores	Fomento del autoconsumo con incentivos económicos	Escaso desarrollo del autoconsumo	Normativa avanzada con fuerte apoyo al autoconsumo
Participación Ciudadana	Poca información y difusión de beneficios	Programas de inclusión para comunidades de bajos ingresos	Falta de estrategias para involucrar a la ciudadanía	Incentivos y regulaciones claras para fomentar la participación
Fortalezas	Regulación en crecimiento, potencial de energías renovables	Ley moderna con incentivos y regulación clara	Gran potencial de energías renovables, marco regulatorio existente	Regulación avanzada, incentivos económicos y acceso equitativo a la red
Debilidades	Falta de incentivos económicos, trámites burocráticos	Falta de infraestructura en zonas rurales	Procesos de interconexión largos y costos iniciales elevados	Desafíos en almacenamiento energético y modernización de la red
Áreas de Mejora para Ecuador	Mayor acceso a financiamiento, incentivos fiscales y simplificación de trámites	Desarrollo de redes inteligentes, inclusión de almacenamiento energético	Mayor claridad en incentivos fiscales y reducción de costos iniciales	Creación de esquemas de remuneración atractivos y mejora en la infraestructura de distribución

FUENTE: Regulación N°. ARCERNNR-008/23, Ley N.º 14300/2022, Ley de transición energética, Ley 19940, Ley 20698, Ley 20571.

AUTOR: AUTOR, (2025).

Anexo 2

Regulación del Ecuador



GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

ANEXO

RESOLUCIÓN Nro. ARCERNNR-031/2023

REGULACIÓN Nro. ARCERNNR-008/23

EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

Considerando:

- Que**, el artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial Nro. 449, de 20 de octubre de 2008, dispone que: «Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la Ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución»;
- Que**, el artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador preceptúa que: «el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (...). Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas (...)»;
- Que**, el artículo 314 de la Constitución de la República del Ecuador dispone que el Estado será responsable de la provisión de servicios públicos, entre otros, el de energía eléctrica, de acuerdo con los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad;
- Que**, el artículo 413 de la Constitución de la República prescribe que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua;
- Que**, en el Tercer Suplemento del Registro Oficial Nro. 418, de 16 de enero de 2015, se promulgó la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), la cual tiene por objeto garantizar que el servicio público de energía eléctrica cumpla los principios constitucionales de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, calidad, sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia;
- Que**, el artículo 26 de la LOSPEE establece que el Ministerio Rector promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía; y, que la electricidad producida con este tipo de energías contará con condiciones preferentes establecidas mediante regulación expedida por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR);

Agencia de Regulación y Control de Energía y
Recursos Naturales No Renovables

Dirección: Avenida Naciones Unidas E7-71 y Av. De Los Shyris
Código postal: 170506 / Quito – Ecuador
Teléfono: +593-2 226 8744
www.controlrecursosyenergia.gob.ec

Regulación Nro. ARCERNNR-008/23
Sesión de Directorio de 1 de noviembre de 2023
del Ecuador



Anexo 3

Regulación de Brasil

8/5/25, 10:10 a.m.

LEY N° 14.300, DE 6 DE ENERO DE 2022 - LEY N° 14.300, DE 6 DE ENERO DE 2022 - DOU - Prensa Nacional

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN

Publicado el: 01/07/2022 | Edición: 5 | Sección: 1 | Página: 4

Cuerpo: Actos del Poder Legislativo

LEY N° 14.300, DE 6 DE ENERO DE 2022

Establece el marco legal para la microgeneración y minigeneración distribuida, el Sistema de Compensación de Energía Eléctrica (SCEE) y el Programa Social de Energías Renovables (PERS); modifica [las Leyes n° 10.848, de 15 de marzo de 2004](#) , y [9.427, de 26 de diciembre de 1996](#) ; y prevé otras medidas.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Por la presente hago saber que el Congreso Nacional decreta y sanciona la siguiente Ley:

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Arte. 1 Para los efectos y efectos de esta Ley, se adoptan las siguientes definiciones:

I - autoconsumo local: tipo de microgeneración o minigeneración distribuida eléctricamente próxima a la carga, participante del Sistema de Compensación de Energía Eléctrica (SCEE), en el que el excedente de energía eléctrica generada por una unidad de consumo propiedad de un consumidor-generador, persona física o jurídica, es compensado o abonado por la misma unidad de consumo;

II - autoconsumo remoto: modalidad caracterizada por unidades de consumo propiedad de una misma persona jurídica, incluida la sede social y la sucursal, o de una persona física propietaria de una unidad de consumo con microgeneración o minigeneración distribuida, siendo todas las unidades de consumo servidas por un mismo distribuidor;

III - consorcio de consumidores de energía eléctrica: grupo de personas físicas y/o jurídicas consumidoras de energía eléctrica, constituido para generar energía para su propio consumo, siendo todas las unidades consumidoras atendidas por una misma distribuidora;

IV - Cuenta de Desarrollo Energético (CDE): cargo sectorial establecido por [la Ley n° 10.438, de 26 de abril de 2002](#) ;

V - consumidor-generador: titular de una unidad de consumo con microgeneración o minigeneración distribuida;

VI - crédito eléctrico: excedente de energía eléctrica no compensada por una unidad consumidora participante del SCEE en el ciclo de facturación en que fue generada, que será registrada y asignada para su utilización en ciclos de facturación posteriores, o vendida al concesionario o licenciatario al cual está conectada la planta consumidora-generadora;

VII - emprendimiento con múltiples unidades consumidoras: conjunto de unidades consumidoras localizadas en una misma propiedad o en propiedades contiguas, sem separação por vias públicas, passagem aérea ou subterrânea ou por propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento, em que as instalações para atendimento das áreas de uso comum, por meio das quais se conecta a microgeração ou minigeração distribuída, constituam uma unidade consumidora distinta, com a utilização da energia elétrica de forma independente, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento;

VIII - excedente de energía eléctrica: diferença positiva entre a energia elétrica injetada e a energia elétrica consumida por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída de titularidade de consumidor-generador, apurada por posto tarifário a cada ciclo de faturamento, exceto para o caso de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras ou geração compartilhada, em que o



SECRETARÍA DE ENERGÍA

REGLAMENTO de la Ley de la Industria Eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

ENRIQUE PEÑA NIETO, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89, fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y con fundamento en los artículos 33, 34, 37, 41 y 43 Ter de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, y 3, 9, 11, 12, 35, 77, 120, 131, 158, 165, 167 y demás relativos de la Ley de la Industria Eléctrica, he tenido a bien expedir el siguiente

REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

TÍTULO PRIMERO

Disposiciones Generales

Capítulo I

Objeto y Definiciones

Artículo 1.- El presente Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones que regulan la planeación y control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, así como las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica; procurar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y de servicio universal que propicien la operación continua, eficiente y segura de la Industria Eléctrica.

La Secretaría y la CRE deberán propiciar, en el ámbito de sus atribuciones, el Desarrollo y Operación Eficiente de la Industria Eléctrica.

Los Integrantes de la Industria Eléctrica deberán observar las disposiciones que, en el ámbito de sus atribuciones, emita la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía.

Artículo 2.- Para efectos de este Reglamento, además de las definiciones previstas en el artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica, se entenderá, en singular o plural, por:

- I. Alta Tensión: La tensión de Suministro Eléctrico a niveles mayores a 35 kilovolts;
- II. Aportaciones: Los recursos, en efectivo o en especie, que el Solicitante entrega al Transportista o Distribuidor, según sea el caso, por la conexión o interconexión solicitada y beneficiarse de las obras específicas o ampliaciones o modificaciones cuando los costos por su construcción no se recuperen a través del cobro de las Tarifas Reguladas;
- III. Baja Tensión: La tensión de Suministro Eléctrico a niveles iguales o menores a un kilovolt;
- IV. Desarrollo y Operación Eficiente de la Industria Eléctrica: Aquél que permite un menor costo total para el Sistema Eléctrico Nacional, sujeto a las restricciones normativas, operativas y ambientales que impongan las autoridades competentes;
- V. Fondo: El Fondo de Servicio Universal Eléctrico;
- VI. Instituto: El Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales;
- VII. Integrantes de la Industria Eléctrica: El CENACE, los Transportistas, Distribuidores, Generadores, Comercializadores, Suministradores y Usuarios Calificados Participantes del Mercado, así como los Importadores y Exportadores;
- VIII. Ley: Ley de la Industria Eléctrica;
- IX. Media Tensión: La tensión de Suministro Eléctrico a niveles mayores a un kilovolt y menores o iguales a 35 kilovolts, y
- X. Solicitante: El Generador, Generador Exento, Usuario Final o el representante de éstos que presenta una solicitud al Transportista o Distribuidor para que ejecute una obra específica o la ampliación o modificación en las instalaciones existentes de la Red Nacional de Transmisión o las Redes Generales de Distribución para la interconexión o conexión.

La interpretación y aplicación del presente Reglamento para efectos administrativos corresponde a la Secretaría y a la CRE, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

Ley 20698

PROPICIA LA AMPLIACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA, MEDIANTE FUENTES RENOVABLES NO CONVENCIONALES

MINISTERIO DE ENERGÍA

Fecha Publicación: 22-OCT-2013 | Fecha Promulgación: 14-OCT-2013

Tipo Versión: Única De : 22-OCT-2013

Url Corta: <https://bcn.cl/33ki0>



LEY NÚM. 20.698

PROPICIA LA AMPLIACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA, MEDIANTE FUENTES RENOVABLES NO CONVENCIONALES

Teniendo presente que el H. Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente proyecto de ley iniciado en una Moción de los Honorables Senadores señor Jaime Orpis Bouchon, señoras Isabel Allende Bussi y Ximena Rincón González, y señores José Antonio Gómez Urrutia y Antonio Horvath Kiss.

Proyecto de ley:

"Artículo 1º.- Introdúcense, en el decreto con fuerza de ley N° 4, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2007, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley N° 1, del Ministerio de Minería, de 1982, que contiene la Ley General de Servicios Eléctricos, las siguientes modificaciones:

- 1) En el artículo 150 bis:
 - a) Reemplázase, en el inciso primero, el guarismo "10%" por "20%".
 - b) Agrégase, en el inciso sexto, la siguiente oración final: "Asimismo, las señaladas Direcciones de Peajes llevarán un registro público de todas las transferencias y valores de los certificados de energías renovables no convencionales emitidos por dicha Dirección."

- 2) Incorpórase el siguiente artículo 150 ter:

"Artículo 150 ter.- Para dar cumplimiento a parte de la obligación establecida en el inciso primero del artículo anterior, el Ministerio de Energía deberá efectuar licitaciones públicas anuales, para la provisión de bloques anuales de energía provenientes de medios de generación de energía renovable no convencional. Para estos efectos, el Ministerio de Energía efectuará hasta dos licitaciones por año en caso que el bloque licitado no sea cubierto en su totalidad.

Cada licitación se realizará para dar cobertura total a aquella parte de la obligación señalada en el inciso primero del artículo anterior, que no sea cubierta con la inyección de energía proveniente de proyectos de energías renovables no convencionales en operación, en construcción o bloques de energía adjudicados, al momento de iniciarse el proceso de licitación, respecto de la cuota exigible al tercer año posterior a ésta, el que será considerado para los efectos