

Manual 1 de mantenimiento en redes de distribución energizadas a medio voltaje, aplicando la economía circular.

Manual 1 Of Maintenance In Medium Voltage Energized Distribution Networks, Applying Circular Economy.

Vivar Jácome Jefferson Fernando, Ing. Ortega Ordoñez Roberto Carlos, Msc.

**INNOVACIÓN Y CONVERGENCIA:  
IMPACTO MULTIDISCIPLINAR**

Enero - Junio, V°6 - N°1; 2025

- ✓ Recibido: 18 /02/2025
- ✓ Aceptado:24/02/2025
- ✓ Publicado: 30/06/2025

**PAÍS**

- Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas
- Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas.

**INSTITUCIÓN**

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

**CORREO:**

- ✉ [jacomejefferson529@gmail.com](mailto:jacomejefferson529@gmail.com)
- ✉ [robertoortega1985@hotmail.com](mailto:robertoortega1985@hotmail.com)

**ORCID:**

- <https://orcid.org/0009-0000-2276-742X>
- <https://orcid.org/0000-0003-1121-7507>

**FORMATO DE CITA APA.**

Vivar, J. Ortega, R. (2025). Manual 1 de mantenimiento en redes de distribución energizadas a medio voltaje, aplicando la economía circular. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°1), 1522 – 1538.

**Resumen**

En el trabajo de integración curricular (TIC) se aborda la importancia de aplicar la economía circular en el mantenimiento de redes eléctricas de medio voltaje energizadas. Tradicionalmente, estas redes se han gestionado bajo un modelo lineal de "usar y desechar", lo que incrementa costos y genera un impacto ambiental considerable. En contraste, la economía circular busca optimizar la vida útil de los equipos mediante la reutilización, reacondicionamiento y reciclaje de componentes clave como transformadores, cables y aisladores. Este enfoque no solo minimiza los residuos, sino que también mejora la eficiencia operativa y reduce costos a largo plazo. El manual de trabajo de integración curricular (TIC) tiene como objetivo proponer procedimientos prácticos que integren la economía circular en el mantenimiento preventivo y correctivo de estas redes, evaluando su impacto en sostenibilidad y rendimiento económico. Además, se presenta un marco metodológico para analizar las condiciones actuales de las redes energizadas, centrándose en la recolección de datos cuantitativos que permitan medir aspectos como la reducción de residuos y el ahorro energético. En última instancia, este enfoque responde a la necesidad de adaptar las prácticas de mantenimiento a las normativas nacionales e internacionales y los objetivos de sostenibilidad dentro del Ecuador, fomentando una cultura de sostenibilidad dentro del sector eléctrico.

**Palabras Clave:** Economía circular, redes de distribución energizadas, medio voltaje, impacto ambiental, manual de procedimientos, mantenimiento.

**Abstract**

The Curricular Integration Project (CIP) addresses the importance of applying circular economy principles to the maintenance of energized medium-voltage electrical networks. Traditionally, these networks have been managed under a linear "use and dispose" model, leading to increased costs and significant environmental impact. In contrast, the circular economy seeks to optimize the lifespan of equipment through the reuse, refurbishment, and recycling of key components such as transformers, cables, and insulators. This approach not only minimizes waste but also enhances operational efficiency and reduces long-term costs. The Curricular Integration Project Manual (CIP Manual) aims to propose practical procedures that integrate circular economy strategies into the preventive and corrective maintenance of these networks, evaluating their impact on sustainability and economic performance. Additionally, it presents a methodological framework for analyzing the current conditions of energized networks, focusing on the collection of quantitative data to measure factors such as waste reduction and energy savings. Ultimately, this approach aligns maintenance practices with national and international regulations and sustainability objectives in Ecuador, fostering a culture of sustainability within the electrical sector.

**Keywords:** Circular economy, energized distribution networks, medium voltage, environmental impact, procedural manual, maintenance.

## Introducción

El mantenimiento de redes de distribución energizadas a medio voltaje, estos métodos convencionales no solo comprometen la sostenibilidad, sino que también incrementan los costos operativos debido al uso ineficiente de materiales, la necesidad constante de reemplazo de componentes y la gestión inadecuada de los residuos generados. Además, la falta de un enfoque proactivo para la recuperación y reutilización de materiales que afecta visiblemente la vida útil de los equipos además dificulta la transición eléctrica.

En tal contexto que la economía circular ha surgido como una alternativa eficaz para comprimir el desperdicio y fomentar el reciclaje de recursos durante toda la vida útil del producto. A diferencia del tipo lineal de “usar y tirar”, la economía circular ofrece reciclaje de productos y materiales son diseñados para ser reacondicionados, reciclados o reutilizados, reduciendo así la fabricación y minimizando los residuos generados de la misma. (Martínez & López, 2020)

En la red de distribución, se estudia los principios de la economía circular el cual puede tener un impacto positivo significativo al mitigar el impacto ambiente, mejorar la eficacia económica, expandir la vida útil de los equipos y optimizar los recursos materiales. (Parlamento Europeo, 2023). El principal objetivo de este manual es explorar la posibilidad de integrar la economía circular en los procedimientos de mantenimiento en la red de distribución energizadas de medio voltaje. Se buscará analizar prácticas como la reutilización y el reciclaje de componentes clave entre ellos transformadores, cables y aisladores durante las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, se evaluará el impacto de estas prácticas en la eficiencia operativa de las redes y en la reducción de costos a largo plazo, comparando los resultados con los enfoques tradicionales de mantenimiento. (Professional Education, 2025)

---

Este estudio adoptará un enfoque cuantitativo ya que se busca medir, analizar y evaluar el impacto del mantenimiento de redes de distribución energizadas a medio voltaje aplicando los principios de la economía circular. usando este método, se recopilará datos numéricos que permitirán cuantificar aspectos como la reducción de residuos, el ahorro de costos, la eficiencia operativa, y los resultados ambientales para implementar prácticas de economía circular. La investigación busca un carácter exploratorio de la investigación responde a la necesidad de investigar áreas poco desarrolladas en la literatura existente, particularmente en el uso de mantenimiento predictivo y la reutilización de componentes eléctricos en redes de distribución bajo un modelo circular.

El estudio se enfocará en CNEL EP Unidad de Negocios Santo Domingo empresa pública distribución de energía eléctrica en donde se recaudará información previamente obtenida de la evaluación preliminar de los equipos y líneas de distribución a medio voltaje con fecha del periodo II-2024 con inicio el 14 de octubre del 2024 y finalización por determinar, desarrollar el manual de procedimientos de mantenimiento en redes de distribución energizadas a medio voltaje, aplicando economía circular.

### **Materiales Y Métodos**

En la red de distribución en media voltaje definen aquellas infraestructuras eléctricas diseñadas para operar en un rango de voltaje que generalmente oscila entre los 1 kV y 36 kV, destinadas a transportar energía desde las subestaciones hasta los consumidores finales con mayor eficiencia. Estas redes son fundamentales para certificar la continuidad y calidad del suministro eléctrico, especialmente en las áreas urbanas e industriales. ( Ayala Chauvin, Manuel Ignacio, 2023)

El mantenimiento en redes de distribución energizadas es crucial para asegurar la fiabilidad y eficiencia de sistemas eléctricos en redes de medio voltaje. El mantenimiento

---

debe ser regular y seguir procedimientos adecuados para prevenir fallos que afecten el servicio, la seguridad y la infraestructura. El mantenimiento prolonga la duración de los dispositivos de la red, sino que también mejora la resiliencia del sistema ante posibles fallos, lo cual es esencial para mantener el suministro continuo de energía a las comunidades. (IEEE, 2022)

Además, las redes energizadas requieren técnicas específicas, como el mantenimiento sin desconectar la alimentación, lo que minimiza las interrupciones en el servicio y asegura la continuidad operativa. Las estrategias como el mantenimiento predictivo y preventivo han cobrado relevancia, permitiendo identificar posibles fallos antes de que ocurran, mejora la eficiencia y reduce costos de reparaciones. (IEEE, 2022).

- Cables conductores
  - Transformadores
  - Aisladores
  - Interruptores y seccionadores
  - Postes y torres
  - Normas y estándares aplicables al mantenimiento
  - Código eléctrico nacional (ARCONEL)
  - Normas sobre el entorno de trabajo
  - Aplicación de normas internacionales
  - Normas del IEEE (instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos)
  - Normas IEC (comisión electrotécnica internacional)
  - Reglamento de ARCONEL
  - Estrategias de mantenimiento para redes energizada
-

- Mantenimiento preventive
- Mantenimiento predictive
- Mantenimiento correctivo bajo condiciones energizadas
- Capacitación y seguridad
- Protocolos para trabajos energizados en ecuador
- Manipulación de equipo de protección personal (EPP)
- Capacitación en seguridad eléctrica
- Supervisión y monitoreo continuo
- Reciclaje y reutilización de componentes en redes eléctricas
- Optimización del desempeño energético
- Diseño y construcción sostenible
- Integración de la economía circular en el mantenimiento de redes energizadas
- Evaluación del ciclo de vida de componentes eléctricos
- Prácticas sostenibles en el reciclaje de materiales y gestión de residuos
- Optimización de recursos a través de la reutilización.
- Beneficios y desafíos de aplicar economía circular en el mantenimiento de redes energizadas
- Investigación y desarrollo en nuevos materiales sostenibles

El desarrollo de nuevos materiales sostenibles para las redes de distribución es importante reducir el impacto al ambiente y mejorar la durabilidad de los componentes. En Ecuador, se está invirtiendo en la investigación de materiales más eficientes y menos contaminantes, como cables con menor resistencia y transformadores diseñados para ser más eficientes energéticamente y fácilmente reciclables. Según (ARCONEL, 2023), los avances en materiales de alta tecnología también incluyen el uso de plásticos reciclables y materiales

---

compuestos más ligeros, que pueden reducir el peso y prolongar la vida útil de las piezas. Estos estudios no sólo optimizan los recursos, sino que también contribuyen al desarrollo sostenible de la industria eléctrica.

Un adecuado mantenimiento de la red eléctrica es esencial para asegurar la estabilidad, confiabilidad y eficiencia del suministro eléctrico del Ecuador. Las líneas eléctricas operan en entornos de alto riesgo, por lo que el mantenimiento preventivo continuo previene fallas, optimiza la utilización de recursos y garantiza la continuidad de los servicios eléctricos. Este tipo de mantenimiento también ayuda a reducir los costos operativos, reducir el impacto ambiental y extender la vida útil de los componentes de la infraestructura. (ARCONEL, 2023).

### **Análisis de Resultados**

#### ***Tabla general de niveles de voltaje y categoría***

En la tabla 1 están los niveles de voltaje que clasifican los voltajes eléctricos según el tipo de instalación (bajo, medio o alto voltaje), asegurando la seguridad y el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos. Se rige por normativas internacionales como la IEC 60038 y ANSI C84.1, así como por regulaciones nacionales específicas, dependiendo del país. Estas normativas buscan prevenir sobrecargas, proteger equipos y garantizar la seguridad de las personas. Todos los equipos y materiales tienen su nivel de operación; en este TIC vamos a utilizar la clase 2 y 3 de la tabla 1, que se puede identificar de color amarillo y verde, que son protecciones para trabajar en medio voltaje.

---

**Tabla**

1

Tabla general de niveles de protección de la normativa UNE-EN 60903

Clase	Voltaje alterna eficaz VEF	Voltaje continuo V	Color marcador (opcional) del	Categoría	Resistencia
00	500 V	750 V	Beige	A	Ácido
0	1000 V	1500 V	Rojo	H	Aceite
1	7500 V	11250 V	Blanco	Z	Ozono
2	17000 V	25500 V	Amarillo	R	Ácido, aceite y ozono
3	26500 V	39750 V	Verde	C	A muy bajas temperaturas
4	36000 V	54000 V	Naranja		

**Nota.** Tabla general de niveles de protección de la

normativa UNE-EN 60903 en el presente TIC trabajaremos con la clase 2. Tomada de (EPICONSTRUCCION)

**Materiales, especificaciones y normativas en medio voltaje**

En tabla 2 clasifican a los equipos, materiales según las normativas nacionales e internacionales en función del nivel de riesgo eléctrico a medio voltaje, resumido dentro de la misma cada normativa como la ANSI, ASTM tienen sus propios lineamientos a cuáles regirse según el voltaje al cual se va a maniobrar de tal manera que cada normativa tiene sus especificaciones claras como a los equipos que se rigen a la misma.

**Tabla**

2

Materiales, especificaciones y normativas en medio voltaje

Tema	Documento	Número de documento
Mantas protectoras contra arcos.	Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de una manta de protección contra arcos para riesgos de arco eléctrico.	ASTM F2676
Mantas	Especificación normalizada para mantas de goma aislantes.	ASTM D1048

Mantas - Cuidado en servicio.	Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mantas aislantes.	ASTM F479
Cobertores	Especificación normalizada para cobertores de goma aislantes.	ASTM D1049
Varas de fibra de vidrio - Herramientas de líneas vivas.	Especificación normalizada para tubos y varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) que se usen en herramientas de líneas vivas.	ASTM F711
Herramientas manuales aisladas	Especificación normalizada para herramientas manuales aisladas y aislantes.	ASTM F1505
Escaleras	Norma estadounidense nacional - Requisitos para la seguridad de la madera.	ANSI/ ASC A14.1
	Norma estadounidense nacional para escaleras - Fijas - Requisitos para la seguridad.	ANSI /ASC A14.3
	Requisitos de seguridad de la norma estadounidense nacional para escaleras de madera construidas por los empleados en el lugar de trabajo.	ANSI ASC A14.4
	Norma estadounidense nacional para escaleras - Portátiles, de plástico reforzado - Requisitos para la seguridad.	ANSI ASC A14.5
Manguera de línea	Especificación normalizada para mangueras de línea de goma aislantes.	ASTM D1050
Mangueras de línea y cubiertas — Cuidado en servicio.	Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mangueras de línea y cubiertas aislantes.	ASTM F478
Protectores de plástico	Especificaciones y métodos de prueba normalizados para equipos protectores de plástico eléctricamente aislantes para la protección de los trabajadores.	ASTM F712
Láminas	Especificaciones normalizadas para láminas de PVC aislantes. Especificaciones normalizadas para láminas aislantes de hule.	ASTM F1742 ASTM F2320
Etiquetas y señales de seguridad.	Diversas normas para etiquetas y señales de seguridad.	Serie ANSI Z535
Desempeño de los medios protectores en herramientas de líneas vivas.	Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de un medio de protección instalado en herramientas de líneas vivas o en varas para operaciones en estanterías para riesgos de arco eléctrico.	ASTM F2522

Nota: Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo 2018, NFPA 70E. Resumen de normas sobre trabajos que involucran peligros eléctricos. Toma de (JULIO NOLAZCO, 2018).

### Categorías de los Equipos de Protección Personal (EPP)

En la tabla 3 de "Categorías de los equipos de protección personal (EPP) en función de energía incidente mínima ATPV ( $\text{cal}/\text{cm}^2$ )", se detalla la cantidad mínima de energía térmica que los materiales deben resistir para certificar su capacidad de protección contra el calor que se genera cuando se produce un arco eléctrico, siguiendo normativas internacionales como NFPA 70E, OSHA e IEC 61936-1. Al cumplir la norma, garantizamos la protección adecuada para el operador en sistemas energizados.

#### Tabla

**3**

#### Categorías de los Equipos de Protección Personal (EPP)

Categoría	Categoría EPP	Energía Incidente mínima ATPV ( $\text{cal}/\text{cm}^2$ )	Descripción
1	Básico / Mínimo	4 $\text{cal}/\text{cm}^2$	Para tareas de bajo riesgo en las que la probabilidad y duración de exposición a arcos eléctricos es muy limitada.
2	Intermedio	8 $\text{cal}/\text{cm}^2$	Para actividades donde existe mayor posibilidad de exposición a arcos eléctricos, pero con condiciones controladas y tiempos de exposición reducidos.
3	Avanzado	25 $\text{cal}/\text{cm}^2$	Diseñado para trabajos en áreas de alto riesgo, en los que la exposición al arco eléctrico es más probable y con una mayor cantidad de energía incidente.
4	Máximo / Extremo	40 $\text{cal}/\text{cm}^2$	Para intervenciones en condiciones de riesgo extremo, donde se espera un incidente de energía muy alta durante un posible arco eléctrico, se requiere el mayor nivel de protección.

Nota: Categorías de los Equipos de Protección Personal (EPP) "Energía Incidente mínima ATPV ( $\text{cal}/\text{cm}^2$ )". Toma de (NFPA 70E o IEC 61482, 2024)

## Descripción general de EPP, EDT y normativas técnicas en electricidad

En la tabla 4 hace referencia a las normativas, clase y descripciones de los equipos de manera general y especificada el nivel de voltaje a trabajar. Se incluyen imágenes para facilitar la comprensión de los lectores. La normativa descrita de cada elemento es ampliamente utilizada, favoreciendo conocer sus características técnicas.

### Tabla

4

Descripción general de EPP, EDT y normativas técnicas en electricidad

N°	Descripción	Normativa	Tipo/Clase	Foto
1	Mangas dieléctricas	ASTM-D1051 EN 60984:1992	2	
2	Guantes dieléctricos	ASTM-D120/NBR1062 /NBR16295	2	
3	Sobre guantes de cuero	ASTM F696	2	
4	Zapatos dieléctricos	INEN 264	2	
5	Casco dieléctrico	ANSI Z89.1	2	
6	Capucha de protección contra arco eléctrico	ASTM F2178 y NFPA 70E y los requisitos de inflamabilidad para ASTM F1506.	2	

7	Overol contra arco eléctrico	IEC 61482-2	2	
8	Vehículo	<b>ANSI A92.2; IEC 61813</b>	2	
9	Cobertor de líneas	NFPA 70	4	
10	Cobertor para poste	ASTM D1049	4	
11	Mantas dieléctricas	ASTM-D1048/NBR10623	4	
12	Herramientas Aisladas	ASTM F1505-07 e IEC 900	2	

Nota: Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo 2018, NFPA 70E. Resumen de normas sobre trabajos que involucran peligros eléctricos con sus respectivas imágenes. Toma de (JULIO NOLAZCO, 2018)

## Conclusiones

La integración de la economía circular en el mantenimiento de redes de distribución energizadas a medio voltaje ofrece una oportunidad significativa para promover la sostenibilidad y optimizar los recursos en el sector eléctrico. Este enfoque no solo busca alargar la vida útil de los componentes, sino también minimizar el impacto ambiental mediante la reutilización y reciclaje de materiales, lo que permite a las empresas adaptarse a las exigencias normativas y reducir sus costos operativos.

A través del desarrollo de un manual de procedimientos específicos, se proporciona una guía práctica que responde a las necesidades operativas y ambientales actuales. Este trabajo de integración curricular o TIC está basado en principios de sostenibilidad y buenas prácticas, sienta las bases para un mantenimiento más eficiente y seguro, fomentando la adopción de tecnologías emergentes y estrategias de monitoreo continuo que optimizan las intervenciones preventivas y predictivas.

Finalmente, la implementación de estos principios en redes energizadas requiere superar desafíos técnicos y normativos, pero ofrece beneficios a largo plazo, como la reducción de emisiones de carbono y una mayor competitividad en el mercado energético. La transición hacia un modelo circular en este ámbito representa un paso fundamental hacia un sistema energético más resiliente y respetuoso con el medio ambiente.

---

## Agradecimientos

Agradezco de manera especial a toda mi familia por el apoyo brindado en el transcurso de toda mi carrera tecnológica, a mi prestigioso Instituto Superior Tecnológico Tsa`chila en especial en la Carrera de electricidad, Agradezco la oportunidad que me brindaron en este ambiente académico de la carrera de electricidad también quiero agradecer a mis docentes, cuyo papel integral en mi proceso de aprendizaje ha sido invaluable. Su orientación fue esencial para permitirme adquirir conocimientos sustanciales y, en particular, un profundo aprecio por la profesión. Mis más sinceros agradecimientos a mi tutor el Ing. Ortega Roberto el cual con su apoyo y ayuda incondicional en la realización de todo el Proyecto de Investigación. De igual forma doy mis agradecimientos a cada una de las personas y entidades que fueron parte importante para la investigación y recopilación de información referente a mi tema de Investigación TIC.

---

### Referencias bibliográficas

- Ayala Chauvin, Manuel Ignacio. (2023). *Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica*. Obtenido de Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/5198>
- Utreras Logacho, Rolando Tomas. (2024). *Uso de aceite dieléctrico vegetal en transformadores eléctricos como una herramienta de mitigación del cambio climático en Quito*. Obtenido de Uso de aceite dieléctrico vegetal en transformadores eléctricos como una herramienta de mitigación del cambio climático en Quito: <http://hdl.handle.net/10644/10004>
- ARCONEL. (2023). *EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN*. Obtenido de EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN: <https://www.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2020/06/Reg-Sust-Reg-ARCONEL001-20-Directorio-res-006-20-firm.pdf>
- ARCOTEL; CONELC. (2024). *Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)*; Obtenido de Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC);: <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/consejo-nacional-de-electricidad-conelec>; <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/consejo-nacional-de-electricidad-conelec>
- Cables Conductores. (Marzo de 2022). *Cables Conductores*. Obtenido de Cables Conductores: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/30305/OSVALDO%20DE%20JESUS%20BORGES%20LICONA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cenace. (2020). *Reglamento-de-higiene-y-seguridad\_cenace.pdf*. Obtenido de Reglamento-de-higiene-y-seguridad\_cenace.pdf: [https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/reglamento-de-higiene-y-seguridad\\_cenace.pdf](https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/reglamento-de-higiene-y-seguridad_cenace.pdf)
- CNEL EP. (2024). Recuperado el 7 de SEPTIEMBRE de 2009, de CATALOGO DIGITAL: [https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom\\_UP/S1\\_MT\\_HUP.pdf](https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc1-Hom_UP/S1_MT_HUP.pdf)
-

Comisión Electrotécnica Internacional. (2023). *IEC 60287-1-2*. Obtenido de IEC 60287-1-2:  
<https://webstore.iec.ch/en/publication/68120>

CONELEC. (2024). *Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC)*. Obtenido de Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC): <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/consejo-nacional-de-electricidad-conelec>

EPICONSTRUCCION. (s.f.). *EPICONSTRUCCION*. Obtenido de EPICONSTRUCCION:  
<https://epiconstruccion.lineaprevencion.com/tipos-de-epi/proteccion-de-manos-y-brazos/tipos-y-normativa-de-aplicacion-1/guantes-de-proteccion-aislantes>

IEEE. (2022). *"Guía IEEE para métodos de mantenimiento en líneas eléctricas energizadas"*. Obtenido de "Guía IEEE para métodos de mantenimiento en líneas eléctricas energizadas": <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9678144>

JULIO NOLAZCO. (2018). *NFPA 70E*. Obtenido de NFPA 70E:  
<https://es.slideshare.net/slideshow/nfpa-70e2018pdf/253737002>

Martínez & López. (2020). *Análisis evolutivo y dimensional del concepto de comercio electrónico. Ciencias Sociales, Artes y Lenguas*.

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2022). *Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables*. Obtenido de Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables: <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/>

Ministerio de Trabajo. (2024). *Dirección de Seguridad en el Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales*. Obtenido de Dirección de Seguridad en el Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales: <https://www.trabajo.gob.ec/direccion-de-seguridad-en-el-trabajo-y-prevencion-de-riesgos-laborales/>

NFPA 70E o IEC 61482. (2024). *IEC 61482-1-2; NFPA 70E*. Obtenido de IEC 61482-1-2; NFPA 70E:  
[https://webstore.ansi.org/Search/Find?in=1&st=ansi&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAqfe8BhBwEiwAsne6gdvTB2nvymFGsFqZNFtT523vHLXaMpOXj65QGDj\\_DSIWOBwGDaNh](https://webstore.ansi.org/Search/Find?in=1&st=ansi&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAqfe8BhBwEiwAsne6gdvTB2nvymFGsFqZNFtT523vHLXaMpOXj65QGDj_DSIWOBwGDaNh)

---

zRoCfqcQAvD\_BwE ; <https://www.nfpa.org/es/product/nfpa-70e-standard/p0070ecode/70e-std-for-elec-safety-in-the>

Parlamento Europeo. (24 de mayo de 2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. Obtenido de Economía circular: definición, importancia y beneficios: [https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios?utm\\_source=.com](https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios?utm_source=.com)

Professional Education. (2025). *Economía circular: beneficios y retos para las empresas e individuos*. Obtenido de Economía circular: beneficios y retos para las empresas e individuos: [https://professionalprograms.mit.edu/es/blog/sostenibilidad/economia-circular/?utm\\_source=.com](https://professionalprograms.mit.edu/es/blog/sostenibilidad/economia-circular/?utm_source=.com)

Segovia Segovia, Carlos Washington. (2021). *Desarrollo de un modelo matemático en Matlab para el análisis de la ruptura dieléctrica en aisladores de porcelana, polímero y vidrio a nivel de 13,8 kv*. Iatacunga: Ecuador: Iatacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.

Silva Labanda, Luis Alex; IEEE. (2023). *Análisis de cargas en acometidas y transformadores de potencia en las industrias para reducción fallas*. Obtenido de Análisis de cargas en acometidas y transformadores de potencia en las industrias para reducción fallas: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26144> ; <https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/medium-voltage-power-distribution-control-systems/transformers/medium-voltage-transformers--fundamentals-of-medium-voltage-tran.html#:~:text=Estos%20tipos%20de%20tra>

Tupiza Tupiza, Carlos Alberto. (junio de 2024). *Factibilidad para la creación de una unidad estratégica de negocios en servicios sobre pruebas eléctricas en dispositivos de medio voltaje y equipos de protección personal para la Empresa Eléctrica Quito año 2023*. Obtenido de Factibilidad para la creación de una unidad estratégica de negocios en servicios sobre pruebas eléctricas en dispositivos de medio voltaje y equipos de

---

protección personal para la Empresa Eléctrica Quito año 2023.:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25734>

Unidades de Propiedades. (2024). *Unidad de Propiedades*. Obtenido de Unidad de Propiedades:

<https://www.unidadespropiedad.com/>

---