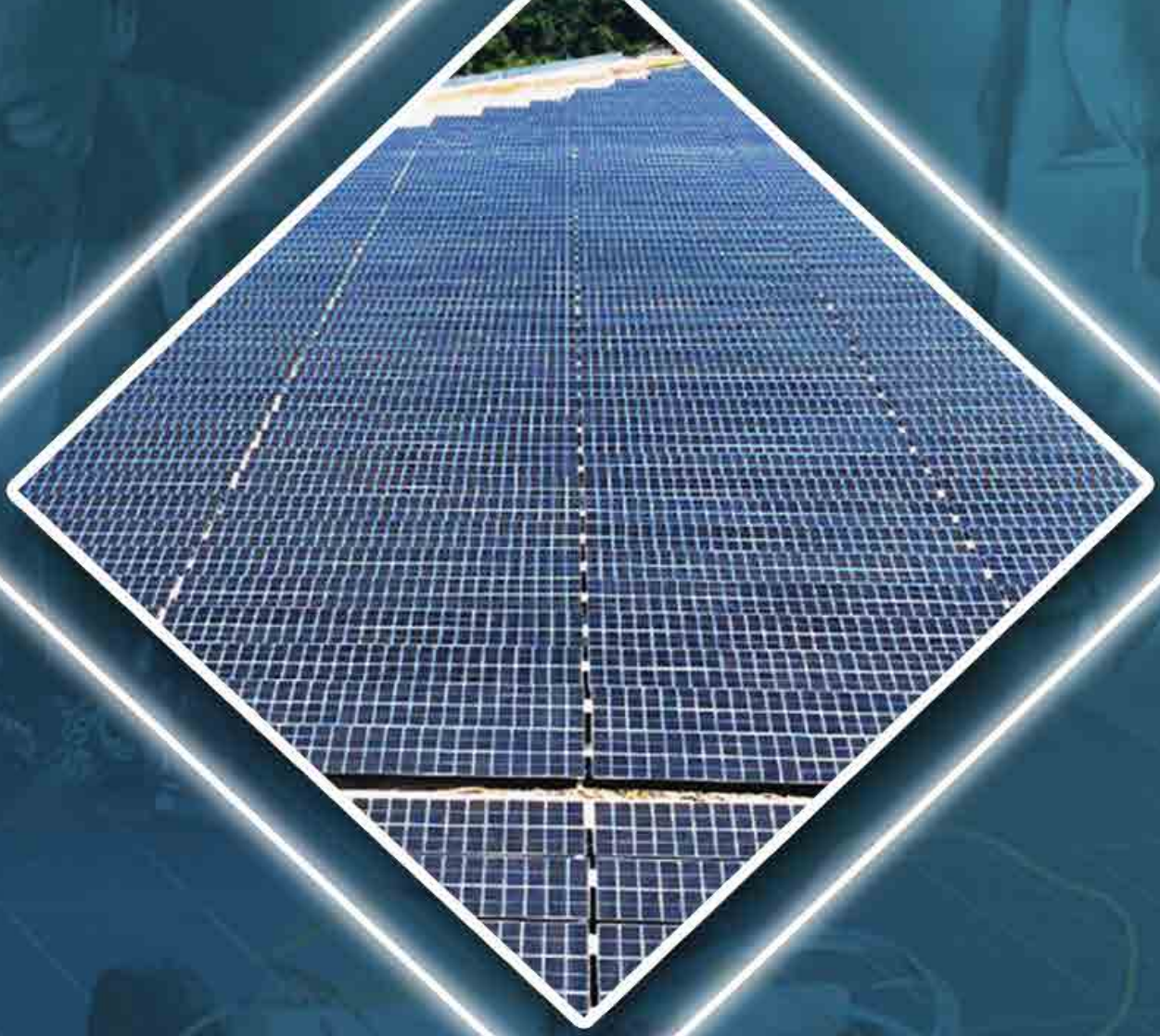


REVISEN

REVISTA DE INVESTIGACIÓN PARA EL SECTOR ELÉCTRICO NACIONAL

ISSN 2542-3118 Depósito legal: DC2016001554. Volumen 4. Número 2. Julio - Diciembre 2025

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

Ministerio del Poder Popular para la
ENERGÍA ELÉCTRICA

FIDELZ
Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano

REVISEN

Revista de Investigación para el Sector
Eléctrico Nacional 2025.
Fundación Instituto para el Desarrollo Energético
Luis Zambrano (FIDELZ)

REVISEN. Volumen 4. Número 2.
Año 2025

Formato
Digital

Depósito Legal:
DC2016001554

ISSN:
2542-3118

Email
revisenfidelz@gmail.com

Télefono
(0212) - 5091097
(0212) - 5092309

Dirección
Avenida Vollmer, Torre Ministerio del Poder Popular
para la Energía Eléctrica.San Bernardino, Distrito Capital.
República Bolivariana de Venezuela

Ministerio del Poder Popular para la
ENERGÍA ELÉCTRICA

FIDELZ
Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano

Autoridades

Jorge Elieser Márquez
Editor Jefe
Ministro del Poder Popular para la Energía Eléctrica

Tania Elizabeth Masea Linares
Editora Ejecutiva
Directora General de la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano

REVISEN. Volumen 4. Número 2. Diciembre 2025
Aprobada mediante reunión ordinaria del Consejo Directivo de la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano Nº 10 de fecha 11 de Diciembre de 2025

Tania Elizabeth Masea Linares
Directora General de la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano

José Amaranto Vargas
Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica

Jhonald Caballero
Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria

Miguel Ángel Ramones Galviz
Corporación Eléctrica Nacional

Jorge Pérez
Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista

Ministerio del Poder Popular para la
ENERGÍA ELÉCTRICA
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

FIDELZ
Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano

Comité Editorial

Dra. Nidia Figueredo
Universidad de las Villas.
La Habana. Cuba

Dr. Carlos Pacheco
Universidad Popular del Ambiente
"Fruto Vivas"

Comité Técnico

Dr. Carlos Méndez
Msc. Yusbelys Belisario
Msc. José Pereira
Ing. Ángel Colina
Ing. Francisco Reyes
Dr. Jesús Rodríguez
Ing. Eli Cañizales
Ing. Ángel García
Dr. Carlos Pacheco
Ing. Alexander García
Msc. Jesús Castillo
Ing. Manuel Fuenmayor
Ing. Freddy Manrique
Ing. Francisco Martín
Soc. Gabriel Sanabria
Lcda. Tania Masea
Msc. Alexis Romero
Esp. Yubriny Ponce
Prof. Lisbeth Hernández
Dra. Milenia Ojeda
Maibelyn Moreno
Msc. Vivian Rodríguez
Ing. Ramón Quintero
Esp. Carmen García
Ing. Francisco Marchena

Diagramación y Diseño

Sonel Martínez
Aydamar Dorta

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

CONTENIDO

Editorial 6

Artículos Arbitrados

Riesgo y vulnerabilidad del sector eléctrico ante la ocurrencia de eventos climáticos extremos (2020-2025) 8

Prototipo tarjeta electrónica para el bombillo LED de 12 voltios 20

Plan de gestión del conocimiento técnico de equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana del centro del servicio La Yaguara 33

Energía solar comunitaria como instrumento de soberanía nacional y del desarrollo integral en pueblos indígenas en la amazonia venezolana 51

Funcionamiento y configuración de una caja de control para la optimización del encendido y apagado del alumbrado público 67

Coloquios de Investigación

La paz de Venezuela caballo de Troya del Imperio 76

Sistema de gestión de mantenimiento centrado en confiabilidad 85

III Encuentro con Don Luis Zambrano

Luis Zambrano: El artista andino de la invención 96

Don Luis Zambrano: De las tecnologías derivadas de la necesidad, a las tecnologías liberadoras 98

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

EDITORIAL

En esta edición, la revista de investigación REVISEN, presenta un mosaico de investigaciones que, desde la rigurosidad científica y la pertinencia nacional, abordan temas del sector eléctrico venezolano. Se considera la reflexión académica, la innovación tecnológica, y la construcción colectiva del conocimiento y de las soluciones, en una dinámica multidimensional, hilvanando la ingeniería con la sostenibilidad, la historia con la prospectiva y la comunidad como un elemento clave en el desarrollo del país. La vulnerabilidad del sistema eléctrico ante los fenómenos extremos asociados a la crisis climática, presenta una temática crítica e interesante. Los artículos aquí compilados, proponen marcos de adaptación y resiliencia, propicios para diseñar políticas públicas, que mitiguen el riesgo y garanticen la continuidad del servicio como un derecho fundamental. Se presentan investigaciones aplicadas sobre el desarrollo de una tarjeta electrónica para bombillos LED residenciales, así como, una caja de control para el alumbrado público; ambas simbolizan la ingeniería orientada a la eficiencia energética, para disminuir el consumo de uno de los equipos eléctricos de mayor tenencia en Venezuela. Estas propuestas expresan que la tecnología, cuando es pertinente y robusta, puede tener un impacto inmediato en la población, mejorando el factor de potencia y la calidad de la energía eléctrica y de la vida. En la dimensión comunal, se plantea un estudio sobre energía solar comunitaria. Este trabajo explora modelos de generación distribuida, gestión colectiva y soberanía energética local. No se trata únicamente de paneles solares, sino de nuevas tecnologías, nuevos paradigmas de organización social, capacitación técnica y sostenibilidad ambiental, demostrando la importancia de la participación y la inclusión.

Para que estas innovaciones perduren y se repliquen, es esencial la gestión del conocimiento. Los artículos en esta línea abordan la sistematización de experiencias, la formación de capacidades técnicas y la creación de redes de saber. En un contexto donde la diáspora de talento ha sido significativa a través del reconstrucción de saberes en colectivo, convirtiéndose en un acto de resistencia y de esperanza. Este diálogo académico se enriquece con las contribuciones de los coloquios sobre seguridad de la nación y servicios públicos, que nos invitan a reflexionar sobre la energía eléctrica como un pilar de la seguridad integral, indispensable para la Paz, la productividad y la vida.

Finalmente, en el plano histórico y humanista, los ensayos sobre Don Luis Zambrano, el prodigioso inventor popular de los Andes merideños, ofrecen una inspiración profunda. Su legado de creatividad autóctona, ingenio aplicado a resolver problemas concretos con recursos limitados, y su compromiso con su tierra, son un faro que ilumina el camino hacia una ingeniería venezolana con identidad propia, resiliente y profundamente arraigada en las necesidades de su gente. Este número, en su conjunto, confirma que la academia venezolana, desde su sector eléctrico, está activa, es crítica y propositiva. Los caminos hacia un sistema eléctrico confiable, sostenible y justo pasan necesariamente por la investigación rigurosa, el diálogo interdisciplinario y la confianza en nuestra capacidad para generar soluciones propias.

Sigamos construyendo, desde la ciencia y la conciencia, la energía que necesita el país.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

ARTÍCULOS ARBITRADOS

FIDELZ

Autor: Sheisy Bermúdez

Co-Autor: Luis Sánchez

Co-Autor: Edison Mayorga

"Diseñando un mañana sostenible"

RIESGO Y VULNERABILIDAD DEL SECTOR ELÉCTRICO VENEZOLANO ANTE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS (2020-2025)

RESUMEN

La principal fuente de generación eléctrica en Venezuela es el agua, lo que hace al sistema directamente vulnerable a los ciclos de sequía derivados de la crisis climática, con repercusiones en la continuidad del servicio. Este estudio aborda los riesgos y vulnerabilidades del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) ante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos durante el periodo 2020-2025. Se utilizó la metodología de investigación documental. Los resultados muestran una vulnerabilidad en los procesos de generación, transmisión y distribución como consecuencia de la exposición y sensibilidad ante la frecuencia e intensidad a eventos climáticos extremos. Esto resalta la necesidad de diseñar e implementar estrategias de adecuación de la infraestructura eléctrica para la adaptación en el sector eléctrico.

Palabras clave: eventos climáticos, amenaza, riesgo, vulnerabilidad, adaptación, resiliencia, sistema eléctrico nacional.

ABSTRACT

The primary source of electricity in Venezuela is water, making it directly susceptible to drought cycles caused by the climate crisis, which affects the continuity of electrical service. This study addresses the risks and vulnerabilities of the National Electric System (SEN) to extreme weather events during the period 2020-2025. Documentary research methodology was used. The results show vulnerability in generation, transmission, and distribution processes as a consequence of exposure to and sensitivity to the frequency and intensity of extreme weather events. This highlights the need to design and implement

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

strategies for adapting the electrical infrastructure in the electricity sector.

Keywords: climate events, threat, risk, vulnerability, adaptation, resilience, national electricity system.

INTRODUCCIÓN

La crisis climática es un fenómeno mundial que se produce cuando ocurre un aceleramiento en la dinámica natural de la tierra (el efecto invernadero) debido al calentamiento global, que se genera por el aumento de la temperatura, a causa del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por consecuencias de las actividades humanas, provocando efectos diferenciados en todos los sistemas climáticos de la tierra: Atmósfera, Hidrosfera, Criosfera, Litosfera y Biosfera. A nivel global se han manifestado sus efectos con eventos climáticos más extremos e intensos, que han ocasionado pérdidas y daños, especialmente, en los países en vías de desarrollo debido a que carecen de los recursos necesarios para prepararse y responder ante las consecuencias climáticas (UNEP Copenhagen Climate Centre, 2025).

En este contexto global, la República Bolivariana de Venezuela (RBV) enfrenta su propia realidad ante las consecuencias de la crisis climática, dado a que es un país tropical con ecosistemas montañosos frágiles, zonas costeras e insulares expuestas a inundaciones, zonas áridas y semiáridas vulnerables ante la variabilidad del clima, según lo señalado en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Esta vulnerabilidad influye en la seguridad, economía y condiciones de vida de los venezolanos, que a su vez, se agravan por la intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos. Entre los fenómenos climáticos que afectan al SEN, se puede mencionar el fenómeno de el “Niño”, asociado con periodo de sequía, y el fenómeno de la “Niña”, que se asocia con un aumento en las precipitaciones.

Estos fenómenos climáticos ponen en riesgo la estabilidad del suministro energético, por lo que subrayan la necesidad de implementar estrategias de mitigacióny adaptación al cambio climático para el fortalecimiento y sostenibilidad del servicio eléctrico. Además, se busca dar cumplimiento a las responsabilidades y compromisos de Venezuela ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE), como ente rector, tiene la responsabilidad de formular e implementar estrategias, planes, y proyectos para reducir la vulnerabilidad y el riesgo del Sistema Eléctrico frente a las consecuencias de la crisis climática.

Este estudio proporciona un diagnóstico de las vulnerabilidades y riesgos climáticos que enfrenta el SEN. Esta información es crucial para la toma de decisiones por parte del MPPEE y otros organismos, permitiendo priorizar inversiones en el fortalecimiento y resiliencia de la infraestructura eléctrica, así como en la actualización de protocolos operativos ante la ocurrencia de eventos extremos. Adicionalmente, el estudio se alinea con la Ley Orgánica del Plan de la Patria en sus líneas: 2T "Ciudades Humanas para el Buen Vivir, servicios públicos e infraestructura" y 6T "Ecosocialismo, Ciencia y Tecnología”: Enfrentar la crisis climática mundial y salvaguardar la Amazonía venezolana", además, de guardar relación directa con la Gran Misión Madre Tierra Venezuela.

El objetivo de esta investigación es describir los riesgos y vulnerabilidades del Sistema Eléctrico Nacional de Venezuela frente a eventos climáticos extremos y de evolución progresiva durante el periodo 2020-2025. Esto, a través de identificar los fenómenos climatológicos que han afectado el sistema eléctrico, caracterizar las afectaciones ante la ocurrencia de los eventos climáticos extremos,

describir las estrategias de adaptación y mitigación del sector eléctrico en curso y proyectadas (2025-2031). Finalmente, proponer un plan de adaptación para disminuir la vulnerabilidad y riesgo del SEN.

METODOLOGÍA

La presente investigación se fundamenta en un diseño documental. Por lo tanto, la metodología se basó en la revisión y análisis exhaustivo de fuentes secundarias entre el periodo 2020 y 2025, priorizando fuentes del IPCC, OLADE E INAMEH. No obstante, para asegurar la validez de la información, se aplicaron técnicas de validación como criterio de vigencia en la selección de fuentes, priorizando informes de organismos internacionales, entidades nacionales y artículos de revistas científicas indexadas.

La investigación se centró en las vulnerabilidades y riesgos que presenta los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica por la exposición y sensibilidad de eventos climáticos extremos y progresivos. De esta manera, se utilizó un enfoque cualitativo para contextualizar las afectaciones en el SEN bajo un nivel de investigación descriptivo.

RESULTADOS

Los fenómenos climáticos extremos que han afectado el SEN (2020-2025).

Los fenómenos climáticos de ¨El Niño¨ y ¨La Niña¨ influyen en las condiciones climáticas de Venezuela, especialmente sobre los patrones de precipitación y temperatura afectando la operatividad del servicio eléctrico.

Por su parte, “El Niño” se caracteriza por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, asociada a cambios en la atmósfera según (OMM,2014). En el contexto venezolano, se manifiesta con niveles de precipitación por debajo de lo normal.

En este sentido, el impacto de “El Niño” sobre el sistema eléctrico se ve reflejado en los siguientes aspectos:

1. Sequías más prolongadas, que limitan el recurso hídrico en los caudales de aporte a los embalses utilizados tanto para el consumo humano como para la generación hidroeléctrica. Por lo que el Sector Eléctrico ha tenido que adaptarse y tomar medidas para asegurar la continuidad y la calidad del servicio de energía.

2. Aumentos en la temperatura ambiental, lo cual ocasiona afectaciones en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, viéndose comprometidos los dispositivos de manejo de potencia. Además, los sistemas de distribución pueden sobrecargarse debido al incremento de la demanda de energía, especialmente para refrigeración y climatización.

3. Restricciones en el suministro de energía, lo que se traduce en un plan de administración de carga basado en: interrupciones programadas a la población; y afectaciones a servicios esenciales como hospitales, escuelas, producción de alimentos, entre otros.

Entre los años 2020 a 2025, el fenómeno de “El Niño” afectó con sequías prolongadas, provocando niveles críticos en el caudal de los embalses. Recientemente, en febrero del año 2025, se registró una anomalía de temperatura promedio nacional junto con un déficit de precipitación en varias regiones, lo que provocó niveles críticos en los embalses, principalmente el de Guri, llevando a un racionamiento eléctrico a nivel nacional.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

En la figura I. Se muestra la fuerte sequía por la presencia del fenómeno "El Niño", causando la desaparición de la reserva de agua en embalses.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

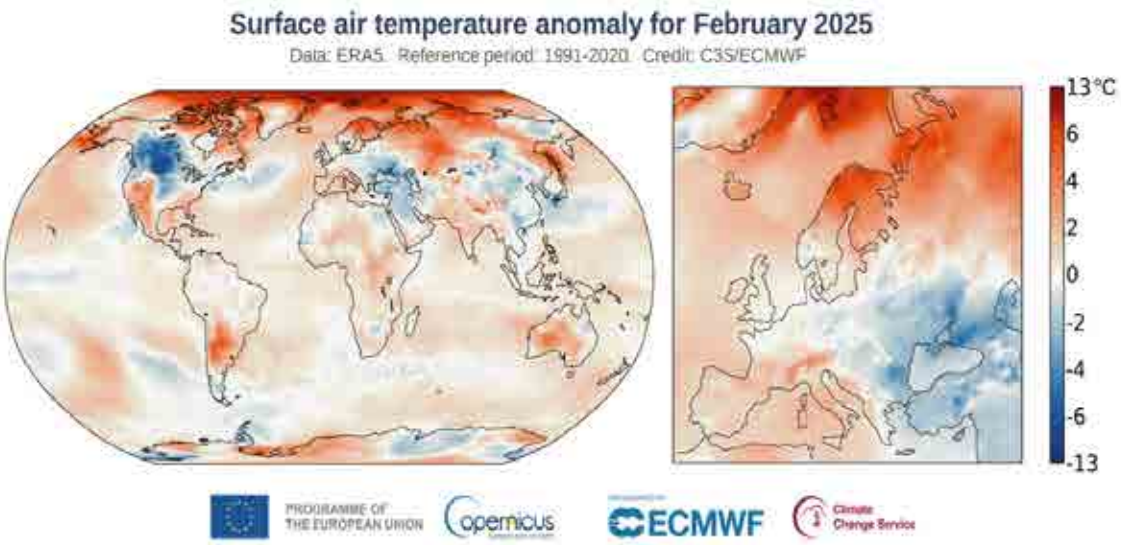
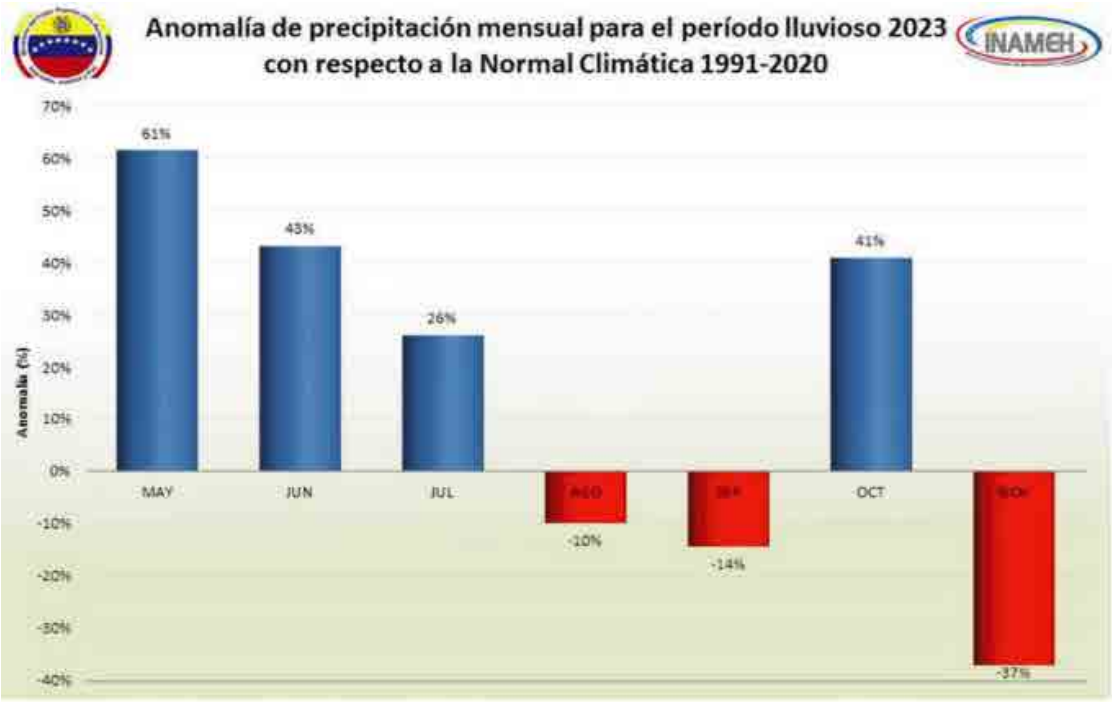


Figura II. Mapa Anomalías de temperatura Superficial del Mar (°C). Fuente: Copernicus

Según señala el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) en su informe climático (2025), el año 2023 fue un año récord de calor, considerado el año más caluroso de la historia en ese momento. En el año 2024, a su vez, superó a 2023 y actualmente ostenta el récord del año más caluroso registrado. Finalmente, el año 2025, que se esperaba más frío, impulsado por la posible formación de La Niña, comenzó con el mes de enero rompiendo el récord del mes más cálido de la histórica.

Figura III. Anomalía porcentual de la precipitación media acumulada por regiones para el período lluvioso 2023 respecto anomalía climática 1991-2020. Fuente: INAMEH



Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Figura IV. Afectación del SEN por eventos climáticos extremos en el Edo. Anzoátegui

A diferencia del fenómeno del "El Niño", "La Niña" es conocida por causar un incremento en las lluvias en Venezuela. Por lo tanto, este aumento de las precipitaciones puede provocar eventos hidrogeomorfológicos, tales como, inundaciones, crecida de los ríos, deslizamiento de tierra y daños materiales. Sin embargo, esto no significa que necesariamente ocurran dichos eventos, ya que el patrón de precipitaciones en el país está influenciado por las condiciones locales de cada región. De esta manera, La Niña, se manifiesta en los siguientes aspectos:

1. Lluvias por encima del promedio que pueden afectar de manera negativa la generación de energía hidroeléctrica, como por ejemplo el desbordamiento de embalses.

2. Inundaciones y deslaves impactando la infraestructura eléctrica, causando interrupciones en el suministro de energía. De igual manera, puede generar dificultad para realizar labores
de mantenimiento.

3. Aparición de nubosidad en el país, aunado a una posible temporada ciclónica más activa de lo habitual, así como ondas tropicales con abundantes precipitaciones, disminuyendo la capacidad de generación fotovoltaica y poniendo en riesgo los aerogeneradores de los parques eólicos.

En este contexto, es importante resaltar los eventos extremos de precipitación ocurridos en los estados Aragua (El Limón, 2020, Las Tejerías y El Castaño, 2022), Mérida (Santa Cruz de Mora y Tovar, 2021, zona sur del Lago de Maracaibo, Carretera Panamericana El Vigía Tucaní, 2022), Anzoátegui (cuenca del río Unare, 2022) y Sucre (Cumanacoa, 2024) que pudieron afectar el sistema eléctrico, especialmente, en las comunidades más vulnerables. Asimismo, durante el año 2025 se evidenció una serie de eventos climático que afectaron el Sistema Eléctrico Nacional. Tales como, lluvias torrenciales y un aumento significativo del caudal del río Orinoco, causaron cortes de energía y daños a la infraestructura en regiones como los Andes, Llanos Occidentales y Portuguesa, afectando carreteras, puentes e instalaciones eléctricas en zonas vulnerables.

Durante agosto, la Onda Tropical número 29 generó fuertes precipitaciones y descargas eléctricas que afectaron la subestación El Junquito, causando apagones masivos en Caracas y los estados Miranda, La Guaira, Carabobo, Sucre, Aragua y Monagas. Finalmente, en septiembre, ondas tropicales continuas con lluvias intensas y vientos provocaron daños a las líneas de transmisión de alta tensión a nivel nacional, incluso con un ataque terrorista que deterioró parte de la

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

infraestructura crítica. En general, la ocurrencia del fenómeno “El Niño” y “La Niña”, al igual que otros eventos climáticos extremos como las olas de calor, lluvias torrenciales, sequías, aumento del nivel del mar, entre otras, pueden afectar los sistemas de generación de energía eléctrica convencional en Venezuela.

Caracterización de las afectaciones del SEN ante la ocurrencia de los eventos climáticos extremos

El Sector Eléctrico constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico y social del país. Sin embargo, su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa ante la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos puede generar impactos significativos en la capacidad de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, lo que pone en riesgo la estabilidad y sostenibilidad del servicio eléctrico. En esta sección se presenta el análisis documental de las afectaciones del SEN sobre los sistemas de generación hidroeléctrica, termoeléctrica, solar y eólica.

Tabla I. Resumen de la relación entre las variables climáticas y los efectos observados en cada tipo de generación eléctrica.

Tipo de Generación	*Variables climáticas*	*Impacto en la generación*
Hidroeléctrica	Temperatura, Precipitación, y Caudal de los ríos.	Disminución del nivel de embalses y reservorios. Disminución de la capacidad de generación eléctrica. Incremento de periodos de racionamiento eléctrico
Termoeléctrica	Temperatura	Reducción del rendimiento térmico de turbinas gas (2-5% por cada °C adicional). Limitaciones de agua para enfriamiento.
Solar	eventos extremos	Daños a la infraestructura por aluviones, vientos extremos y granizos.
Eólica	Eventos extremos	Daños a la infraestructura de generación

Elaboración propia de la Dirección General de Gestión Ecoenergética y Articulación Comunal del MPPEE (2025).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Generación Hidroeléctrica

La República Bolivariana de Venezuela (RBV) posee una matriz energética muy baja en emisiones de carbono, con una capacidad instalada del 80% de la energía hidroeléctrica, principalmente del Complejo Hidroeléctrico del Guri (Centrales Simón Bolívar, Francisco de Miranda y Antonio José de Sucre) en el río Caroní. De esta manera, esta dependencia crea una vulnerabilidad crítica ante variabilidad climática. Especialmente, una sequía prolongada por el fenómeno de "El Niño" reduce drásticamente el nivel del embalse, limitando la capacidad de generación eléctrica. Así que, cuando el nivel del agua desciende por debajo de la cota de 244 metros sobre el nivel del mar, las turbinas operan por fuera de su rango óptimo de eficiencia. En consecuencia, ha llevado históricamente a planes de administración de carga y ahorro energético impulsados desde el Sector Eléctrico.

De igual manera, esta condición es consistente con los hallazgos del IPCC (2023) que identifican a los países tropicales con alta participación hidroeléctrica como los más expuestos a la reducción del caudal de los ríos y sequías prolongadas.

Generación Termoeléctrica

El aumento de la temperatura ambiente y las sequías prolongadas son los principales factores progresivos que impactan la operación de las plantas termoeléctricas. Esto se debe a que las turbinas de gas tienen su rendimiento óptimo a una temperatura de diseño. Por lo tanto, un aumento de la temperatura ambiental expande el aire y disminuye su densidad, afectando la eficiencia y potencia de la turbina (Torres, 2021). Además, las torres de enfriamiento, cruciales para disipar el calor del vapor condensado, dependen de la evaporación del agua.

De esta manera, las altas temperaturas y la baja humedad relativa aumentan las pérdidas por evaporación, requiriendo un mayor consumo de agua. En consecuencia, la escasez de este recurso hídrico provocada por las sequías, puede limitar la capacidad de enfriamiento, obligando a las plantas a reducir su carga de generación eléctrica para evitar el sobrecalentamiento de los equipos.

Generación solar

La generación fotovoltaica y los sistemas de almacenamiento de energía pudieran verse afectados por un aumento de la temperatura por encima del promedio, ocasionando olas de calor severas que impactan en la capacidad de generación solar, debido a que el calor elevado hace que los módulos fotovoltaicos sean menos eficientes, especialmente cuando la temperatura ambiente supera los 25°C. (SunFields,2025)

Asimismo, el humo de los incendios forestales y la mayor nubosidad durante los fenómenos meteorológicos extremos pueden disminuir la cantidad de radiación solar que llega a los paneles y reducir la producción solar.

Generación eólica

Los eventos climáticos extremos pueden afectar la capacidad de generación eólica a través de la alteración de la velocidad y patrones del viento. Así como, la intensidad de las precipitaciones puede dañar físicamente a los aerogeneradores y comprometer el transporte de energía a las subestaciones más cercanas.

En Venezuela, zonas como la Península de Paraguaná posee un régimen de vientos con velocidades promedio entre 5 y 12 m/s, por lo que fluctuaciones causadas por eventos extremos podría impactar el sistema eólico.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Sistema de distribución y transmisión de energía eléctrica

Adicionalmente a las consecuencias negativas que generan los eventos climáticos extremos en los sistemas de generación eléctrica, también ocurren afectaciones en los procesos de transmisión y distribución que se evidencia con daños físicos en las líneas, subestaciones y transformadores. Estos componentes, son vulnerables a las lluvias intensas, vientos fuertes e inundaciones; como resultado, se generan interrupciones del servicio eléctrico y limitaciones en el restablecimiento del mismo debido a la dificultad de acceso en las zonas afectadas.

En este sentido, un ejemplo de vulnerabilidad es la red troncal de transmisión del SEN, que transporta aproximadamente el 85% de la energía eléctrica generada en el Sur de Guri hacia el centro del país. Esto se debe a que la red está expuesta a eventos extremos que pueden provocar daños en las torres y conductores. Una evidencia de esto es el incendio forestal que ocurrió en el año 2019 que afectó las líneas de transmisión de 765 kilovoltios entre Guri y las subestaciones Malena y San Gerónimo.

Además, en el año 2024 se evidenció un incremento en la ocurrencia de incendios forestales, respecto al año 2023, en los causales de fallas en las líneas de transmisión por incendio forestal que subió a 32%. Esta información apunta a un impacto significativo sobre la red eléctrica de transmisión, lo que es un peligro para la estabilidad del servicio eléctrico según información del boletín (CND,2024).

Asimismo, las subestaciones son susceptibles a inundaciones, lo que puede causar cortocircuitos y averías graves en los transformadores y los sistemas de control.

Estrategias para Disminuir la Vulnerabilidad y el Riesgo del Sector Eléctrico (2025-2031)

Dada la vulnerabilidad del Sector Eléctrico ante fenómenos climáticos extremos, se han desarrollado e implementado estrategias de adaptación y mitigación para fortalecer la seguridad y continuidad del servicio eléctrico.

En este este sentido, el sector está impulsando la incorporación de otras fuentes renovables y alternativas como la solar, eólica, pequeñas centrales hidroeléctricas y biomasa (residuos sólidos urbanos/basura), entre otras, con especial énfasis en zonas con alto potencial y comunidades vulnerables, con el objetivo de incrementar la diversificación de la matriz energética, la seguridad y estabilidad del servicio eléctrico, además de incrementar la capacidad adaptativa del Sector Eléctrico para hacer frente a los impactos de la crisis climática.

En paralelo a los esfuerzos actuales, de acuerdo a la tercera comunicación sobre el cambio climático (2025-2031), se tiene proyectado la implementación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) para los gases de efecto invernadero (GEI) en las centrales termoeléctricas que operan con combustibles fósiles (gas, gasoil y fueloil), ya que se estima que esta iniciativa contribuirá a una mitigación de 2.940 Gg de CO2 equivalente en el período 2025-2030, lo que representa una contribución significativa a los objetivos nacionales y globales de reducción de emisiones.

De la misma manera, para el periodo 2025-2031, se tiene planificado el desarrollo de un Mapa Interactivo de Acción Climática del Sector Eléctrico, que permitirá visualizar y gestionar los proyectos en materia de energías renovables y alternativas, así como de eficiencia energética, con el fin de contribuir a la disminución de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como también garantizar la política de territorialización de las

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

nuevas fuentes generación según las solicitudes del 1x10 del buen gobierno.

Asimismo, se busca incrementar la eficiencia energética en plantas de generación termoeléctrica mediante la sustitución de los combustibles líquidos (gasoil/Fueloil) por gas natural en plantas termoeléctricas de Corpoelec.

Finalmente, impulsar la eficiencia energética en el Sector Eléctrico, a fin de contribuir a la reducción del 20% de las emisiones GEI del país, durante el período 2025-2031. Este programa busca disminuir el consumo ineficiente de energía eléctrica y establecer una nueva cultura de corresponsabilidad, lo que contribuye a enfrentar el cambio climático y la preservación de los recursos naturales.

Plan de Adaptación para disminuir la vulnerabilidad y el riesgo del Sector Eléctrico

La adaptación ante la crisis climática es un proceso dinámico y continuo, que busca fomentar un desarrollo sustentable y sostenible, a través de la planificación estratégica de una serie de acciones. Este proceso requiere un conjunto de consideraciones claves, como, por ejemplo, fundamentarse en el conocimiento científico más actualizado, ser lo suficientemente flexible para ajustarse a circunstancias cambiantes, abordarse de manera multisectorial, incluir procesos participativos que aseguren la consideración de las necesidades y expectativas de todos los actores involucrados y las comunidades afectadas (OLADE, 2023). En el contexto específico del Sector Eléctrico, las medidas de adaptación al cambio climático implican la incorporación de tecnologías innovadoras, la implementación de prácticas operativas optimizadas, la formulación de políticas públicas adaptativas, y la utilización de otros instrumentos que fortalezcan la resiliencia del sector ante los impactos climáticos (IPCC, 2014). Es por ello, que se deben elaborar planes de adaptación donde se identifiquen las necesidades en materia de adaptación a corto, mediano y largo plazo con base en los datos climatológicos más recientes. En general, el plan debe cumplir con los siguientes objetivos (IPCC, 2014):

1. Reducir la vulnerabilidad y el riesgo a los efectos de la crisis climática mediante el fomento de la capacidad de adaptación y la resiliencia.

2. Integrar la adaptación en las políticas de los programas nuevos y existentes, especialmente en las estrategias de desarrollo.

Por lo tanto, el Plan de Adaptación para el Sector Eléctrico contiene las siguientes acciones a corto, mediano y largo plazo:

Acciones a corto plazo (1–3 años)

1. Detección y evaluación de impactos, vulnerabilidades y riesgos existentes o previsibles del sector.

2. Propuesta de acciones concretas para limitar la vulnerabilidad del sector ante los efectos de la crisis climática.

3. Análisis de disponibilidad de talento humano, recursos materiales y financieros para desarrollar las acciones planteadas para el sector.

Acciones a mediano plazo (3–5 años)

1. Establecimiento de responsabilidades diferenciadas de acuerdo a las capacidades

2. Evaluación de las pérdidas y daños del Sector Eléctrico provocada por el impacto de fenómenos climáticos extremos y de evolución progresiva.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Acciones a largo plazo (más de 5 años)

1. Modelaje de escenarios climáticos para el diseño de políticas y estrategias de adaptación en el Sector Eléctrico.

2. Integración de los resultados del modelaje en la planificación estratégica del sector eléctrico, asegurando su estabilidad y sostenibilidad.

CONCLUSIONES

Los fenómenos de "El Niño" y "La Niña" han tenido efectos directos sobre la estabilidad del SEN. "El Niño" provoca disminución de caudales en embalses hidroeléctricos y reducción del rendimiento térmico de las plantas termoeléctricas, mientras que, "La Niña" intensifica lluvias e inundaciones que afectan líneas de transmisión y subestaciones.

Por otra parte, fenómenos atmosféricos de corta duración, como olas de calor y nubosidad, inciden en la generación solar. En conjunto, tanto los fenómenos climatológicos recurrentes como los eventos atmosféricos extremos y de evolución progresiva, incluyendo ondas tropicales y lluvias torrenciales, impactan de manera diferenciada la infraestructura de transmisión y distribución, provocando fallas, cortes de servicio y daños severos en subestaciones y líneas eléctricas. Ante la exposición de estos eventos, sensibilidad y capacidad adaptativa del Sector Eléctrico, es importante continuar incrementando su capacidad adaptativa a través de estrategias de mitigación y adaptación; diversificando la matriz energética, mejorando la eficiencia energética en los sectores públicos y privados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academia de Ciencias Físicas, Matemá-ticas y Naturales (ACFIMAN). (2018). *Primer Reporte Académico de Cambio Climático de Venezuela (PRACC).* https://acfiman.org/wp-con-tent/uploads/2023/01/primer_reporte_academico_PRACC.pdf

Análisis del Grupo Regional sobre Riesgos, Emergencias y Desastres para América Latina y el Caribe (REDLAC) coordinado por OCHA ROLAC. (2023, noviembre). *Efectos y consecuencias humanitarias del fenómeno de El Niño en América Latina y el Caribe 2023/2024 - Venezuela (BolivarianRepublic of).* Relief-Web. https://reliefweb.int/report/venezuela-bolivarian-republic/efectos-y-consecuencias-humanitarias-del-fenomeno-de-el-nino-en-america-latina-y-el-caribe-20232024

Andressen, R. & La Rosa, C. (2012). *Energía eólica evaluación meteorológica de su aprovechamiento en Venezuela. Terra, 28(43), 61–85.* https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-70892012000100004

Cámara de Industriales del Estado Aragua (CIEA). (2016, 5 de abril). *Cota de Guri descendió al mínimo de toda su historia.* https://ciea.org.ve/2016/04/cota-de-guri-descendio-al-minimo-de-toda-su-historia/

Council on Foreign Relations.(2025, 15 de abril). H*ow climate change worsens inequality. CFR Education.* https://education.cfr.org/learn/reading/climate-inequality (Esta URL es la original, se omitió la versión traducida con _x_tr_sl=en para mantener la limpie-za).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

García Velásquez, A. (2025, 1 de abril). *¿Cuánto afecta el cambio climático al sistema eléctrico en Venezuela? Radio Fe y Alegría Noticias.* https://www.radiofeyalegrianoticias.com/cuanto-afecta-el-cambio-climatico-al-sistema-electrico-en-venezuela/

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). (2024). *Reporte del Clima 2024.* http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/4.pdf

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). (2024). *Eventos que ocasionan el fenómeno La Niña. Ministerio del Poder Popular para el Eco-socialismo.* http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/5.pdf (Se mantuvo la fecha para distinguirlo del otro reporte del mismo año).

Organización Latinoamericana de Energía (2023). *Panorama energético de América Latina y el Caribe 2023.* Recuperado de https://www.olade.org/wp-content/uploads/2023/12/PANORAMA-2023.pdf.

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2016). *Cambia la energía, cambia el clima: Cambio climá-tico y su impacto en el sector energético. OLADE, WWF, INTI.* https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0357.pdf

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2007). *Impactos Sec-toriales: Sistemas Hídricos (Sección TS.5.3). En Cambio Climático 2007: Im-pactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Resumen Técnico. Contribución del Gru-po de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático.* Recuperado de https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/es/tssts-5-3.html

Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2014). *Hallazgos de Alto Nivel del Resumen para Responsa-bles de Políticas. En Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático.* Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5_SPM_Top_Level_Findings_es-1.pdf

pv magazine LATAM. (2025, 23 de septiembre). *Impactos de los cambios climá-ticos en la generación solar de Brasil.* https://www.pv-magazine-latam.com/2025/09/23/impactos-de-los-cambios-climaticos-en-la-generacion-solar-de-brasil/

República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Minea). (2017). *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.* Recuperado de http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/gsdata/saved/Segunda-Comunicaci%C3%B3n-sobre-Cambio-Clim%C3%A1tico-II.pdf

República Bolivariana de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), e Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). (2024). *Impacto del fenómeno El Niño en Venezuela: Temporada 2023 - 2024. Observatorio Nacional de la Crisis Climática.* http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/2.pdf

Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE). (2025, 24 de julio). *Intervención del ministro del Poder Popular para la Energía Eléctrica, Jorge Márquez, en la VII Reunión Minis-terial de Energía de la CELAC. Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica.* https://mppee.gob.ve/?p=99028

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Autor: Carlos Pacheco

Co-Autor: Alexis Glod

"La luz de la tecnología ilumina la revolución"

PROTOTIPO TARJETA ELECTRÓNICA PARA EL BOMBILLO LED DE 12 VOLTIOS

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad la elaboración de un prototipo de tarjeta electrónica para el bombillo LED de 12 vatios, cuyo objetivo fue la elaboración funcional de la tarjeta electrónica del bombillo, se desarrolló un modelo circuital, haciendo uso de una herramienta computacional, aplicando la Ingeniería Inversa. Una vez realizada la simulación, se identifica cada uno de los componentes electrónicos para su posterior ensamblaje y prueba del prototipo. La metodología utilizada para desarrollar el prototipo de la tarjeta electrónica del bombillo de 12 Vatios fue la siguiente:

1. Identificación de los componentes de la tarjeta muestra.

2. Simulación para determinar comportamiento de la señal a su salida.

3. Montaje y pruebas en protoboard.

4. Diseño del circuito impreso.

5. Impresión del circuito en la baquelita.

6. Ensamblaje de componentes Electrónicos.

7. Prueba de funcionamiento.

El objetivo principal fue la elaboración de un Prototipo de Tarjeta Electrónica para el bombillo LED de 12 vatios, para atender la necesidad del Sector Eléctrico Nacional (SEN), de ciento ochenta dos millones (182.000.000) de bombillos LED. Entre las conclusiones más resaltantes están: la elaboración funcional de la tarjeta electrónica, desarrollo del procedimiento de construcción de la tarjeta electrónica y

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

montaje de los componentes, caracterización y conformidad parcial de las pruebas de laboratorio.

Palabras clave: bombillo LED, tarjeta electrónica, Ingeniería Inversa

ABSTRACT

The purpose of this research was the development of a prototype of electronic board for the 12-watt LED bulb, whose objective was the functional development of the electronic card of the bulb, a circuit model was developed, making use of a computational tool, applying Reverse Engineering. Once the simulation is done, each of the electronic components is identified for subsequent assembly and testing of the prototype. The methodology used to develop the prototype of the electronic board of the 12 Watt bulb was as follows:

1. Identification of the components of the sample card.

2. Simulation to determine signal behavior at its output.

3. Assembly and testing in protoboard.

4. Printed circuit board design.

5. Printing the circuit on Bakelite

6. Assembly of electronic components.

7. Functional test.

The main objective was the development of an Electronic Card Prototype for the 12-watt LED bulb, to meet the need of the National Electric Sector (SEN), of one hundred and eighty two million (182,000,000) LED bulbs. Among the most outstanding conclusions are:the functional elaboration of the electronic board, development of the construction procedure of the electronic board and assembly of the **c**omponents, characterization and partial conformity of the laboratory tests.

Keywords: LED bulb, electronic board, Reverse Engineering

INTRODUCCIÓN

Entre las políticas estratégicas del Ministerio del Poder Popular de la Energía Eléctrica (MPPEE), está la investigación de materiales y prototipos de equipos para el fortalecimiento del Sistema Eléctrico Nacional, promoviendo la eficiencia energética, tanto en equipamiento urbano como en las comunidades rurales. Desde la Dirección General de Uso Racional y Eficiente de la Energía (DGUREE), se han venido impulsando diversas políticas necesarias para coadyuvar en el uso consciente y eficiente de la energía eléctrica. Dentro de este contexto, una de las políticas más importantes es la de Sustitución de Bombillos dirigido al sector residencial, ya que mediante ella se ha podido avanzar en el cambio de tecnología incandescentes a tecnología LED.

En el marco de esta política, se esta trabajando de manera articulada con el Ministerio del Poder Popular de Industrias y Producción Nacional, en aras de impulsar el encadenamiento productivo necesario para la fabricación nacional de todas las partes y piezas del bombillo LED.

Para la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano (FIDELZ), que tiene como objeto el dirigir, planificar, presupuestar, evaluar y fortalecer las políticas, programas y proyectos de investigación aplicada, para el desarrollo e innovación en materia de energía eléctrica, así como dedicarse de forma exclusiva a las investigaciones. Es por esto que, sustentado en las teorías de la Ingeniería Inversa, se intervendrá una muestra de la tarjeta de un bombillo de 12 vatios para las fases iniciales de análisis, planificación y aplicación del ensayo destructivo que permita la

identificación de los componentes, diseño y ensamblaje del Prototipo.

La importancia de esta investigación es desarrollar el diseño y ensamblaje de un prototipo de tarjeta electrónica para el bombillo LED de 12 vatios, el cual sirva como base reproducible para atender la necesidad del Sector Eléctrico Nacional (SEN) de ciento ochenta y dos millones (182.000.000) de bombillos LED de 12W.

OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar un prototipo de tarjeta electrónica para el bombillo LED de 12 vatios, con el fin de atender la demanda residencial y cumplir con las políticas de sustitución de bombillos incandescentes existentes en la Industria Eléctrica Nacional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las partes y piezas que se requieren para la construcción de un prototipo de la tarjeta circuital de un bombillo LED.

2. Desarrollar un esquema circuital a través de una herramienta computacional (Software Proteus), que permita evaluar el comportamiento electrónico de cada componente.

3. Evaluar diferentes técnicas de conformado de materiales para la construcción del bombillo.

4. Captar los componentes electrónicos existentes.

5. Ensamblar el prototipo.

6. Aplicar las pruebas de funcionamiento.

Materiales y Métodos

Un bombillo LED, es una fuente lumínica que se creó para el ahorro de energía y el cuidado del medio ambiente, ya que su tecnología de fabricación son diodos lumínicos unidos a circuitos que hacen contacto con la energía y emiten luz. El funcionamiento de las bombillas LED está basado en el uso de diodos, estos son materiales semiconductores que al pasar electrones de electricidad a través de ellos, se iluminan, emitiendo luz de forma nítida y constante, casi de forma inmediata.

Según Blasco (2012) los componentes de un bombillo LED se clasifican según sus partes en externas e internas, en la figura 1, se observan la denominación del componente y su ubicación.

1. Partes externas de un Led

1.1 Difusor
1.2 Casquillo
1.3 Disipador

2. Partes internas de un Led

2.1. El chip LED
2.2. Cable conductor
2.3. Placa base
2.4. Lente óptico
2.5. El driver o Mecanismo de control de la bombilla
2.6. Disipadores de calor

Figura 1. Principios operativos de un bombillo LED comercial.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Nota. Prompt utilizado: "Genera una imagen con las partes de un bombillo Led (lista de partes detallada)... Las partes del bombillo led deben corresponder a un bombillo regular comercial". Imagen generada por Oreate AI, (24 de noviembre

Conforme se establece en el Manual Técnico de Iluminación (2009), las principales variables a considerar para la evaluación del funcionamiento del bombillo LED son:

1. Lúmenes del bombillo.
2. La temperatura del color correlacionada.
3. Eficacia.

A los efectos de aplicar estos conceptos, se resumen a continuación:

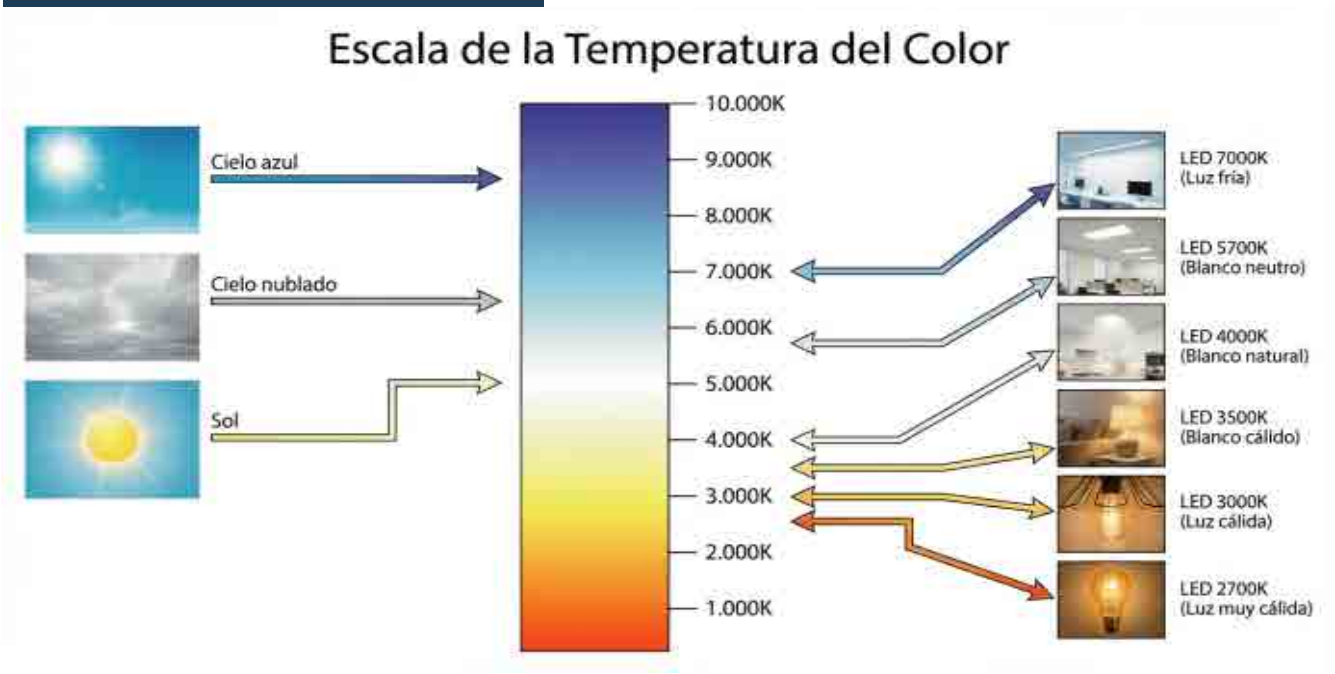
Lumen es la unidad usada para expresar la cantidad de luz que es capaz de generar una bombilla. Para conocer los lúmenes que genera una bombilla LED, para el cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

Lúmenes reales = al nº de vatios x 70. (1). Siendo 70 un valor medio que coincide con la mayoría de las bombillas del mercado. Por tanto, una bombillo LED de 12W ofrecería una potencia lumínica de 840 lm, que vendría a sustituir la luz que genera una bombilla incandescente de 60W.

La temperatura del color correlacionada, medida en grados kelvin, es una escala científica que pretende describir cuán cálida o fría resulta una fuente de luz para el ser humano. Para ello se compara la fuente de luz (lámpara), con la luz que emite un cuerpo negro radiante (similar a un trozo de metal cuando se calienta).

Nota. Prompt utilizado: "Genera una imagen con la Escala de la temperatura del color, con la escala Kelvin... El título de la imagen debe ser: 'Escala de la Temperatura del Color.'". Imagen generada por Orcaete AI, (24 de noviembre de 2024)

Figura 2. Escala de la Temperatura del color



Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Eficacia: Desde el punto de vista de la eficiencia energética, es el parámetro más importante y es el cociente entre los lúmenes emitidos y la potencia demandada (lm/w). La eficacia nominal se calcula rápidamente a través de los catálogos de fabricantes, pero la eficacia promedio es mucho más importante y más difícil de calcular, ya que el flujo y la potencia cambian a lo largo de la vida de las lámparas.

Reacción química de la baquelita de cobre y el ácido cloruro ferrico

FeCl 3 + Cu → FeCl 2 + CuCl.

Apariencia: Naranja.

Fórmula molecular:
Anhidro: $FeCl_3$, hexahidrato: $FeCl_3 \cdot 6\ H_2O$.

Otros nombres: Cloruro férrico, Percloruro de hierro, Percloruro férrico, Flores martis, Molisita (mineral).

Ingeniería Inversa

Se conoce como Ingeniería Inversa o Reverse Engineering al proceso de duplicar una pieza, componente o conjunto, sin la ayuda de planos, documentación o modelos auxiliares. Se parte siempre de un modelo físico y se usan métodos de ingeniería de medida, análisis, diseño y adquisición de datos para finalmente obtener una réplica idéntica o mejorada del objeto. (Riba, 2006).

Método utilizado

El punto de partida de la investigación fue el análisis de un bombillo LED de 12 vatios, luego se procedió a la escogencia del modelo conceptual y la construcción del prototipo de tarjeta circuital, que finalmente fue sometido a rigurosas pruebas de funcionamiento.

Determinación del Modelo Conceptual

Una vez que se realizó la investigación documental y de campo, se procedió a una disertación colectiva con la participación del grupo de Investigadores de la Gerencia de Investigación y Desarrollo de FIDELZ, para analizar el modelo propuesto y determinar el diseño conceptual del bombillo de 12 vatios, como siguiente paso se diseña un circuito con el apoyo del software Proteus, se realiza el ensamble y se somete a prueba de funcionamiento.

Procedimiento para la construcción

El paso a paso fue el siguiente:

1. Investigación o revisión bibliográfica

2. Despiece de la muestra.

3. Identificación de los componentes

4. Simulación del funcionamiento.

5. Diseño o selección del circuito del bombillo LED de 12 Watios.

6. Gestión de los dispositivos electrónicos.

7. Ensamblaje de los dispositivos electrónicos

8. Pruebas de funcionamiento.

9. Superada las pruebas de funcionamiento del circuito se pasa a la fase de su impresión en la baquelita, para ello se hace la limpieza, luego la impresión en un papel tipo glasee o fotográfico.

10. Posteriormente con el uso de una plancha eléctrica y un paño de uso doméstico para secar, se aplica calor por un tiempo de 20 minutos. (Se realizaron seis (6) pruebas).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

11. El papel que contiene el circuito se pega a la baquelita por efectos del calor y posteriormente hay que sumergirlo en agua para desprenderlo de la superficie de la baquelita.

12. Al sacar la baquelita del agua, se observa que todos los trazos del circuito estén completos, en caso contrario se procede a reforzarlos con el uso de corrector líquido y luego se sumerge nuevamente la lámina de baquelita en el ácido (cloruro férrico), por un tiempo de 20 minutos.

13. Al extraer la baquelita y observar que todas las líneas de las pistas del circuito estén completas se pasa a la fase de perforación para fijar los componentes electrónicos.

14. Una vez perforada la baquelita se procede a fijar con soldadura de estaño liquido los componentes electrónicos.

15. Se realiza la medición y se comprueba que no haya cortocircuito en la lámina que contiene el circuito y se somete a pruebas.

RESULTADOS

Con el uso del software Proteus, se diseño un circuito eléctrico con los componentes electrónicos. La secuencia de pasos y procedimientos para el ensamblaje del Prototipo de tarjeta electrónica es el siguiente:

1. Despiece e identificación de los componentes de la tarjeta muestra

Para extraer los componentes del circuito se utilizó una fuente térmica que generará una temperatura por encima de los 400 º C, dado que los dispositivos electrónicos SMD son instalados con calor.

Posteriormente fueron cuantificados e identificados según sus códigos numéricos y color. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Lista de componentes para el armado de un bombillo de 12 vatios

Nº	*Símb.*	*Componente*	*Cant*
1	D	Diodo emisor de luz, 1v	14
2	R_1	Resistencia 10 OHM (Ω), 1 Watt (W)	1
3		Placa base (baquelita 1/32”)	1
4	C2	Capacitor o Condensador electrolítico de aluminio de alta temperatura radial, 4.7 micro Faradio (µF), 450 Voltios (V). Temperatura: 130°C	1
5	L1	Inductor SMD con núcleo de ferrita. Código: 182. Inductancia de 1800 micro henrio (µH)	1
6	U	Integrado Controlador Leds,	1
7	R_2	Resistencia SMD 1,6 OHM (Ω), 1/10 Watt (W)	1

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Figura 3. Muestra del bombillo de 12 vatios

2. Diseño del circuito eléctrico y la máscara

Las figuras 4 y 5 son las etiquetas impresas en toner, deben ser estampadas por sublimación en la cara de cobre de la baquelita y en el envés de la misma. La primera de esta figura es el circuito con sus pistas y la segunda muestra la ubicación de los dispositivos electrónicos que conforman el circuito eléctrico.

Figura 4. Circuito Eléctrico del bombillo

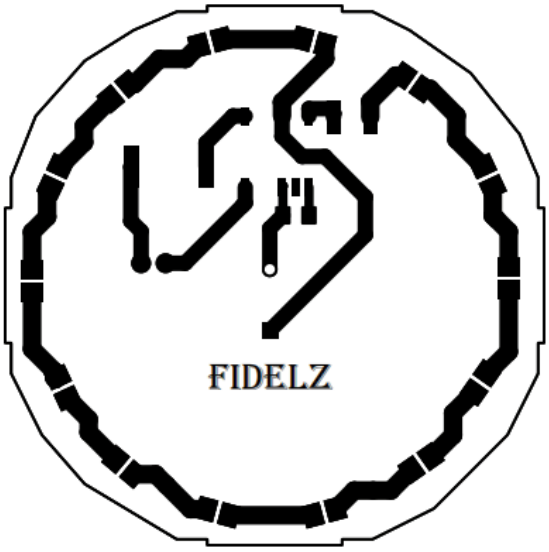
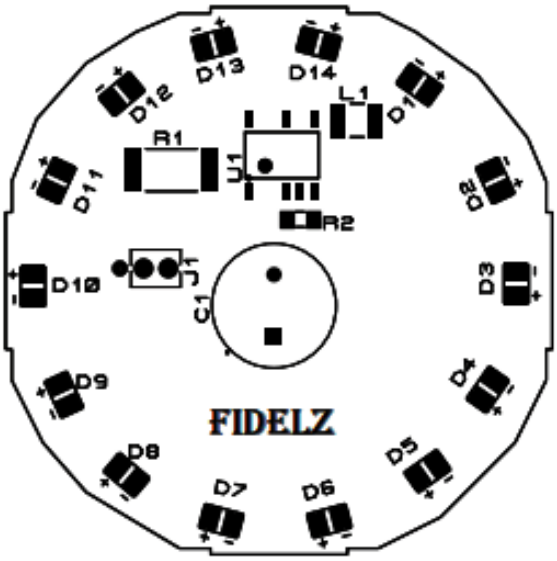


Figura 5. Máscara o envés de la baquelita



3. Preparación de la baquelita

Se refiere al dimensionamiento y forma geométrica final de la baquelita del circuito eléctrico del bombillo. (Figura 6)

Figura 6. Ajuste dimensional de la baquelita

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

4. Impresión del circuito eléctrico en la baquelita

El proceso se denomina sublimación, es decir, pasar del estado sólido al de vapor. La Sublimación es un método que permite transferir imágenes impresos en un papel especial a un objeto (camiseta, taza, plato, porta retratos, tela, cerámica, madera, carcasa de teléfono, bolso, azulejos, eta.).

Figura 7. Impresión del circuitoe en la baquelita

5. Rectificación de las pistas del circuito

Luego de la sublimación del circuito en la baquelita, se debe comprobar la continuidad del estampado de las pistas, si se observa trazos incompletos se debe proceder a cubrir con corrector liquido.

6. Reducción del cobre con ácido

El cloruro férrico o también llamado Ácido para Quemar Baquelas (Baquelita) es utilizado para el rebelado de cobre en la elaboración de circuitos impresos o también llamado PCB. Este actividad se realiza luego del estampado del circuito en la baquelita y el conformado de las pistas que hayan quedado defectuosas.

Figura 8. Pistas del circuito rectificadas

Figura 9. Limpieza de la baquelita luego del tratamiento con ácido

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

7. Perforación de la baquelita

Esta acción se hace para ubicar sobre la baquelita los componentes soldables del bombillo como lo son el Capacitor y las resistencias.

Figura 10. Perforación de la baquelita

8. Montaje de los componentes Electrónicos en la baquelita

Luego del despiece y terminado el proceso de procura de los componentes electrónicos se procedió al ensamble. El proceso tuvo como característica la combinación de tecnología SMD (diodos LED) y los elementos soldables con estaño 60/40.

9. Montaje del prototipo de circuito en el disipador

Una vez concluido el montaje de los componentes electrónicos del bombillo y realizada la prueba de continuidad se procede al montaje en el difusor y al encendido. En la figura 13 y 14 muestran el montaje de la tarjeta y el encendido del bombillo.

Figura 11. Montaje de los LED SMD

Figura 12. Ensamble total de los componentes del circuito

Figura 13. Montaje de la tarjeta en el difusor

Figura 14. Prueba de encendido del bombillo

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

10. Pruebas de Funcionamiento

En la tabla 2, se muestran y describen las pruebas de funcionamiento (F) y Calidad (C) del bombillo.

Tabla 2. Pruebas del Bombillo LED de 12 vatios

Nº	*Descripción*	*T*
1	**Prueba de Circuito "In Circuit Test" (ITC):** Estos hacen una comprobación rápida y muy exacta del problema en el IC. En este Tester de Circuitos Integrados Digitales se puede localizar fallas provocadas por cortocircuito en las pistas que quedaron deficientes o se unieron, temperatura y fallas intermitentes.	F
2	**Análisis secuencial de diodos:** Con el multimetro medir ánodos y cátodos: Identifique los terminales ánodo y cátodo del diodo. Mantenga el multímetro digital (DMM) en modo de comprobación de diodos girando la perilla central al lugar donde se indica el símbolo del diodo. En este modo, el multímetro puede suministrar una corriente de 2 mA aproximadamente entre los cables de prueba.	F
3	**Temperatura (40 C ~ 45 C):** Para realizar tomas de temperatura en distintos puntos y componentes de la instalación en el siguiente orden: -Medir la temperatura en la habitación y en la barra antes de encenderla. - La temperatura del centro de la barra o disipador de calor en su parte posterior. - La temperatura en la superficie donde están instalados los LEDs. - La temperatura sobre el disipador de calor de los LED. - La temperatura en la resistencia. - En la Bobina **Nota:** Dejar funcionando por espacio de 5 minutos antes de comenzar con las tomas de muestras de temperatura.	(C)
4	**Temperatura del Color:** Es una magnitud física asociada con el tono de la luz, cada temperatura corresponde a un solo tono. Se mide en kelvin mediante la comparación directa entre dos luces, como podría ser la observación de una hoja de papel blanca bajo una luz de tungsteno (lámpara incandescente) y otra bajo la luz de un tubo fluorescente (luz de día) simultáneamente. Los instrumentos utilizados son termómetro infrarrojo y la cámara termográfica.	F
5	**Compatibilidad electromagnética:** Utilizar el analizador de espectro DSA1000 para elaborar el esquema de chequeo preliminar en las condiciones de interferencias electromagnéticas (EMI pre-test).	C
6	**Control de intensidad de flujo luminoso** (atenuación) se realiza con ayuda de controladores PWM.	
7	**Análisis de propiedades luminiscentes de diodos LED:** Se utilizan aparatos ópticos de medición, tales como esfera fotométrica (esfera de Ulbricht) y espectrómetro.	C
8	**Prueba de encendido:** Es el tiempo acumulado que dura el bombillo hasta la pérdida de sus propiedades técnicas de funcionamiento.	F
9	**Temperatura alta:** Se realizan en un probador de vida útil del bombillo LED CH300, a una temperatura de 65ºC, 70 ciclos.	F/C
10	**Esfera de ULBRICHT:** Es un dispositivo que capta toda la radiación emitida por una fuente de luz a la vez. Medir el flujo luminoso o la potencia radiante requiere más tiempo que usar esferas integradoras, los resultados son mucho más precisos que con esferas integradoras.	
11	**Lux:** El procedimiento consiste en la instalación eléctrica del bombillo LED de 12W a una altura de 2,56 m; desde esta distancia vertical se mide 1,68 m, se construye un triangulo con lados de 1 metro y se toman tres medidas y luego se promedian, el valor obtenido fue de 19,7	F
12	**Tiempo de Vida Útil (maduración):** Se evalúa la proyección lumínica inicial y el periodo de tiempo que transcurre hasta disminuir el rendimiento un 30%.	

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

10. Pruebas de certificación

Estas pruebas son evaluaciones que se realizan para comprobar el cumplimiento de una norma, para ello se llevo al laboratorio certificado para realizarlas, el procedimiento del laboratorio incluye la presentación de tres (3) muestras de Bombillos LED 12W 100-175V, las pruebas a realizar son las siguientes:

1. Pruebas eléctricas a luminarias (Tabla 3 y 4)

2. Pruebas fotométricas a luminarias

Los resultados de las pruebas eléctricas realizadas a las luminarias se reportan en la tabla 5.

La tabla 6 es el resultado de la medición de iluminancia en la esfera de Ulbrict, que es una prueba fotométrica.

Tabla 3. Pruebas iniciales

Nº	*Nombre de la Prueba*	*Observación*
1	Prueba de Circuito "In Circuit Test" (ITC)	Ok
2	Análisis secuencial de diodos	Ok
3	Temperatura (40°C ~ 45°C)	Ok
4	Temperatura del Color:	
5	Prueba de encendido	200 horas
6	Lux	19,73

Tabla 4. Pruebas eléctricas de luminarias

Luminarias (LED de 12 W)	*Voltaje (V)*	*Corriente (mA)*	*FP*
Muestra 1	No operó	No operó	N.O
Muestra 2	120	0,14	0,62
Muestra 3	10	0,13	0,62

Tabla 5. Pruebas fotométricas a tres muestras. Norma IEC 61000-3-2

N	*Voltaje (V)*	*THD V (%)*	*THD C (%)*	*3ro*	*4to*	*5to*
1	x	x	x	x	x	x
2	120	1,8	102,2	74,3	39,8	29,5
3	120	1,6	96	73,7	39,7	29,2

THD: distorsión armónica; X=No operó

Tabla 6. Niveles de iluminancia en lámpara de LED de 12 W

Muestra	*Iluminancia*
1	No operó
2	157
3	129

* Potencia luminica nominal: 840 lom

Tabla 7. Conformidad del ensayo Norma IEC 61000-3-2

N	*Ensayo*	*Cumple*	*No cumple*
1	% de Distorsión de corriente de los tres primeros armónicos impares(3er, 5to y 7mo)con respecto a la corriente funcional		X
2	Factor de potencia superior a 0,5 (norma CSA C861-06)	X	
3	Potencia, esta por debajo de la indicada (10W)		X
4	La iluminancia es inferior a otros bombillos		X

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló un prototipo de tarjeta electrónica para el bombillo LED de 12 W, apoderándonos de las técnicas de construcción del circuito eléctrico sobre la superficie de la baquelita y el posterior ensamblaje de los componentes.

2. Se identificaron todos los componentes electrónicos y funcionales del bombillo LED de 12 vatios.

3. El esquema circuital se realizó utilizando el software proteux, se hicieron varios modelos, seleccionando el que se ajustaba a las dimensiones del bombillo.

4. Las técnicas utilizadas en el conformado del circuito en la baquelita fueron: El montaje superficial refiriéndose a una forma de encapsulado de los componentes electrónicos y el soldado con estaño.

5. En la captación de los componentes electrónicos la limitación fue la bobinas toroidales.

6. En el ensamblaje la dificultad fue la no adherencia del material que recubre el circuito, esto se debe a que el proceso debe ser horneado.

7. Los resultados que se desprenden de las pruebas de laboratorio, se basan en tres muestras con los siguientes parámetros:

1. Porcentaje de distorción.
2. Factor de potencia.
3. Potencia.
4. Iluminancia.

Siendo esto una limitante para la conclusión final.

8. Los resultados que se desprenden de las pruebas de laboratorio es el cumplimiento del factor de potencia superior a 0,5 (norma CSA C861-06). Un factor de potencia bajo indica que el dispositivo está utilizando más energía necesaria para producir la misma cantidad de luz lo que puede aumentar el costo de la energía y reducir la vida útil del dispositivo de iluminación, además de generar perturbaciones en el Sistema Eléctrico Nacional.

9. La Potencia obtenida es de 10 vatios, el valor ideal es 12 vatios

10. Al completar la necesidad de elaborar 182.000.000 de bombillos, el ahorro en energía se estima en 2.888.888,9 Vatios

11. Un factor a tomar en cuenta es la reflexión del aluminio electroabrillantado (86 - 90) %, en comparación de la reflexión de la baquelita de cobre (35 - 80)%: Esto mejoraría los vatios del bombillo.

12. El driver y el conector eléctrico se disponen dentro de la cámara sellada al vacío, esto ocasiona incremento en la temperatura de funcionamiento.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blasco, P (2012). *Apuntes: Iluminación. Universidad Politecnica de Valencia.* [Disponible en: Microsoft PowerPoint - TODO (upv.es)]

Gaceta Oficial Nº 40.523 (2000). *Manual de Instructivos del Laboratorio y criterios de aplicación de Ingenieria.*

ISO (International Organization for Standardization), *normas para procesos, en electrónica en el diseño y desarrollo de productos* (http://www.iso.org/).

Manual Técnico de Iluminación (2009). 1ª edición, Marzo,San José, Costa Rica.

Norma IEC 61000-3-2 " Limits - Limits for Harmonic Current Emissions". Manual de Instructivos del Laboratorio de Luminotecnia y criterios de aplicación de Ingenieria.

RAMÍREZ VASQUEZ, José D. *"Luminotecnia". Enciclopedia CEAC de electricidad. Ediciones CEAC, 1974.*

Riba C. y A. Molina, *Ingeniería concurrente: una metodología integradora. Primera edición, 306, Edicions UPC, Barcelona, España (2006).*

Spivey, A.(2011). *The Mixed Blessing of Phosphor-Based White LEDs. Ventajas e inconvenientes de los focos LED de luz blanca con recubrimiento de fósforo. Environmental Health Perspectives, volumen 119, número 12.* https://ehp.niehs.nih.gov/119-a472]

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Autor: Jairo Salazar

"La gestión del conocimiento es clave para el desarrollo de la empresa"

PLAN DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO TÉCNICO DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD HUMANA DEL CENTRO DE SERVICIO LA YAGUARA

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito proponer un plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimientode equipos electromecánicos para optimizar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara. La población de estudio fue el personal del Departamento de Formación, sobre el cual se aplicó una muestra intencional de carácter censal. La recolección de datos se realizó a través de un cuestionario, previamente validado por juicio de expertos donde los resultados revelaron que, a pesar que el centro de servicio La Yaguara posee los recursos necesarios para la formación de técnicos encargados del mantenimiento del sistema de distribución eléctrica, se identificó la carencia de un plan formal, organizado y coherente de gestión del conocimiento. En consecuencia, como estrategia más adecuada se elabora un plan de formación técnica para la trasferencia de conocimiento en el personal responsable del mantenimiento eléctrico, vale mencionar que cronológicamente esta investigación se ubica a finales del año 2023.

Palabras clave: Mantenimiento, gestión, conocimiento, plan de formación.

ABSTRACT

The purpose of this research propose a technical knowledge management plan for electromechanical equipment maintenance to optimize human reliability in the maintenance department of the CORPOELEC La Yaguara service center. The study population was the Training Department staff, on whom a

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

purposive census sample was applied. Data collection was carried out through a questionnaire, previously validated by expert judgment. The results revealed that, despite the fact that the La Yaguara service center has the necessary resources for the training of technicians in charge of electrical distribution system maintenance, the lack of a formal, organized, and coherent knowledge management plan was identified. Consequently, the most appropriate strategy is to develop a technical training plan for knowledge transfer among the personnel responsible for electrical maintenance. It is worth mentioning that chronologically, this research is located at the end of 2023.

Keywords: Maintenance, Reliability, management, knowledge, motivation.

INTRODUCCIÓN

La Gestión del Conocimiento es un aspecto importante de carácter estratégico a considerar para asegurar la confiabilidad, eficiencia y competitividad organizacional y de los equipos a mantener dentro de la industria. Sin embargo, la literatura académica ha identificado una brecha significativa en su implementación efectiva en contextos como el latinoamericano (Liberonaa & Ruizba, 2013). Esta investigación se enfoca en el Centro de Servicio La Yaguara de CORPOELEC, donde la pérdida de capital humano técnico ha generado un aumento en las fallas operacionales y una disminución crítica en la capacidad de respuesta.

El objetivo central de este estudio es elaborar un plan de formación continua para gestionar los conocimientos técnicos del personal de mantenimiento del sistema eléctrico de distribución. La investigación se desarrolló mediante un enfoque de campo, centrándose en el personal clave de formación dentro del Centro de Servicio La Yaguara. El trabajo se estructura en varias fases: primero, se realizó un diagnóstico exhaustivo de la situación actual de la gestión del conocimiento a través de entrevistas en campo con el personal involucrado. Posteriormente, se presenta el análisis de los resultados obtenidos.

Finalmente, este estudio concluye con una propuesta de formación técnica que busca mitigar la fuga de capital intelectual y fortalecer la confiabilidad operacional del sistema de distribución eléctrica.

LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En el Centro de Servicio la Yaguara de CORPOELEC se encuentra afectada la operatividad de los equipos debido a diferentes aspectos en forma general y en particular por el factor humano, debido a la situación actual que vive el país, relacionado con la crisis originada por el bloqueo económico unilateral arbitrario e ilegal que tiene el imperio al Estado Venezolano.

Lo que ha traído como consecuencia una migración importante de personas que laboraban en el sector público y hoy día han desertado al sector privado o incluso fuera del país, y CORPOELEC no escapa de esta situación, específicamente el Departamento de Mantenimiento del Centro de Servicio La Yaguara, de 120 personas que laboraban en dicho departamento, hoy día quedan 67 tal como se muestra en el cuadro 1. Evidenciando la fuga del capital Humano.

Cuadro 1. Caracterización técnica del centro de servicio La Yaguara

Personal de servicio en el año 2010	*Personal de servicio en el año 2021*
120 Personas	67 Personas de las cuales hay solo 62 activos.

Fuente: Centro de Servicio La Yaguara (2021).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Adicionalmente según cifras mostradas por el personal del Centro de Servicio la Yaguara, se observó la relación de fallas atribuibles al factor humano comparando específicamente los años 2010 y 2021, tal como se presenta en el Cuadro 2, donde se aprecia que en el año 2010 las cantidad de fallas atribuibles al factor humano representaban el 40,91% del total de las fallas reportadas, y para el año 2021 esta cifra subió a 43,63% evidenciando estas cifras que se ha incrementado la cantidad fallas atribuibles al factor humano.

Cuadro 2. Relación de fallas atribuibles al factor humano

Causa de la Fallas	*2010*	*%*		*2021*	*%*
Total de Fallas Presentes en el Sistema	1.320	100%		887	100%
Desconocida	477	36,14%		269	30,33%
Defecto de Instalación	46	3,48%		97	10,94%
Conexión Floja	15	1,14%		19	2,14%
Orden Mal Ejecutada	2	0,15%		2	0,23%
Atribuibles al Factor Humano	540	40,91%		387	43,63%

Fuente: Centro de Servicio La Yaguara (2021).

De igual forma según información aportada por el Centro de Servicio La Yaguara de CORPOELEC, se pudo conocer el tiempo promedio de atención de las fallas tanto para el año 2010 como para el año 2021, tal como se presenta en el Cuadro 3, donde se aprecia que el tiempo promedio de atención de fallas se incrementó considerablemente en para el año 2021 en comparación con el año 2010,evidenciando esto que ciertamente ha disminuido la capacidad de atención de fallas.

Cuadro 3. Relación promedio del tiempo de atención de las fallas

Año	*Cantidad de Fallas*	*Promedio del T. Total*
2010	1320	278,73
2021	887	479,79

Fuente: Centro de Servicio La Yaguara (2021).

Situación que representa un problema porque esas cifran aparte de mermar la capacidad operativa representa gran fuga del capital humano es el caso que las personas que han renunciado en su mayoría eran técnicos certificados dentro de la empresa y en la actualidad no hay formación de personal de relevo situación que impacta directamente en la confiabilidad operacional del sistema.

Ahora bien ante la situación antes descrita no hay un plan para gestionar el conocimiento técnico para la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de Distribución en el Centro de Servicio La Yaguara de CORPOELEC y garantizar que la situación mejore a corto o mediano plazo y esto se viene presentando debido a que aun teniendo los recursos necesarios para atender esta problemática antes descrita, no se ha desarrollado una estrategia para la gestión del conocimiento, entendiendo que un conjunto de actividades y procesos que fortalecen el intercambio de información y experticia dentro de una organización o grupo de profesionales, con el fin de mejorar el rendimiento de la organización o los resultados de un proyecto.

En tal sentido, al no existir una gestión del conocimiento trae como consecuencia que se vea afectada la operativa del personal encargado del mantenimiento de los equipos electromecánico del Sistema de Distribución Eléctrica en el Centro de Servicio La Yaguara.

De continuar así la situación se verá mermada aún más la capacidad operativa del personal

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

técnico encargado realizar mantenimiento a los equipos electromecánicos del Sistema de Distribución Eléctrica en el Centro de Servicio La Yaguara.

En tal sentido para mejorar la situación actual se recomienda elaborar un plan de Formación continua para gestionar los conocimientos técnicos del personal encargado del mantenimiento de los equipos electromecánicos del Sistema de Distribución Eléctrica en el Centro de Servicio La Yaguara.

DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Mantenimiento

Según la Norma COVENIN número 3049-93 el mantenimiento es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a su estado específico para que pueda cumplir con un servicio determinado.

Confiabilidad Operacional

La Confiabilidad Operacional García (2017), se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control, de la producción industrial.

En los procesos industriales en indispensable contemplar todos los elementos que se considere necesario para optimizar el servicio tal es el caso de CORPOELEC, más cuando por mandato constitucional el Estado se reserva la responsabilidad de la operación de estas importantes empresas del servicio eléctrico.

Confiabilidad Humana

García (2017), la confiabilidad del Talento Humano se define como la probabilidad de desempeño eficiente y eficaz de las personas, en todos los procesos, sin cometer errores o fallas derivados del conocimiento y actuar humano, durante su competencia laboral, dentro de un entorno organizacional específico. La confiabilidad humana incluye múltiples elementos para la proyección personal, que permita optimizar los conocimientos, habilidades y destrezas de los individuos con el fin de generar Capital Humano.

García (2017), El conocimiento y su gestión como estrategia competitiva en los mercados globales, regidos por la incertidumbre y los rápidos cambios, parece haberse convertido en factor clave del éxito de las organizaciones. Generar la nueva Cultura de la Confiabilidad de los activos fijos implica gerencia de forma eficiente y eficaz el conocimiento.

La Gestión del Conocimiento

Se puede definir como un conjunto de procesos (tecnológicos, estructurales, institucionales) orientados a la adquisición, administración, organización, transferencia, generación y distribución del conocimiento, en un entorno colaborativo cualquiera sea su propósito o misión.

En otra definición se puede considerar como el Proceso holístico que provee el personal capacitado, con conocimiento, para ejercer sus funciones y preservar el Capital Intelectual de la organización, lo cual permite dirigir las acciones a satisfacer las demandas y apoyar las oportunidades de explotación de las fortalezas de la empresa.

De allí la importancia de obtener información de utilidad y determinar cuáles son los instrumentos adecuados para conseguirla, en resumen, esa es la función de la Gestión del Conocimiento y se encuentra íntimamente ligada al Capital Intelectual que está constituido por los activos intangibles (Imagen empresarial, principios esenciales, cultura corporativa, conocimientos explícitos e implicito

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

habilidades, destrezas y las aptitudes generales procedimientos operacionales, etc.

El Objetivo de la Gestión del Conocimiento es distribuirlo a todas las áreas de la organización y promover el intercambio permanente para trasladar el éxito de una actividad definida a otras actividades que puedan aprovechar esos conocimientos. El conocimiento es útil, solo cuando puede ser aplicado y soporta la toma de decisiones.

La importancia de la confiabilidad humana en la gestión de activos

Una parte crucial para la gestión del mantenimiento de activos precisa y efectiva es la acción de las personas. Si no hay una cultura de cuidado, uso y mantenimiento de los activos en la empresa, es muy difícil que se logre una gestión de mantenimiento a largo plazo. Por lo tanto, es importante contar con un modelo de confiabilidad humana que permita optimizar la interacción hombre-máquina.

Al considerar la importancia del factor humano en la gestión de activos, ésta se vuelve crítica en los rubros de aviación, plantas nucleares y cementeras, entre otros, donde un accidente puede llevar a pérdidas humanas y/o económicas no admisibles. El error humano es el más peligroso, ya que es inevitable y escapa de lo controlable o medible. La minimización de errores humanos es la clave para aumentar confiabilidad operativa, que es la interrelación óptima entre la confiabilidad del equipo, la confiabilidad de los procesos y la confiabilidad humana.

El modelo de la confiabilidad humana comienza con una estrategia que tiene como objetivo lograr la máxima continuidad operacional de plantas y equipos por factor humano. Para ello, se deben definir cuáles son las causas de la indisponibilidad, las cuales se dividen en aptitud y actitud. La reducción en aptitud se debe a la falta de competencia, que se puede abordar a través de las siguientes acciones:

1. Ejecutar un plan de sostenibilidad y de cambio cultural

2. Ejecutar un plan de formación

3. Plan de aseguramiento del conocimiento

4. Evaluaciones del desempeño

5. Revisión de competencias

Por otro lado, si hay un problema de actitud en los equipos de trabajo, se puede interpretar como que existe una falta de motivación, la que es posible tratar con un plan de incentivos y/o un plan integral para el mejoramiento del clima laboral.

Anticiparse a los fallos en un sistema hombre-máquina requiere un modelo fundamental que debe ser un modelo de cómo el funcionamiento humano está determinado por el contexto o las circunstancias.

METODOLOGÍA

La investigación que se desarrollara es de tipo descriptivo, pues busca estudiar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del Centro de Servicio de CORPOELEC La Yaguara, enfocado desde la capacitación y motivación del personal encargado de realizar el mantenimiento al sistema eléctrico de distribución del referido centro de servicio.

El diseño seleccionado fue de campo enmarcado en la modalidad de Proyecto Factible, se tomará como población al personal que labora en el departamento de Formación en el Centro de Servicio La Yaguara.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Cuadro 4. Relación del personal que labora en el Departamento de Formación del Centro de Servicio La Yaguara de CORPOELEC

Cargo	*Cantidad de personal*
Instructor de Líneas Aéreas	2
Instructor de Líneas Subterráneas	1
TOTAL	03

Fuente: Centro de Servicio La Yaguara

La técnica que se aplicara para la recolección es la Entrevista estructurada, enmarcado en una investigación cuantitativa. Vale destacar que esta entrevista será estructurada con preguntas cerradas por ítems, la cual será condensada en un cuestionario donde se recogen los elementos de interés particular para la presente investigación, Para medir la validez del instrumento se aplicará la técnica de juicio de tres expertos quienes evaluaran el instrumento y darán su punto de vista en cuanto a pertinencia, coherencia, redacción y si cumple con los objetivos planteados en el estudio, y las variables.

ANÁLISIS DE DATOS

A continuación se presentan los resultados obtenido de la aplicación de los instrumentos aplicados a la muestra seleccionada en la ejecución de la investigación. El instrumento aplicado es una escala de estimación que consta de tres partes donde pretende recoger información del personal de facilitadores, material pedagógico para la formación técnica y el área de formación, cabe destacar que las repuestas obtenidas en el instrumento aplicado son la percepción incondicional de cada uno de los participantes y se recogió la información en el centro de Servicio la Yaguara específicamente en la escuela de formación de linieros.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Objetivo Especifico 1: Diagnosticar la situación actual en cuanto a la gestión del conocimiento técnico para la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC.

En el presente instrumento se puede apreciar que en el centro de servicio La Yaguara existe personal calificado para asumirlas funciones de facilitadores y brindar orientaciones a posibles estudiantes de la formación técnica para trabajar en el área de mantenimiento técnico al sistema de distribución eléctrica.

Cuadro 5. Parte I: Talento Humano que pueda cumplir con la función de facilitadores

Nº	*Aspectos a Considerar*	*Ausente 1*	*Deficiente 2*	*Regular 3*	*Bueno 4*	*Excelente 5*
1	Personal Comprometido con las Funciones del Departamento.					X
2	Personal con amplia Trayectoria dentro del departamento.					X
3	Personal con habilidades técnicas para cumplir con las funciones técnicas del Departamento.					X
4	Personal con formación docente.					X

Fuente: Jairo Salazar (2023)

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Cuadro 6. Parte II: Material de instrucción en la formación técnica para realizar mantenimiento a los equipos electromecánicos en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC

Nº	*Aspectos a Considerar*	*Ausente 1*	*Deficiente 2*	*Regular 3*	*Bueno 4*	*Excelente 5*
1	Pensum de formación Técnica en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos.	x				
2	Material didáctico para la formación del personal técnico en mantenimiento electromecánico.				X	
3	Plan de formación técnica en el área de mantenimiento electromecánico.	X				

Fuente: Jairo Salazar (2023)

En esta parte de la investigación se parecía que en el centro de servicio la Yaguara cuentan con un pénsum de estudio e incluso con material didáctico, mas no cuentan con la planificación y programación correspondiente a la formación técnica en tal sentido se hace necesario elaborar un plan de formación técnica para atender la capacitación del personal técnico de mantenimiento.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Cuadro 7. Parte III: Ambiente para formación de técnicos en mantenimiento electromecánico del centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC

Nº	*Aspectos a Considerar*	*Ausente 1*	*Deficiente 2*	*Regular 3*	*Bueno 4*	*Excelente 5*
1	Ventilación					X
2	Iluminación					X
3	Acústica					X
4	Dinámica de colores					X
5	Instalaciones sanitarias					X
6	Instalaciones eléctricas					X
7	Normas de HSI					X

Nº	*Aspectos a Considerar*	*Ausente 1*	*Deficiente 2*	*Regular 3*	*Bueno 4*	*Excelente 5*
8	Aspectos antropométricos					X
9	Zona de almacén					X
10	Zona de Instrucción teórica					X
11	Zona de práctica					X
12	Estado de los equipos eléctricos				X	
13	Estado de las herramientas				X	
14	Estado de los instrumentos de medición				X	
15	Presencia de extintores					X
16	Señalización de áreas adecuadas				X	

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

En cuanto al ambiente de Formación técnica, es evidente que en el centro de servicio La Yaguara se cuenta con las instalaciones, condiciones y recursos prácticos necesarios para iniciar un curso de formación técnica y capacitar al personal para brindar mantenimiento a los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución.

Objetivo Especifico 2: Considerar la gestión del conocimiento técnico para la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio la Yaguara de CORPOELEC.

Cuadro 8. Estrategias para gestión del conocimiento presentadas al personal de formación del centro de servicio La Yaguara para su selección.

Ítem	*Estrategia*	*Apreciación*
1	Plan de Formación Técnica	Se entrevistó al personal encargado de la formación técnica en el centro de servicio la Yaguara y se inclinan por la necesidad de tener un plan de formación técnica que les facilite el trabajo de programar un curso de Formación técnica, y por eso le mayor prioridad a esta estrategia.
2	Manuales y Procedimientos Técnicos	En cuanto a esta estrategia manifiestan tener abundante información.
3	Charlas	Estas estrategias van a estar a juicio del jefe de grupo que se tome un tiempo determinado antes de salir al campo, para discutir con el Personal aspectos técnicos relacionados al servicio que prestan.

Fuente: Jairo Salazar (2023)

En dicho cuadro N° 8 se aprecia que la estrategia más urgente es la elaboración de un plan de formación técnica que les facilite programas cursos de formación técnica dirigidos al personal que tiene la responsabilidad de operar y mantener el Sistema eléctrico de distribución en del Centro de Servicio La Yaguara.

Es importante destacar que uno de los entrevistados considera que desde la perspectiva organizacional, se requiere:

1. Personal con la competencia y formación académica en las áreas de dirección.

2. Formación gerencial.

3. Liderazgo.

Objetivo Especifico 3: Elaborar un plan de gestión del conocimiento técnico para mejorar la confiabilidad humana en la atención de los equipos electromecánicos del sistema de distribución eléctrico en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC.

En esta etapa de la investigación se consultó con los entrevistados cuales serían los contenidos más acertados a considerar en un plan de formación de técnicos en mantenimiento para atender el sistema eléctrico de Distribución y manifestaron que a grandes rasgos los contenidos básicos a considerar deben ser:

1. Normas de Higiene y Seguridad Industrial.

2. Parámetros Eléctricos.

3. Circuitos Series y Paralelos.

4. Transformadores eléctricos.

5. Dispositivos de Maniobra y Control.

6. Definiciones Básicas de Mantenimiento.

7. Elementos básicos para realizar Mantenimiento al sistema de Distribución Eléctrica.

Todos estos aspectos se presentaran a continuación en el capítulo V de la presente investigación donde se desarrolla a detalle la propuesta.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la situación actual en cuanto a la gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara.

2. Seleccionar los contenidos apropiados para elaborar un plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara.

3. Elaborar un plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara.

JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La importancia de desarrollar un plan de plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos radica tener un personal más capacitado en el área técnica y eso va a mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara, y con esta busca que mejoren los indicadores de mantenimiento del centro de servicio.

De igual forma este plan de gestión del conocimiento será un gran aporte, puesto que puede ser usado como plan piloto para replicar la iniciativa en otros centros de servicios bien sea de la región capital o a nivel nacional, en especial en aquellos centros de servicios donde las condiciones actuales de la gestión del conocimiento sean parecidas o más desfavorable que las del Centro de Servicio La Yaguara.

Con este plan de gestión del conocimiento técnico en el área de Mantenimiento de los equipos electromecánicos se verán beneficiados directamente los trabajadores del departamento del centro de servicio la Yaguara y servirá como referencia para la formación de los futuros técnicos que tengan intención de trabajar en el referido centro de servicio.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

Para desarrollar la propuesta de un plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara hay varios elementos que se deben tener en cuenta considerando que se trata de intercambio de conocimiento en un entorno industrial pero bajo ciertas especificaciones académicas y como todo acto educativo tiene algunos parámetros básicos a considerar tal cómo se mencionan a continuación.

1. **Talento Humano:** el personal considerado a participar en la propuesta desde el rol de instructor, son los técnicos con amplia experiencia laboral en el sistema de distribución eléctrica y que adicionalmente están formados como facilitadores y ya tiene experiencia previa en esta área. Es importante mencionar que estos técnicos son empleados de CORPOELEC.

2. **Espacios Académicos:** El Centro de Servicio La Yaguara cuenta con las instalaciones adecuadas para la actividad académica, las cuales en el año 2022 fueron acondicionadas para tal fin, vale destacar que cuenta con el área de instrucción o clase teórica y adicionalmente cuenta con área de práctica, en especial para las practica de ascenso y descenso de los postes, en lo referente a las actividades prácticas de transformadores eléctricos se cuentan con el apoyo del taller de reparación de transformadores del mismo centro de servicio.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

1. Recursos instruccionales: en el Centro de Servicio La Yaguara cuentan con guías, procedimientos técnicos y otros recursos que sirven como apoyo instruccional para la desarrollar el plan de Gestión del Conocimiento.

2. Materiales y equipos: en el Centro de Servicio la Yaguara se cuenta en su mayoría con los materiales y equipos necesarios para desarrollar el plan de gestión del conocimiento entre los que se destacan:

2.1 Instrumentos de medición.
2.2 Herramientas.
2.3 Equipos especiales.
2.4 Dispositivos eléctricos.
2.5 Materiales (cables,Cintas aislantes, mecates entre otros) o Vehículos adaptados para la labor de mantenimiento.

De los materiales y equipos necesarios se puede decir que hace falta un osciloscopio, y materiales de alta rotación como son cables, conectores, Cintas Aislantes entre otros.

Cuadro 9. Resumen del presupuesto por partida de la propuesta

Ítem	Descripción	Costo total (Bs.D)	Costo Total (USD)
1	Equipos Especiales	551.468,64	14.512,33
2	Equipos de Protección	91.770,00	2.415,00
3	Instrumentos de medición	85.500,00	2.250,00
4	Materiales	23.560,00	620,00
5	Personal	20.000,00	526,32
6	Papelería	16.872,00	444,00
	Sub Total	329.662,00	8.675,32
	IVA16%	38.032,32	1.000,85
	Total	367.694,32	9.676,17

En la tabla anterior se presenta un resumen del presupuesto de la propuesta ordenado de forma descendente, tanto en Bolívares como en Dólares, vale destacar los precios presentados están calculados a un dólar de 38,00 Bs (mes de noviembre 2023). Para tener una holgura en el presupuesto de al menos 30 días debido a la movilidad cambiaría del mercado nacional.

Duración del Plan de Gestión del Conocimiento

El plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara, esta dimensionado para durar 3 mese considerando jornadas académicas tanto teóricas como prácticas de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 11:45 a.m. y de 01: p.m. a 04:45 p.m., en un lapso de 12 semanas para un total de 720 horas académicas (horas de 45 minutos) de formación.

En tal sentido se puede concluir que una vez analizado el contexto de formación técnica en el centro de servicio la Yaguara se evidencia que cuenta con todos los elementos para iniciar la formación de técnicos solo se requiere tener a disposición el plan de formación e iniciar el proceso de captación.

Selección de los contenidos apropiados para elaborar un plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara.

En cuanto a la selección de los contenidos a contemplar en un plan de formación de los técnicos del Centro de Servicio la Yaguara, previa consulta con el personal encargado de la escuela del centro de servicio se acordó contemplar los siguientes temas:

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

1. Normas de Higiene y Seguridad Industrial.

2. Definiciones Básicas de Mantenimiento.

3. Parámetros eléctricos.

4. Transformadores eléctricos.

5. Elementos Básicos de Operación y Mantenimiento del sistema de Distribución Eléctrica.

Plan de gestión del conocimiento técnico en el área de mantenimiento de los equipos electromecánicos para mejorar la confiabilidad humana en el departamento de mantenimiento del centro de servicio CORPOELEC La Yaguara.

Este plan responde básicamente a las necesidades actuales del Centro de Servicio la Yaguara en cuanto a la formación de personal técnico que responda a la operación y mantenimiento del Sistema de Distribución Eléctrica, en tal sentido se tomaran en cuenta los contenidos antes mencionados para realizar una planificación académica que permita programar un curso de formación de técnicos para fortalecer las actividades de mantenimiento que se desarrollan en el centro de Servicio la Yaguara desde la gestión del conocimiento.

Requisitos para participar en el curso

1. Educación Básica (Técnico Medio o Bachiller).

2. Laborar o pretender trabajar en el sector eléctrico.

3. Mayor de Edad.

4. Sin limitaciones físicas o mentales.

Requisitos para los Instructores

Que sea personal técnico del centro de servicio la Yaguara con amplia experiencia como técnicos linieros, y que estén capacitados como instructores.

Lugar de Instrucción

Centro de Servicio La Yaguara ubicado en el Km 3 de la carretera el junquito subiendo por La Yaguara.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Recursos estimados

En cuanto los recursos se puede decir que el centro de Servicio La Yaguara cuenta con todo lo necesario para iniciar el proceso de formación técnica del personal, entre los que destaca:

Vale destacar que los elementos faltantes no limitan el desarrollo de las actividades, debido a que puede fortalecer esas necesidades con la experiencia de los técnicos y pueden compartir en el desarrollo de las actividades laborales en una especie de pre-pasantías donde afiance las teorías y prácticas vistas en clase.

Ítem	***Descripción***	***Observación***
3	Equipos de Protección	
3.1	Guantes de Carnaza	El centro de Servicio la Yaguara cuenta con estos materiales en el almacén.
3.2	Lentes de Protección	
3.3	Casco de Protección	
3.4	Botas de Seguridad	
3.5	Camisas	
3.6	Pantalón	
4	Instrumentos de medición	
4.1	Osciloscopio	Es necesario adquirir por lo menos uno de estos instrumentos.
4.2	Pinza Amperimétrica	El centro de Servicio la Yaguara cuenta con estos instrumentos
4.3	Osciloscopio	Es necesario adquirir por lo menos uno de estos instrumentos.
5	Papelería	
5.1	Hojas Tamaño carta	El centro de Servicio la Yaguara cuenta con estos materiales en el almacén.
5.2	Cuadernos	
5.3	Lápiz	
5.4	Carpeta Marrón Tamaño Carta	
5.5	Marcador para pizarra	
6	Equipos Especiales	
6.1	Pértiga	El centro de Servicio la Yaguara cuenta con estos Equipos especiales.
6.2	Escaleras Telescópica	
6.3	Maneas OCinchas	

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

En cuanto al contenido a desarrollar en el plan de formación se recomienda la siguiente estructura debido a que de la forma que están concebidos, los estudiantes van a ir avanzando según el grado de complejidad de los objetivos y los contenidos de forma tal que estén concatenados unos con otros conservando el grado de complejidad y pertinencia al tipo de técnico que se está formando, para que las actividades académicas no parezcan atropelladas en cuanto al desarrollo de las clases y sus procesos de evaluación.

ESTRUCTURA PROGRAMÁTICA DEL CONTENIDO

Objetivo General 1: Promover condiciones seguras de trabajo	
Objetivos Específicos	***Contenidos***
1.1 Definir las normas de Higiene y Seguridad industrial.	- Definición de Higiene Industrial (HI). - Definición de Nomas. - Tipos de Normas.
1.2 Identificar las condiciones de trabajo seguro.	- Definición de Accidente e Incidente. - Clasificación de los accidentes. - Definición de Condiciones Inseguras. - Definición de actos inseguros.
1.3 Conocer las Normas Básicas de Higiene y Seguridad Industrial.	- Normas Básicas de Higiene y Seguridad Industrial. - Códigos de Colores en las Normas de HSI
1.4 Conocer las Condiciones Seguras de trabajo.	-Equipo básico de seguridad (overol, zapatos, guantes dieléctricos, casco y gafas). - Orden y limpieza - Insumos para el orden - La limpieza del lugar de trabajo antes, durante y despues de su ejecución - Control de residuos industriales - Puesta a tierra - Operación del equipo de puesta a tierra (PAT) - Identificaciòn de los niveles de corriente que producen daños corporales - Descripciòn de los efectos del paso de la corriente eléctrica -Transporte de equipos

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Objetivo General 5: Analizar los elementos de operación y mantenimiento del sistema de Distribución eléctrica.	
Objetivos Específicos	***Contenidos***
	abandonado. Agentes que afectan la calidad de la instalación.
5.3 Comprender la operación y mantenimiento con pértigas	-Aspectos Constructivos. -Aspectos Eléctricos. -Aspectos Dieléctricos. -Rigidez Dieléctrica. -Tipos Dieléctricos. -El arco eléctrico y sus efectos. -Características mecánicas. -Detectores de media y alta tensión -Limpieza -Reparación de pequeñas roturas -Restauración de brillo -Transporte y almacenamiento -Panes metálicas -Recomendación en faenas -Distancias mínimas -Recomendación
5.4 Conocer las escaleras de fibra y su uso.	-Definición. -Partes -Forma de uso -Rutinas de mantenimiento
5.5 Estudiar los dispositivos de Maniobra y control.	-Definición y principio de funcionamiento de: Contactores. Relé. Fotocelda. Temporizadores. Interruptores Disyuntores Pulsadores

CONCLUSIÓN

Una vez finalizada esta etapa de la investigación se puede concluir que:

1. La situación actual en cuanto a la gestión del conocimiento técnico para la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC es bastan te favorable, es el caso que tiene al alcance espacios para instrucción, material instruccional, y una serie de instrumentos, equipos y demás materiales que pueden ser usados para iniciar las actividades inherentes a un plan de gestión del conocimiento.

2. Las acciones más favorables para la gestión del conocimiento técnico para la atención de los equipos Electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC, definitivamente es un plan de formación debió a que tienen en gran medida los recursos necesarios incluyendo el talento humano que servirá de facilitadores en el plan de formación.

3. La estrategia más adecuada para gestionar el conocimiento en el centro de servicio la Yaguara es elaborar y ejecutar un plan de

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

formación técnica del personal encargado del mantenimiento eléctrico.

4. Elaborado el plan de gestión del conocimiento técnico para la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC, solo queda aplicarlo y posteriormente evaluar los resultados obtenidos. De forma tal que se puedan tomar los correctivos necesarios para optimizar el proceso de formación de los técnicos.

Adicionalmente en el desarrollo de esta investigación también se pudo apreciar que:

1. La insatisfacción socioeconómica que ha afectado a gran parte de la sociedad venezolana en los últimos años especialmente en el sector público, ha llevado a muchas personas a emigrar bien sea al sector privado o fuera del país, dejando la corporación en una situación desfavorable debido a que ha mermado la cantidad de personas que están calificadas para realizar el mantenimiento a los equipos electromecánicos del sistema de distribución eléctrica del centro de Servicio la Yaguara.

2. Ciertamente la cantidad de personas que labora en el centro de servicio la Yaguara ha disminuido pero mucho de los que quedan han asumido un papel protagónico debido a que con menos recursos se han enfrentado a una mayor cantidad de fallas y de una u otra forma han hecho lo posible por mantener activo el sistema.

3. La falta de preparación de algunas de las personas encargadas del mantenimiento ha afectado los indicadores de mantenimiento y se hizo evidente en el aumento del tiempo de duración las fallas.

RECOMENDACIONES

Luego de desarrollar la investigación y analizar los resultados que arrojó el instrumento de recolección de información se recomienda:

1. Aprovechar los recursos académicos existentes en el centro de servicio La Yaguara para darle respuesta a la necesidad fehaciente de gestionar los conocimientos técnicos en el referido centro de servicio.

2. Si bien es cierto que las acciones para la gestión del conocimiento técnico par a la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC, mas recomendado es un plan de formación técnica, no descuiden o descarten de un todo las charlas antes de comenzar la jornada de reuniones periódicas para discutir acciones del trabajo, de compartir experiencias con otros centros de servicios para socializar las experiencias en, materia de operación y mantenimiento del sistema de distribución eléctrica.

3. Elaborar un plan de formación específico para cada aspecto técnico académico que necesiten fortalecer la atención de los equipos electromecánicos del sistema eléctrico de distribución en el centro de servicio La Yaguara de CORPOELEC.

4. Se debe captar personal para llegar a la cota de operación óptima (120 personas aproximadamente) como lo tenían en el año 2010.

5. Formalizar cursos de preparación del personal de nuevos ingresos.

6. Mejorar las condiciones socio económicas para garantizar la permanencia del personal laborando para la Corporación.

7. Desarrollar una línea de investigación en el área de Confiabilidad Operacional para hacer una evaluación completa de la confiabilidad tanto del proceso como de los equipos.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

8. Desarrollar y evaluar un plan de formación técnica dirigido al personal encargado del mantenimiento Electromecánico del sistema eléctrico de distribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Norma Venezolana COVENIN, Mantenimiento Definiciones 3049 93.

La Confiabilidad Humana base del MantenimientoIndustrial, Oliverio García Palencia, Articulo en línea, https://www.academia.edu/10765802/La_Confiabilidad_Humana_base_del_Mantenimiento_Industrial_CYTED_2012 consulta realizada el 22 de abril de 2022.

La Cultura de la Confiabilidad Operacional, **Oliverio García Palencia**, Articulo en línea, https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/la-cultura-de-la-confiabilidad- operacional **consulta realizada el 22 de abril de 2022.**

Liberona, D., & Ruiz, M.(2013). *Análisis de la implementación de programas de gestión del conocimiento en las empresas chilenas.* Estudios Gerenciales, 29(127), 151-160.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Autor: Franklyn López

Co-Autor: Charlee Robles

"El éxito de la transición energética en la Amazonía depende de lograr alinear la innovación con la cosmovisión ancestral"

ENERGÍA SOLAR COMUNITARIA COMO INSTRUMENTO DE SOBERANIA NACIONAL Y DEL DESARROLLO INTEGRAL EN PUEBLOS INDÍGENAS EN LA AMAZONIA VENEZOLANA

RESUMEN

Esta investigación evalúa la implementación de un modelo de soberanía energética comunitaria, basado en el aprovechamiento de la energía solar como estrategia para fortalecer el desarrollo Integral de la nación y la soberanía en las regiones indígenas de la Amazonia. A través del lente de la Ecología del Desarrollo Humano, el estudio aborda el caso de la comunidad de Caño Grulla, Municipio Autana, perteneciente a la etnia piaroa (Uwotjuja) en la cual el gobierno nacional, a través de distintos organismos, ha desarrollado programas basados en el uso de la energía solar, asimismo, su ubicación representa una región de alta criticidad socio-ecológica y estratégica para la Seguridad de la Nación. El objetivo central es establecer la factibilidad de la implementación de la energía solar como estrategia que permita el impacto positivo en microsistemas comunitarios (salud, educación y comunicaciones) de los pueblos indígenas de la Amazonia. La investigación plantea que dotar a comunidades originarias de autonomía energética con sistemas fotovoltaicos, no solo mejora su calidad de vida, sino que también las convierte en actores estratégicos en la defensa integral, contribuyendo directamente a la resiliencia socio-ecológica del país en cada uno de sus ámbitos. Utilizando una metodología mixta se analizan las sinergias entre los saberes ancestrales, en este caso de la etnia piaroa y la tecnología solar, demostrando que la transición energética es más efectiva y sostenible cuando respeta la pertenencia cultural. Los hallazgos confirman la Soberanía Energética como un instrumento potente para consolidar la presencia humana en zonas remotas, redefiniendo el desarrollo fronterizo bajo

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

principios de equidad, sostenibilidad y soberanía nacional.

Palabras clave: Energía solar, piaroas, soberanía, defensa integral, ecología del desarrollo humano.

ABSTRACT

This research evaluates the implementation of a community energy sovereignty model based on the use of solar energy as a strategy to strengthen the integral deve-lopment of the nation and sovereignty in the indigenous regions of the Amazon. Through the lens of Human Development Ecology, the study examines the case of the Caño Grulla communty, Autana Municipality, belonging to the Piaroa (Uwotjuja) ethnic group, where the national government, through various agencies, has developed programs based on solar energy use. Additionally, its location represents a region of high socio-ecological criticality and stra-tegic importance for National Security. The main objective is to establish the feasibility of implementing solar energy as a strategy to positively impact the community micro-systems (health, education, and communi-cations) of the indigenous peoples of the Amazon. The research argues that provi-ding ancestral communities with energy autonomy through photovoltaic systems not only improves their quality of life but also turns them into strategic actors in compre-hensive defense, directly contributing to the socio-ecological resilience of the country in all its dimensions. Using a mixed methodo-logy, the study analyzes the synergies bet-ween ancestral knowledge, in this case of the Piaroa people, and solar technology, demonstrating that the energy transition is more effective and sustainable when it res-pects cultural belonging. The findings con-firm Energy Sovereignty as a powerful tool to consolidate human presence in remote areas, redefining frontier development un-der principles of equity, sustainability, and national sovereignty.

Keywords: Solar energy, Piaroa, sove-reignty, comprehensive defense, human development ecology.

INTRODUCCIÓN

El proceso de transición energética global hacia fuentes renovables presenta un desafío fundamental en los países en desarrollo: la exclusión energética persistente. Este fenómeno resulta particularmente agudo en las regiones selváticas y fronterizas, donde las comunidades indígenas enfrentan una doble vulnerabilidad: la falta de acceso a servicios energéticos modernos y la presión sobre sus ecosistemas y modos de vida ancestrales. La ausencia de infraestructura de la red eléctrica, se traduce en limitaciones críticas para el desarrollo integral de la nación, entendiendo este como el proceso continuo que busca mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, a través, de políticas y acciones coordinadas en los ámbitos económico, social, político, cultural, ambiental, geográfico y militar; enfocadas en satisfacer las necesidades de la población y garantizar la seguridad y soberanía del país, involucrando tanto al estado como a la ciudadanía.

La carencia de fuentes sostenibles de energía eléctrica en gran parte de nuestros pueblos ancestrales de la Amazonia erosiona en gran manera la soberanía territorial. La solución tradicionalmente impuesta como el uso de combustibles fósiles o extensión de la red eléctrica, es a menudo insostenible, costosa y contraria a los principios de la Ecología del Desarrollo Humano (EDH), que prioriza la interacción armónica entre el individuo, la comunidad y su entorno.

Venezuela en la actualidad enfrenta una paradoja energética: posee una de las mayores reservas de hidrocarburos del mundo, pero una parte importante de sus poblaciones originarias —especialmente ubicadas en algunas regiones remotas y fronterizas— viven sin acceso

confiable a la electricidad. Esta brecha es particularmente aguda en los territorios indígenas de la Amazonia, donde la desconexión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) no solo limita el desarrollo de estas comunidades, sino que también debilita la presencia efectiva del Estado en zonas estratégicas para la soberanía nacional. En este contexto, las comunidades originarias no son meros receptores pasivos de políticas públicas, sino sujetos colectivos con saberes, formas de organización y visiones del mundo que deben orientar cualquier propuesta de desarrollo sostenible.

Este artículo se centra en la experiencia lograda en la comunidad Piaroa (uwotjuja) de Caño Grulla, municipio Autana, al sureste del estado Amazonas, en una zona de alta sensibilidad ecológica y geopolítica, y muy cercana a la frontera con Colombia. Históricamente aislada de los circuitos nacionales de infraestructura y servicios, la comunidad uwotjuja de Caño Grulla ha mantenido su autonomía cultural y territorial frente a múltiples presiones externas. Sin embargo, la ausencia de energía eléctrica obstaculiza su capacidad para acceder a servicios de salud, educación comunicación, almacenamiento de alimentos, agua potable y limita su participación en procesos de toma de decisiones que les afectan directamente.

Frente a esta realidad, los sistemas solares comunitarios, basados en la tecnología fotovoltaica, emergen como una alternativa técnica y política viable, tal y como lo ha demostrado la experiencia vivida a través de proyectos comunitarios como la instalación del Sistema Solar de Bombeo de Agua (SISBA), impulsado por el Viceministerio de Fuentes Alternas y Participación Popular, perteneciente al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, proyecto realizado en conjunto con la Hidrológica del Amazonas (HIDROAMAZONAS) durante el año de 2024, y que permitió a más de 158 familias

Desde la perspectiva de la ecología del desarrollo humano, la energía debe entenderse no como un recurso aislado, sino como un mediador de relaciones entre personas, instituciones y entornos. En este sentido, la electrificación por medio del aprovechamiento de la energìa solar, cuando se diseña de forma participativa e intercultural, puede convertirse en un catalizador de desarrollo humano sostenible y simultáneamente en verdarero instrumento de afirmación de la soberanía nacional en la frontera sur.

Presentación del Problema Desafíos Energéticos en Territorios Indígenas del Amazonia

La implementación de sistemas solares comunitarios, alineados con la cosmovisión y la gobernanza Piaroa, en teoría deben coadyuvar a fortalecer el Desarrollo Integral de la Nación (DIN) y contribuir a la consolidación de la soberanía nacional en las poblaciones indígenas venezolanas fronterizas tomando como caso emblemático el de la comunidad de Caño Grulla. En este contexto de vulnerabilidad y urgencia estratégica la investigación busca responder a la pregunta que nos guía:

¿De qué manera la implementación de un modelo de gestión de Energía Solar Comunitaria Descentralizada, bajo los principios de la Ecología del Desarrollo Humano y respetando la ancestralidad Piaroa, contribuye al fortalecimiento de la Soberanía Energética, el Desarrollo Integral y la Soberanía Territorial en las regiones fronterizas del Amazonas venezolano, alineándose con los siete ámbitos de la Seguridad de la Nación?.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Foto 1: Habitante de la comunidad Piaroa de Caño Grulla en la faena de preparación de sus alimentos

En la investigación, se adopta un enfoque cualitativo participativo que privilegia la voz de la comunidad y reconoce su agencia en la construcción de futuros energéticos justos y culturalmente pertinentes. Este trabajo no solo aporta evidencia empírica sobre una experiencia concreta en la Amazonia venezolana, sino que propone un modelo conceptual innovador que entrelaza energía, desarrollo integral y soberanía desde una perspectiva decolonial e intercultural. Su pertinencia radica en su potencial para informar políticas públicas que, más allá de la lógica centralista, reconozcan a los pueblos indígenas como aliados estratégicos en la construcción de una transición energética justa y territorialmente inclusiva.

Relevancia del Caso Piaroa: Contexto Estratégico

El pueblo Piaroa uwöttüja asentado en el eje norte-sur del estado Amazonas de Venezuela, se localiza en una zona de alta sensibilidad ecológica y estratégica, constituye por sí un caso de estudio paradigmático y de alto interés para todo lo relativo a la seguridad de la nación en espacios fronterizos.

Los indígenas uwöttüja, también conocidos como “los dueños de la selva”, pertenecen al tronco lingüístico de los sáliva y tienen una población de 19.293 personas en toda la región, según el censo indígena del año 2011; de ellos hay un grupo asentado en este lado de la selva.

El proyecto de Caño Grulla, al estar ubicado en su territorio y servir a una comunidad Piaroa, tiene un impacto significativo en la preservación demográfica y cultural de una de las principales etnias de la amazonia venezolana.

Ubicación Geográfica y Contexto Socioambiental

Una gran mayoría de nuestros pueblos indígenas residen en la cuenca media del Orinoco y sus afluentes, por ser un área de biodiversidad crítica compartida en parte con Colombia. La gestión de sus territorios ancestrales sigue patrones de uso de recursos profundamente ligados a la conservación.

La comunidad de Caño Grulla pertenece al Municipio Autana, división territorial que se origina legalmente en el año 1992, cuando por Decreto se eleva a la categoría de Estado al Territorio Federal Amazonas, estableciéndose para este como Capital a la ciudad de Puerto Ayacucho, dentro de dicha extensión geográfica se encuentra una de las maravillas naturales con majestuosa e imponente belleza, como lo es el Cerro Autana, ubicado al extremo norte del Municipio y al oeste del río Orinoco, entre los ríos Cuao y Autana, con 30 ha y una altitud de 1300 m s. n. m.

El Cerro Autana, conocido por generaciones autóctonas como el Tepuy Maravilloso (Wahari Kuawai – El Árbol de la Vida), recibe su

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

nombre de la etnia Piaroa, predominante en la región. Este imponente hito natural es el origen de la mitología que define la idiosincrasia y cultura de quienes han sido observadores privilegiados de su majestuosidad a lo largo del tiempo.

La mitología del Cerro Autana se fundamenta en la creencia de que el Tepuy representa el tronco de un árbol sagrado, del cual, al ser derribado, sus frutos se dispersaron en todas las direcciones, permitiendo que las tierras circundantes, al recibir las primeras semillas, se transformaran en las más fértiles de la región. Esta concepción cosmogónica es un elemento esencial dentro de la visión cultural y genealógica de la etnia Piaroa.

Imagen 1: Localización de la Etnia Uwöttüja

Importancia Estratégica y Seguridad de la Nación

Esta región es vital para la seguridad y defensa integral de la nación, abarcando los ámbitos ambiental, económico, social y geopolítico. La fragilidad en el acceso a servicios básicos y la debilidad institucional en esta zona, facilitan actividades ilícitas en especial la minería ilegal, que comprometen la integridad territorial y la soberanía nacional, tal como se aborda en la Ley Orgánica de Seguridad de la Nación. El fortalecimiento de la comunidad a través de la soberanía energética es, por ende, una medida concreta de seguridad del Estado.

OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto multidimensional (socio-ecológico, político y cultural) de la transición energética endógena y sostenible, basada en el empleo de la energía solar comunitaria, como un factor de empoderamiento para el Desarrollo Humano y de afirmación de la Soberanía en las comunidades indígenas Piaroa de la población de Caño Grulla en la frontera sur venezolana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las barreras y oportunidades de la electrificación con Energías Alternativas Renovables en las comunidades Piaroa desde la perspectiva de la Ecología del Desarrollo Humano (EDH), identificando el impacto de la energía en los microsistemas (salud, educación) y mesosistemas (interacción comunitaria).

2. Determinar el grado en que la gestión autónoma de la energía solar comunitaria fortalece la Soberanía Territorial y la Soberanía Energética Piaroa, funcionando como un mecanismo de mitigación de los riesgos en la

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

frontera según los siete ámbitos de la Seguridad de la Nación.

3. Proponer un modelo de transición energética que integre los saberes ancestrales Piaroa sobre el uso sostenible de los recursos y la gestión comunitaria, asegurando la pertinencia cultural y la resiliencia socio-ecológica del sistema.

Este artículo debe contribuir significativamente al debate al conectar la transición energética con la Seguridad de la Nación, ofreciendo un marco teórico (EDH) para el desarrollo de futuras políticas públicas que ven a las comunidades indígenas no como beneficiarios pasivos, sino como guardianes y actores estratégicos en la defensa de la frontera y la promoción de un desarrollo verdaderamente sostenible y soberano.

METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, etnográfico y participativo, coherente con los principios de la investigación intercultural y los derechos de los pueblos indígenas a definir sus propios procesos de conocimiento. La investigación no busca imponer categorías externas, sino comprender, desde la perspectiva de la comunidad Wötʰïhä de Caño Grulla, cómo la energía solar comunitaria se articula con sus formas de vida, gobernanza y visión del desarrollo.

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

El artículo se sustenta en tres ejes teóricos interrelacionados:

Ecología del desarrollo humano (teorías de Urie Bronfenbrenner)

Este enfoque concibe el desarrollo humano como el resultado de interacciones recíprocas entre individuos y sus entornos en múltiples niveles sistémicos:

1.Microsistema: Interacciones directas (familia, escuela, comunidad).

2.Mesosistema: Conexiones entre microsistemas (ej. relación entre centro de salud y sistema energético comunitario).

3.Exosistema: Estructuras que afectan indirectamente (políticas energéticas nacionales, programas de electrificación).

4.Macrosistema: Valores culturales, normas legales y cosmovisiones (en este caso, la cosmovisión Piaroa basada en la armonía con la naturaleza y la autonomía colectiva).

5.Cronosistema: Cambios en el tiempo (impacto histórico de la exclusión energética y posibilidades de transformación con energías renovables).

Este marco permite analizar como la introducción de energía solar no es un acto técnico aislado, sino una intervención que reconfigura relaciones humanas, institucionales y ecológicas.

Soberanía energética y soberanía territorial

La soberanía energética —entendida como el derecho de los pueblos a definir sus propios modelos energéticos —se entrelaza en contextos fronterizos con la soberanía territorial del Estado. En Venezuela, la Constitución (Art. 119–126) reconoce los derechos colectivos de los pueblos indígenas, incluyendo el uso sostenible de sus territorios. La falta de presencia estatal en zonas como el sur del Amazonas ha generado vacíos que facilitan actividades ilícitas y presiones externas. La electrificación comunitaria, proveniente de fuentes alternas y renovables, cuando es endógena y sostenible, se convierte en un instrumento de afirmación soberana: no solo energética, sino también política, cultural y territorial.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Transición energética justa e interculturalidad

La transición energética en contextos indígenas debe ir más allá de la sustitución tecnológica. Requiere un enfoque intercultural, que dialogue entre saberes científicos y conocimientos ancestrales, y que respete los planes de vida de los pueblos originarios. La justicia energética en este contexto implica equidad en el acceso, participación en la toma de decisiones y reconocimiento de la diversidad cultural. Autores como Martínez Alier, Escobar y Walsh aportan claves para entender la energía como un bien común, no mercantilizable, y como parte de la reproducción de la vida en armonía con la naturaleza (Kóhóro, en lengua Piaroa).

Análisis: energía solar, desarrollo integral y la Soberanía de la Nación

La implementación de la Energía Solar Comunitaria (ESC) en territorios indígenas fronterizos como Caño Grulla, estado Amazonas, trasciende el mero suministro técnico. Actúa como un mediador de desarrollo que reconfigura las relaciones humanas, institucionales y ecológicas, fortaleciendo el Desarrollo Integral de la Nación (DIN) y la Soberanía a través de los sistemas ecológicos de la comunidad. En este sentido, el uso de dispositivos solares aportaría soluciones de gran impacto tal y como lo definimos a continuación:

Impactos en el Microsistema: Bienestar y Autonomía Cotidiana

El microsistema abarca las interacciones y actividades directas de la persona en su entorno inmediato (familia, escuela, centro de salud). La ESC genera transformaciones concretas en la calidad de vida:

1. Salud y Nutrición: La instalación de sistemas de refrigeración solar en los puestos de salud, permite la conservación segura de vacunas y medicamentos, mejorando la atención primaria y preventiva (especialmente la prenatal). Además, facilita la refrigeración de alimentos perecederos, impactando positivamente en la nutrición familiar.

Foto 2. Sistema de bombeo de agua de 12 paneles solares de UNERVEN de 195 Wp C/U

2. Educación y Comunicación: La iluminación nocturna en las viviendas y la escuela extiende las jornadas educativas y productivas. La carga de dispositivos (computadoras, tabletas) facilita el acceso a materiales didácticos digitales, incluso en lenguas indígenas, cerrando la brecha tecnológica y promoviendo la continuidad educativa.

3. Seguridad y Dignidad: La iluminación nocturna en la comunidad y los espacios comunes reduce la inseguridad y potencia la autonomía. Las mujeres, en particular, destacan la capacidad de continuar labores artesanales y sociales después del anochecer, elevando la dignidad y la productividad familiar.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Fortalecimiento del Mesosistema: Articulación Institucional

El mesosistema analiza las conexiones y relaciones entre dos o más microsistemas (ej., la escuela y el centro de salud). La ESC actúa como un nodo de interconexión y apoyo endógeno:

1. Redes de Apoyo Endógenas: El sistema energético compartido (e.g., los paneles en la escuela o la maloca) crea una dependencia mutua positiva. La energía permite la operatividad de los teléfonos solares, facilitando la coordinación de servicios (por ejemplo, entre la escuela y la autoridad tradicional, o para coordinar visitas médicas itinerantes con el puesto de salud).

2. Gestión Colectiva: La necesidad de mantenimiento colectivo y autogestión del sistema solar promueve una articulación más fuerte y funcional entre los líderes comunitarios (Morökwä), el personal de salud y los educadores, reforzando la capacidad de gobernanza local de la comunidad.

Relación con el Exosistema: Descentralización y Alianzas

El exosistema son estructuras externas que afectan indirectamente el microsistema (ej., políticas gubernamentales). La ESC pone en evidencia la desconexión de la política energética nacional (centrada en megaproyectos hidroeléctricos) con las realidades de las pequeñas poblaciones:

1. Superación del Centralismo: La experiencia de Caño Grulla (e.g., el proyecto SISBA y la gestión de equipos a través de VEN-APP demuestra que la solución no radica en la extensión de la red central (SEN), sino en modelos locales, descentralizados y en armonía con la geografía selvática.

2. Rol del Estado como Aliado: La implementación exitosa ocurre cuando el Estado (MPPEE, UNERVEN) actúa como un facilitador de equipos y formación técnica, sin condicionar la gestión. Este modelo de alianza sugiere la necesidad de reformular el exosistema de políticas públicas hacia enfoques interculturales y descentralizados.

Reafirmación del Macrosistema: Cosmovisión y Soberanía Cultural

El macrosistema representa los valores culturales, las normas y las cosmovisiones. En el caso piaroa, la ESC se alinea con sus principios ancestrales, transformándose en un acto de soberanía cultural:

1. Alineación con el Kóhóro (Armonía): La comunidad resignifica la tecnología solar desde su cosmovisión. Los paneles son vistos como "hojas que beben el sol", integrándose simbólicamente al concepto de la selva viva (Wät^{h}ë) y la energía vital (Tëmë). Esto asegura que la tecnología no sea una imposición, sino un aliado de la naturaleza.

2. Autonomía y Resiliencia: La capacidad de autogestionar su propia energía elimina la dependencia de fuentes externas y fortalece la soberanía cultural y territorial de la comunidad. Esta autonomía, en el contexto fronterizo, es un acto fundamental de soberanía nacional desde abajo, disuadiendo la influencia de actores ilegales y la amenaza a la integridad territorial.

Principios Fundamentales

El éxito del modelo descansa en cuatro principios rectores que garantizan que la energía solar sea percibida como un aliado cultural (Kóhóro) y no como una imposición externa:

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Tabla 1: Descripción y Articulación Cultural

Principio	*Descripción y Articulación Cultural*
Autogestión y Liderazgo Tradicional	La comunidad, bajo la guía del Cacique y la asamblea comunal, es la responsable de la toma de decisiones sobre el diseño, uso, horarios y expansión del sistema. Esto afirma la Soberanía Energética Piaroa al definir su propio modelo energético.
Formación Técnica Local Endógena	Desarrollo de programas de capacitación técnica y práctica dirigidos a miembros de la comunidad (hombres y mujeres), especialmente jóvenes, para que adquieran las habilidades de operación, monitoreo y diagnóstico de fallas básicas del sistema fotovoltaico. Esto garantiza la independencia tecnológica y el arraigo del conocimiento.
Mantenimiento Colectivo y Reciprocidad	Establecimiento de un fondo de mantenimiento y un esquema de trabajo colectivo basado en el principio Piaroa de reciprocidad. El mantenimiento no es una tarea individual, sino una responsabilidad comunitaria que asegura la perdurabilidad del servicio.
Respeto a la Cosmovisión e Interculturalidad	El diseño y la operación del sistema deben integrar la visión Piaroa. La tecnología debe ser percibida como parte de la selva viva y alineada con la armonía con la naturaleza asegurando que la energía contribuya a la energía vital comunitaria.

JUSTIFICACIÓN

La Luz de la Soberanía y la Justicia Histórica en la Frontera

La realidad de las regiones indígenas en el arco fronterizo venezolano —desde las comunidades Yanomami del Alto Orinoco hasta los Barí y Yukpa en el sur del Zulia, los Warao del Delta y los diversos pueblos del estado Amazonas, en especial los piaroas— está marcada debido a su aislamiento, por una carencia histórica y palpable de los servicios públicos esenciales, siendo la energía eléctrica una de las privaciones más críticas. Esta situación no es solo una omisión técnica producto de lo inaccesible de estas comunidades, sino que puede traducirse en una profunda vulneración en el ámbito de los derechos de nuestros pueblos ancestrales que históricamente han convivido en regiones fronterizas del país, representando verdaderos bastiones de nuestra nacionalidad y una manifestación de la necesidad histórica de su reivindicación que ha sido postergada a nuestros pueblos originarios.

El Desafío de la Soberanía Territorial

La poca presencia estatal efectiva en estas zonas distantes al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), estratégicas por su condición fronteriza,

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

tiene consecuencias directas sobre la Soberanía Nacional. La falta de infraestructura energética sostenible debilita los lazos que unen estos territorios al centro del país, creando un vacío que puede ser llenado por influencias externas, economías ilícitas y dinámicas de despojo que amenazan la integridad territorial de Venezuela y los modos de vida ancestrales de las comunidades. Electrificar estos territorios con una visión de desarrollo propio es, por lo tanto, un acto de afirmación nacional y un imperativo geopolítico.

El Potencial Humano y Técnico de la Energía Solar

Tabla 2. Censo Comunitario de Caño Grulla (Elaboración propia)

Población de Caño Grulla (2010 AL 2025)

Año	Hombres	Mujeres	Población Total
2010	**200**	**198**	**398**
2011	203	200	403
2012	206	202	408
2013	209	204	413
2014	212	206	418
2015	215	208	423
2016	218	210	428
2017	221	212	433
2018	224	214	438
2019	227	216	443
2020	**226**	**215**	**441**
2021	231	217	448
2022	**238**	**220**	**458**
2023	**280**	**260**	**547**
2024	**297**	**290**	**587**
2025	**315**	**320**	**635**

La limitación para extender el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a estas zonas selváticas exige que volvamos la mirada hacia soluciones que son, por naturaleza, locales, descentralizadas y en armonía con el ambiente. La energía solar comunitaria emerge como la respuesta más viable y adecuada. Venezuela posee un potencial solar excepcional en estas regiones (con más de 2.500 horas anuales de radiación directa), haciendo que la electrificación descentralizada y las soluciones para el suministro de agua por medios fotovoltaicos no sean una quimera, sino una posibilidad técnica inmediata.Sin embargo, el verdadero valor de esta propuesta reside en su dimensión humana. La implementación de sistemas solares fotovoltaicos debe ir más allá de la instalación de un panel; debe ser un proceso de diseño intercultural y autogestionario. El enfoque debe estar en la ecología del desarrollo humano, que reconoce la interacción dinámica entre la persona, su comunidad y su entorno. Cuando la energía renovable se articula con las cosmovisiones indígenas, las prácticas comunitarias de gobernanza local y los Planes de Vida de los pueblos originarios, se convierte en un poderoso catalizador de bienestar integral.

El Caso de Caño Grulla: Descripción del Proyecto de Agua Potable por vía fotovoltaica.

El proyecto de suministro del servicio de agua potable en la comunidad indígena Caño Grulla de Amazonas, se llevó a cabo mediante un esfuerzo conjunto entre el Ministerio del Poder Popular de Aguas (MINAGUAS), a través de su filial Hidroamazonas, y el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. Esta iniciativa se enmarca en la metodología del 1x10 del Buen Gobiernoimpulsada por el gobierno nacional, enfocada en dar respuesta directa a las necesidades de las comunidades.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Componentes y Características Técnicas

La intervención consistió en la instalación y rehabilitación de un sistema solar de bombeo de agua potable (SISBA), caracterizado por su enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia energética en una zona de difícil acceso como la selva amazónica.

1. Sistema de Energía: Se instaló un Sistema Fotovoltaico (solar) compuesto por 12 paneles solares. Este sistema es clave para garantizar el funcionamiento autónomo de la bomba sin depender de la red eléctrica convencional. Bombeo: El corazón del sistema es una Bomba Sumergible de 2 HP (caballos de fuerza), que extrae el agua desde un Pozo de 21 metros de profundidad.

2. Almacenamiento y Distribución: Se llevó a cabo la rehabilitación del tanque de almacenamiento existente de 40 mil litros de capacidad para asegurar la calidad y disponibilidad del agua, mejorando la distribución a los puntos de consumo.

3. Instalaciones: Se adecuó la caseta y se instaló la electrónica del sistema, incluyendo los inversores y controladores, así como nuevos puntos de suministro de agua.

Beneficio Social e Impacto Comunitario

El proyecto está diseñado para mejorar significativamente la calidad de vida y las condiciones sanitarias de los habitantes de Caño Grulla.

1. Población Beneficiada: El proyecto beneficia directamente a 587 personas (Censo del 2024) de la comunidad.

2. Impacto Institucional: El servicio de agua potable con el nuevo sistema está garantizado para las principales instituciones de la localidad, incluyendo el Ambulatorio y la Escuela.

Foto 3. Croquis de la comunidad de Caño Grulla (elaboración de Ismael Arana)

3. Reconocimiento Comunitario: El proyecto tuvo la participación de Ismael Arana, Vocero del Consejo Comunal Caño Grulla, quien junto a la comunidad organizada, celebró la llegada del proyecto, reconociendo el esfuerzo y el trabajo articulado para dar solución a una necesidad vital como es el acceso al agua. El uso del sistema fotovoltaico (solar) aporta una capa crucial de sostenibilidad y resiliencia al proyecto de agua en Caño Grulla.

4. Independencia Energética y Reducción de Costos Operacionales: En una región amazónica remota, el acceso a la electricidad es a menudo costoso, intermitente o inexistente

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Al usar la energía solar, el sistema elimina la dependencia de combustibles fósiles (como el diesel para generadores), reduciendo drásticamente los costos operativos a largo plazo y la necesidad de transporte de combustible a través de vías fluviales.

5. Mínimo Impacto Ambiental: La generación de energía eléctrica es limpia y silenciosa. Esto es vital en el Amazonas, donde la conservación del ecosistema es prioritaria. No hay emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminación acústica, lo que protege el entorno natural y la fauna de la selva.

6. Bajo Requerimiento de Mantenimiento: Los sistemas fotovoltaicos, especialmente los diseñados para bombeo, tienen pocos componentes móviles, lo que significa un mantenimiento mínimo en comparación con los generadores a combustión. Esto asegura una mayor continuidad y fiabilidad del servicio, esencial para una comunidad lejana donde el acceso a repuestos y técnicos es complicado.

7. Desarrollo Territorial y Seguridad Hídrica: El acceso constante y seguro a un recurso vital como el agua potable es el principal factor que "fija" a una población a su territorio. Al asegurar la fuente de vida, el proyecto combate la migración forzada y la dispersión, permitiendo a la comunidad ejercer su derecho a permanecer en su ancestral hábitat, afianzando la Soberanía de Venezuela en esta región del país.

8. Mejora de la Salud Pública: Al garantizar agua potable para el ambulatorio y las viviendas, se reduce drásticamente la incidencia de enfermedades de origen hídrico (gastrointestinales, etc.). Un pueblo sano es un pueblo fuerte, capaz de preservar sus tradiciones y estructuras sociales.

9. Autogestión y Empoderamiento: La tecnología solar, una vez instalada, es relativamente fácil de operar y monitorear por la propia comunidad. Esto fortalece la capacidad de autogestión y la organización comunal (como el Consejo Comunal Caño Grulla), dándoles control directo sobre un servicio esencial.

10. Educación y Transmisión Cultural: El sistema garantiza el suministro de agua a la escuela, lo que es crucial para la permanencia de los docentes y, por ende, para la continuidad de la educación bilingüe e intercultural, facilitando la transmisión de la cultura y la lengua Piaroa a las nuevas generaciones.

En resumen, al solucionar la necesidad de agua potable de manera sostenible y autónoma, el proyecto no solo provee un servicio, sino que también establece una base firme para el desarrollo social, la salud y la permanencia cultural de la comunidad piaroa en la selva amazónica.

El argumento principal es que esta revitalización demográfica está influida significativamente por la mayor atención del Gobierno Nacional y la implementación de Sistemas de Energía Alternativa y Renovable. La implementación del Sistema Solar de Bombeo de Agua (SISBA) en 2024, por ejemplo, resolvió la carencia histórica de agua potable para más de 158 familias, un factor sanitario y de asentamiento crucial. El acceso estable a este servicio vital reduce la morbilidad y elimina la necesidad de migrar por motivos de subsistencia básica, actuando como un poderoso factor de estabilidad comunitaria.

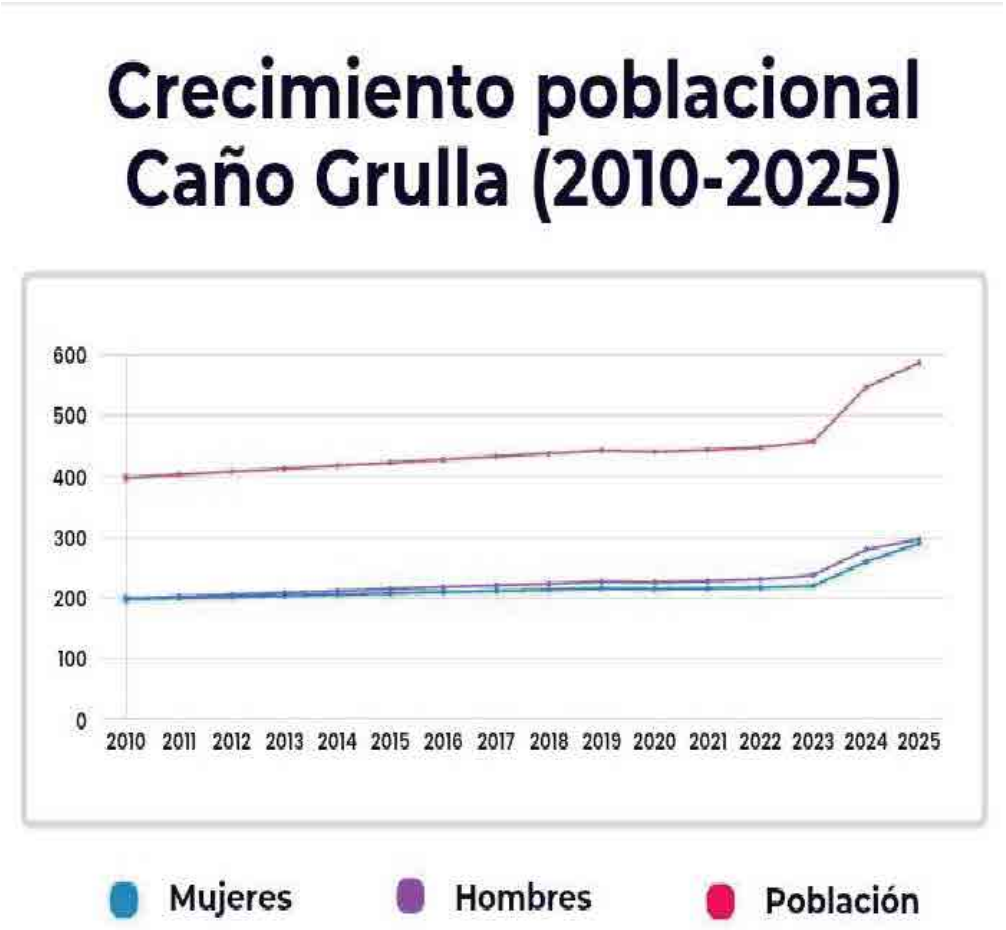
Asimismo, la próxima instalación de sistemas fotovoltaicos para el puesto de salud (garantizando la refrigeración de vacunas) y la instalación de estaciones de comunicaciones impulsadas por energía solar, impactan directamente en el Desarrollo Integral. Al mejorar la capacidad de respuesta sanitaria y

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

la conectividad, la comunidad reduce su vulnerabilidad y se convierte en un lugar más seguro y atractivo para el desarrollo familiar y educativo.

Desde la perspectiva de la Soberanía, la provisión de estos servicios esenciales a través de medios endógenos (energía solar), fortalece la presencia efectiva del Estado en una zona fronteriza de alta criticidad. Esta estabilidad estructural y la mejora en la calidad de vida, disuaden las economías ilícitas y refuerzan el arraigo territorial del pueblo Piaroa. En síntesis, la Soberanía Energética Comunitaria no solo es un logro técnico-cultural, sino que se traduce en un catalizador demográfico, confirmando que la inversión en energía alternativa en la frontera, es un acto de Justicia Social y un imperativo estratégico para la consolidación de la Soberanía.

Imagen 2. Comportamiento poblacional antes y después de la instalación del SISBA



Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

La Implementación de sistemas de energía solar es una doble oportunidad estratégica

1. Justicia Social y Desarrollo Integral: Mejoran significativamente la calidad de vida al permitir el acceso a la salud, refrigeración de alimentos, medicinas, la educación (iluminación nocturna, la comunicación y la seguridad, empoderando a las comunidades y elevando su nivel educativo y productivo.

2. Afirmación Soberana: Refuerza la presencia soberana del Estado a través de la provisión de un servicio esencial, fomenta la autonomía energética al basarse en recursos endógenos, y sella el reconocimiento de los derechos colectivos de los pueblos originarios. Este enfoque difiere radicalmente de soluciones tecnocráticas, al reconocer y validar a las comunidades como sujetos activos de su propio desarrollo.

Reafirmación del macrosistema: cosmovisión, soberanía y Kóhóro

Lo más significativo fue cómo la comunidad reinterpretó la tecnología solar desde su cosmovisión. Para los Piaroa, la energía no es un "recurso", sino una manifestación del Tëmë (energía vital). Los paneles solares fueron llamados "hojas que beben el sol", integrándose simbólicamente al Wät^{h}ë (selva viva). Esta resignificación permitió que la tecnología no fuera percibida como una imposición externa, sino como un aliado del Kóhóro. Además, la capacidad de autogestionar su sistema energético fortaleció su soberanía cultural y territorial: "Ahora no dependemos de nadie para prender la luz. Esto es nuestro", expresó un Morökwä. En un contexto fronterizo donde actores ilegales buscan influir en comunidades vulnerables, esta autonomía es un acto de soberanía nacional desde abajo.

Hacia un modelo intercultural de soberanía energética

El caso de Caño Grulla demuestra que la soberanía energética en contextos indígenas no se logra con infraestructura impuesta, sino con procesos colectivos que respetan la autoridad tradicional, los saberes locales y los principios éticos del pueblo. La energía solar, en este sentido, se convierte en un instrumento de:

1. Justicia energética: acceso equitativo, comunitario y sostenible.

2. Desarrollo humano ecológico: bienestar alineado con la naturaleza.

3. Soberanía territorial: presencia material y simbólica del Estado a través del respeto, no de la imposición.

Imagen 3: Inauguración del SISBA por parte del Ministerio del Poder Popular para la Atención de las Aguas en Venezuela (MINAGUAS) y el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE)

Concreción de la Soberanía Energética

La Soberanía Energética es la capacidad de un país (y por ende de sus comunidades) para decidir sobre su producción y consumo de energía, garantizando el acceso universal, sostenible y asequible, y utilizando sus propios recursos.

En el contexto de la selva, los sistemas renovables aislados impulsados por el gobierno nacional, permiten que el Estado garantice el derecho a la energía de sus ciudadanos más remotos, cumpliendo un mandato de inclusión territorial a la par que se consolida lo establecido en la Ley Orgánica de Seguridad de la Nación. Además, al reducir el consumo de combustibles fósiles, el país fortalece su independencia económica y política en el sector energético al tiempo que consolida el desarrollo de nuestros pueblos fronterizos originarios.

Las energías renovables se han convertido en el instrumento técnico que permite a las comunidades aisladas lograr la Autonomía Energética (recurso propio), la cual es la base del Desarrollo Integral de la Nación, y esta, a su vez, es un pilar fundamental para el pleno ejercicio de la Soberanía Nacional en las regiones selváticas de Venezuela.

CONCLUSIÓN

La implementación de un modelo de gestión de Energía Solar Comunitaria (ESC), cimentado en la Ecología del Desarrollo Humano (EDH) y en el respeto a la ancestralidad Piaroa, se establece como un instrumento estratégico y multifacético para el fortalecimiento efectivo de la Soberanía Energética y Territorial en las regiones fronterizas del Amazonas venezolano, alineándose plenamente con los ámbitos de la Seguridad de la Nación.

La contribución de la ESC opera en una doble vertiente. Por un lado, a nivel micro y mesosistémico, se logra una Justicia Social inmediata que impulsa el Desarrollo Humano Integral (DIN). Al dotar a la comunidad Piaroa de autonomía energética, se garantizan servicios vitales como la refrigeración de vacunas y el acceso a la comunicación y educación (Impactos en el Microsistema). Esta mejora en la calidad de vida y la consecuente articulación entre servicios (Fortalecimiento del Mesosistema) afianza el arraigo y la estabilidad de la población en la zona fronteriza.

Por otro lado, a nivel macrosistémico y geopolítico, la ESC se convierte en un acto de afirmación soberana. La gestión energética endógena y culturalmente pertinente (respetando principios Piaroa como el Kóhóro o armonía con la naturaleza) fortalece la soberanía energética al reducir la dependencia de la matriz central de hidrocarburos. Crucialmente, esta autonomía se traduce en Soberanía Territorial. Al consolidar la presencia humana mediante servicios básicos estables, se cierra el vacío institucional que históricamente ha sido aprovechado por actores ilegales y la minería. La comunidad Piaroa, empoderada y dotada de comunicaciones por la energía solar, se transforma de beneficiario pasivo a actor estratégico y vigilante de la frontera, contribuyendo directamente a los siete ámbitos de la Seguridad de la Nación (social, económico, ambiental, geopolítico y militar, entre otros).

En definitiva, la ESC representa un modelo de transición energética justa e intercultural que trasciende lo técnico: es una política de Estado que revierte la exclusión histórica, consolida la presencia nacional en zonas estratégicas y demuestra que el verdadero desarrollo sostenible se logra cuando la tecnología dialoga con la ancestralidad, haciendo de la autonomía energética el pilar fundamental para la defensa integral y el pleno ejercicio de la soberanía.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

En conclusión, el impulso en el uso de las Energías Alternativas Renovables (EAR) no es una propuesta meramente técnica, sino que se inscribe en una estrategia de soberanía energética y territorial, alineada con los principios constitucionales de autodeterminación, plurinacionalidad, la seguridad de la nación y la protección ambiental. En el actual contexto de reconfiguración geopolítica, garantiza el acceso sostenible a la energía en la frontera constituyéndose en un acto de justicia histórica que fortalece intrínsecamente la nación, así como en una mayor comprensión de su Ecología del Desarrollo Humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design. Harvard University Press.*

Bronfenbrenner, U., & Morris, P. A. (1998). *The bioecological model of human development. En W. Damon (Editor en jefe) & R. M. Lerner (Ed. Vol.), Handbook of child psychology: Vol. 1. Theoretical models of human development (5.ª ed., pp. 993–1028). John Wiley & Sons.*

Cano Torres, L. R. (2020). *El impacto social de las energías limpias en comunidades vulnerables. La energía eólica en la comunidad zapoteca de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. Ambiente y Desarrollo, 24(46), 241–264.*

Escobar, A. (2015). *Transiciones hacia lo posdesarrollo y lo poscapitalista: Apuntes para la política y la teoría. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 24(1), 1–12.*

Gacitúa, G. (2020). *Energías renovables y pueblos indígenas: Estándares internacionales de derechos humanos. Danish Institute for Human Rights.*

Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). *Censo Nacional de Pueblos Indigenas.* Consultado en https://ine.gob.ve/wp-content/uploads/2025/09/POBLACION-INDIGENA-CENSO-2011.pdf

Fundación Escuela Venezolana de Planificación. 2025. *"PLANIFICACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO".* Curso en Línea. https://registroestudiantes.fevp.gob.ve/index.php?r=diplomado-persona%2Findex-curso&id=157773 (Cedido Agosto 14.25)

Ministerio del Poder Popular de los Pueblos Indigenas. Consultado en 11/11/2025

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2023). Panorama energético de América Latina y el Caribe 2023. OLADE.

República Bolivariana de Venezuela. (2014, 21 de octubre). *Ley Orgánica de la Defensa Integral de la Nación. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 40.543.*

República Bolivariana de Venezuela. (1999). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 36.860, 30 de diciembre de 1999.*

Venezuela. Guardia indígena uwottüja: la insistencia de proteger el territorio ancestral. Recuperado de: https://www.raisg.org/es/radar/venezuela-guardia-indigena-uwottuja-la-insistencia-de-proteger-el-territorio-ancestral/

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Autor: Agustin Escala

Co-Autor: Alexis Glod

"No hay revolución sin tecnología, valor, vigor y nobleza"

FUNCIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE UNA CAJA DE CONTROL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ENCENDIDO Y APAGADO DEL ALUMBRADO PÚBLICO

RESUMEN

La presente investigación sobre un prototipo de equipo de control para el alumbrado público, en él se describe un equipo diseñado para reducir el desperdicio de energía causado por luces de alumbrado público que permanecen encendidas continuamente. El funcionamiento del dispositivo se basa en una fotocélula y un microcontrolador que detectan la ausencia o presencia de luz solar, utilizando un retardo de dos minutos para evitar activaciones o desconexiones erróneas. El equipo está compuesto por una tarjeta electrónica versátil que permite cambios de software sin alterar el hardware, además de componentes de potencia capaces de controlar hasta 140 luminarias. La conclusión del informe indica que el prototipo, cuya demostración se realizó en CORPOELEC en mayo de 2025, respondió satisfactoriamente durante las pruebas de operación.

Palabras clave: Iluminación, alumbrado público, prototipo

ABSTRACT

This research on a prototype control system for public lighting describes a device designed to reduce energy waste caused by streetlights that remain continuously illuminated. The device operates using a photocell and a microcontroller that detect the presence or absence of sunlight, employing a two-minute delay to prevent erroneous activation or deactivation. The system comprises a versatile electronic board that allows for software updates without hardware modifications, as well as power components capable of controlling up to 140 luminaires. The report concludes that the prototype, demonstrated at

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

CORPOELEC in May 2025, performed satisfactorily during operational testing.

Keywords: Lighting, public lighting, prototype

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como finalidad describir el funcionamiento del prototipo de equipo para el control de Alumbrado Público. La demostración del funcionamiento de este dispositivo fue realizada en el Laboratorio de Electricidad de la Corpoelec, ubicado en el sótano de la Torre Ministerial.

La idea de la creación de este equipo se fundamenta en la preocupación generada al observar una gran cantidad de alumbrado público que permanecen encendidos tanto de día como de noche. Esta situación se presenta en las diferentes calles y avenidas del país debido a la falta de control de alumbrado público, lo cual está causando grandes pérdidas de Energía a la Empresa. Por lo antes expuesto, se plantea como problema principal que las luces del alumbrado público no se apaguen automáticamente, causando el desperdicio de energía y la disminución de la vida útil de las lámparas. Otras consecuencias incluyen la contaminación lumínica, problemas de inversión de la luz (cuando las luces siguen encendidas de noche en lugares equivocados), y posibles fallas de seguridad o fallas de los sistemas.

OBJETIVO PRINCIPAL

Describir el funcionamiento de un prototipo para el control de encendido y apagado de luminarias del Alumbrado Público (AP).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los componentes de la caja de control que garanticen el funcionamiento continuo del alumbrado público.

2. Controlar el tiempo de encendido y apagado de las luces de los sistemas de alumbrado publico.

3. Describir el funcionamiento del prototipo para el control de Alumbrado Público (AP).

DESARROLLO

El propósito de esta investigación es describir el funcionamiento y configuración de la Caja de Control para la Optimización del Encendido y Apagado del Alumbrado Público. La demostración de su operatividad fue llevada a cabo en el Laboratorio de electricidad de la Empresa CORPOELEC y validado en laboratorio de Luminotecnia de la misma empresa.

La metodología utilizada es investigación aplicada con un enfoque descriptivo , se centró en determinar la factibilidad del funcionamiento del dispositivo de control de encendido y apagado compuesto por una tarjeta electrónica que integra como componentes principales una fotocélula para detección de luz/oscuridad, un contactor para accionar la carga total, y un selector manual/automático para flexibilidad operativa, todo ello alojado en una caja, con componentes electrónicos (circuitos, resistencias) para la lógica de encendido/apagado y protección, optimizando el ahorro energético mediante la respuesta a la luz ambiental. En este sentido, se realiza la observación de la situación actual del encendido y apagado de las luces de alumbrado público, estableciendo un diagnóstico con 3 circuitos de alumbrado público que tenían componentes electromagnéticos por eléctricos a través de un proceso de simulación utilizando el programa Proteus 8.0 identificando los problemas constructivos y operacionales, y finalmente logrando demostrar la eficiencia del dispositivo electrónico. (Ver figura 1 y 2)

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Las nuevas tecnologías en control de encendido y apagado del alumbrado público la tendencia actual es la optimización energética y operativa mediante la toma de decisiones dinámicas y la conectividad remota. Los nuevos productos de control Inteligente del Encendido/Apagado y la potencia y el flujo lumínico de forma adaptable, con atenuación programable con integración con ciudades inteligentes.

Propuesta del funcionamiento del equipo

El equipo opera basado en la detección de la luz solar, siguiendo los siguientes pasos:

1. Activación Nocturna (Encendido): La fotocélula detecta la ausencia de luz solar (el crepúsculo). Esta información es procesada por el microcontrolador, que genera un retardo de 2 minutos antes de dar la orden de activación del Relay. Este retardo de 2 minutos es crucial para evitar un cierre en falso o un "efecto de zapateo" causado por el deslumbramiento.

2. Activación Diurna (Apagado): Al llegar el crepúsculo de la mañana, se produce otro retardo de 2 minutos para que el Relay opere:

-Capacidad máxima controlada:
120 – 140 luminarias.

-**Tiempo de Respuesta y Retardo:** +/- 2 minutos y desconecte el AP. Este retardo de 2 minutos también garantiza que, si ocurre un relámpago prolongado, el equipo no se active en ese momento, desconectando el AP.

3. La investigación esta soportada en el diseño de un circuito impreso de doble cara que aloja todos los componentes necesarios (condensadores, resistencias, diodos, etc.). El principio fundamental del funcionamiento del equipo es la utilización de una fotocélula para detectar la ausencia de luz solar
(el crepúsculo).

4. Se utilizaron principios de transformación de voltaje (Transformador de 210 Vac/15Vac), rectificación (circuito rectificador), regulación de voltaje y el uso de Relays (para control de carga) y contactores (para cargas de mayor consumo, como las de avenidas).

5. Capacidad de lámparas:

- 120 por circuito a 220 voltios / 120 amper

- 140 por circuito a 220 voltios / 140 amper

- Capacidad máxima controlada: 120 – 140 luminarias (ver figura 1 y 2)

- Tiempo de Respuesta y Retardo: +/- 2minutos

- En las siguientes figuras 1 y 2, se muestran las simulaciones de las dos capacidades propuestas (120 y 140 luminarias).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Figura 1. Simulación del circuito de alumbrado público para 120 lámparas

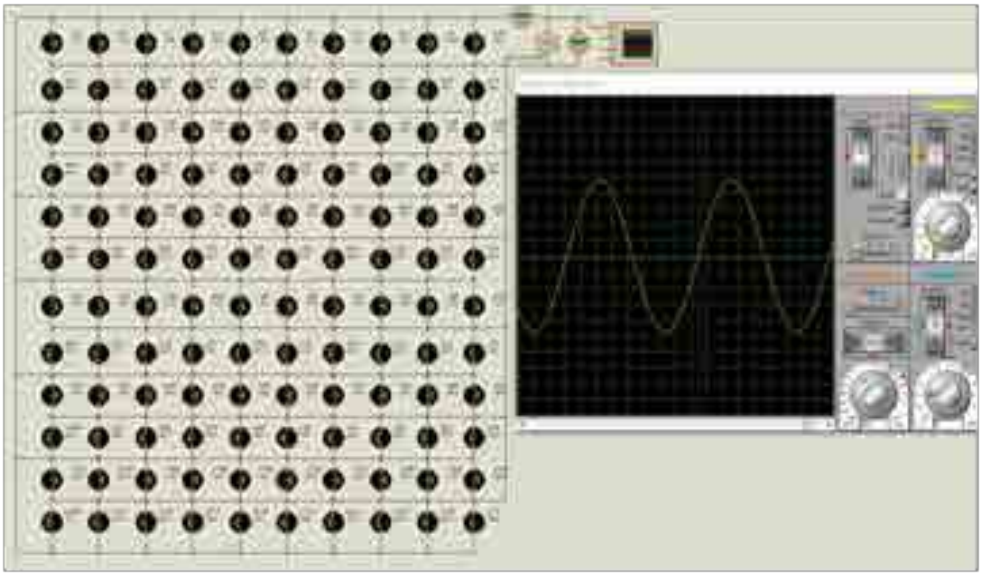
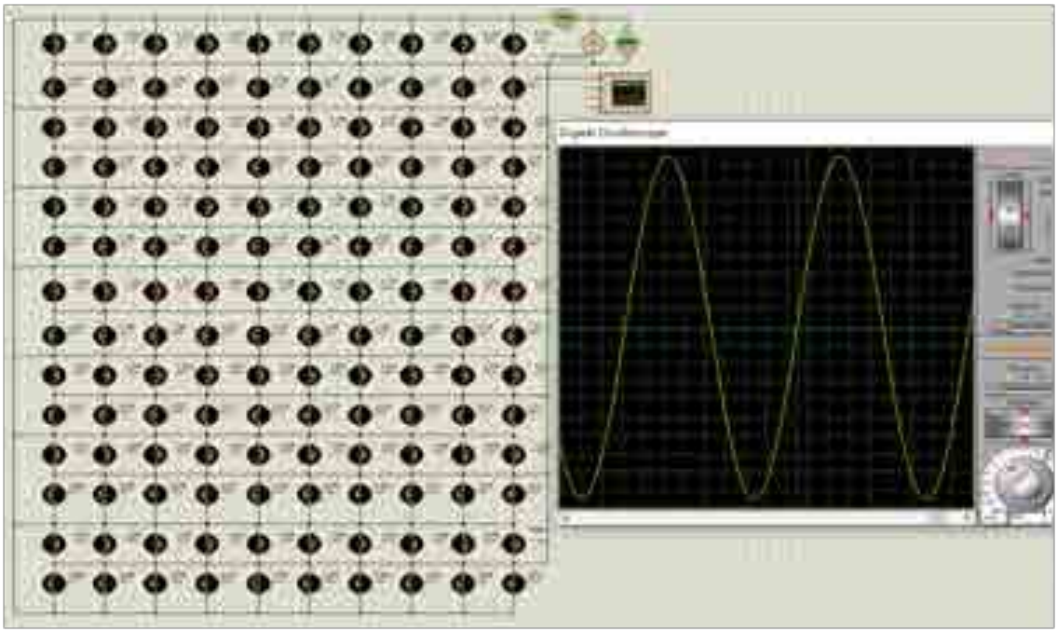


Figura 2. Simulación del circuito de alumbrado público para 140 lámparas



Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Impacto de la Automatización

En la tabla 1, se muestra el contraste entre el consumo de energía en una situación de falta de control (donde las luces permanecen encendidas de día y noche) y el consumo optimizado del prototipo, que activa y desactiva el alumbrado automáticamente basado en la detección de luz sola, así mismo se hace el contraste de las tecnologías.

Tabla 1. Comparación de controles de alumbrado público: electrónica contra electromagnética

Característica	*Control Electrónico*	*Control Electromagnético (o Térmico/Magnético)*
Principio de Funcionamiento	Circuitos de **estado sólido** (fototransistor + amplificador + relé).	Mecanismo **físico** o **térmico** (fotocélula + tira bimetálica o relé térmico).
Eficiencia Energética	**Alta**. Mayor control, lo que se traduce en menor consumo a largo plazo.	**Menor**. El consumo suele ser fijo y el mecanismo menos optimizado.
Costo Inicial	**más alto**.	**más bajo**.
Precisión y Velocidad	**Rápido** y **muy preciso** en la conmutación (encendido/apagado).	**Lento** y **menos preciso**. Suele tener un retardo térmico incorporado.
Peso y Tamaño	**Ligero** y **compacto**.	**Pesado** y más **voluminoso** (especialmente si contiene bobinas o núcleos).
Ruido de Operación	**Silencioso**.	Puede generar un **zumbido** audible o ser ruidoso.
Funcionalidades	Permite **programación**, **integración.** (DALI/0-10V), y sistemas de gestión de alumbrado inteligente.	**Limitada**. Normalmente solo ofrece conmutación fija de anochecer a amanecer.
Compatibilidad	**Alta**, ideal para luminarias **LED** modernas y sistemas de atenuación.	Limitado o menos adecuado para tecnologías de iluminación modernas, más común con luces fluorescentes o de descarga antiguas (que requieren balastos magnéticos).
Durabilidad / Robustez	Buena durabilidad y a menudo mejor **protección contra sobretensiones**.	Muy **robusto** en condiciones extremas y entornos industriales.

Componentes Principales

El equipo se compone de dos secciones principales:

1. Tarjeta electrónica (Sección de control): Se trata de un circuito impreso de doble cara que alberga componentes electrónicos como el circuito rectificador, condensadores electrolíticos (electrolíticos y de cerámicas) resistencias, diodos LED y rectificadores, un transistor, un regulador de voltaje, y, fundamentalmente, un microcontrolador. Destaca la versatilidad del equipo, ya que el microcontrolador permite realizar cambios mediante software sin necesidad de modificar el hardware del circuito.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

2. Componentes de Potencia:

- Incluyen un transformador de 210 Vac/15Vac de 12 VA

- Relay (encargado de controlar la carga).

3. Dispositivos de Protección:

- **Interruptor Termomagnético Principal (Breaker):** Protege la línea de alimentación de la caja contra sobrecargas y cortocircuitos.

Figura 3. Tarjeta electrónica de la caja controladora de alumbrado público

Figura 4. Prototipo de caja controladora de alumbrado público

Capacidad de Carga

El equipo está diseñado para manejar cargas significativas:

1. El Relay puede ser de 250 Vac/ 120 Amp, lo que le permitiría controlar aproximadamente 120 luminarias con un consumo individual de 1 Amp.

2. Alternativamente, puede ser de 250 Vac/ 140 Amp, controlando unas 140 luminarias de 1 Amp cada una.

3. Para circuitos más largos, como los de las avenidas, se debe analizar cada circuito y complementar el equipo con contactores para manejar un mayor consumo.

Pruebas realizadas

Este prototipo fue llevado, para su evaluación, a la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano (FIDELZ), como parte del programa de apoyo al Investigador Popular que promueve esta fundación. En su fase inicial fue sometido a pruebas básicas de encendido y apagado y posteriormente se gestiona la validación del funcionamiento en el Laboratorio de Luminotecnia de Corpoelec, donde se le hicieron las siguientes pruebas:

1. Pruebas eléctrica: Para la prueba eléctrica corresponde al esquema de conexión que se ilustra en la figura 3. Los equipos utilizados se especifican a continuación:

- Analizador de Potencia Yokogawa modelo WT1010 2536GA319.

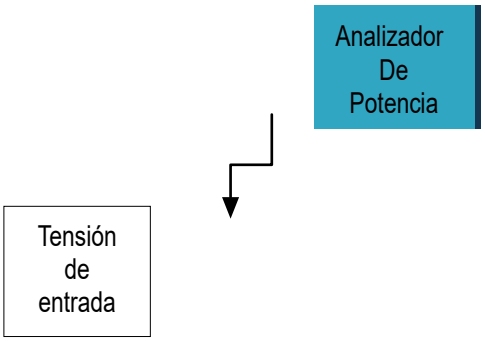
- Transformador variable de tensión de 3200 VA,incluido en el mesón ML-001.

- Mesón de pruebas eléctricas ML-001.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Posteriormente a las pruebas de campo realizadas con el personal técnico de FIDELZ, el dispositivo fue enviado al laboratorio de Luminotermia para validar su funcionamiento.

Figura 5. Esquema de conexión de las luminarias al banco de pruebas



Para este procedimiento se trabajó con la Norma DPD-E-494-D. Manual de Instructivos del Laboratorio de Luminotecnia y criterios de aplicación de ingeniería.

Resultados y / o recomendaciones del Laboratorio

1. El relé de fuerza o potencia debe ser de dos polos o cambiar el mismo por un contactor normalmente cerrado.

2. Identificar la entrada y salida de alimentación de voltaje.

3. La caja debe ser totalmente hermética, índice de protección (IP65).

4. Poseer anclaje o base para la instalación de postes

5. Identificar los puntos geográficos (cardinal) donde deberá apuntar la fotocélula.

Discusión de resultados

1. Pruebas operacionales

- Desempeño satisfactorio en pruebas operacionales

- El prototipo respondió satisfactoriamente durante las pruebas de operación, Esta demostración de funcionamiento se llevó a cabo en el Laboratorio de Electricidad y el Laboratorio de Luminotecnia de Corpoelec.

2. Validación de la Precisión en el Control del Tiempo

- Durante las pruebas de funcionamiento, se midieron los tiempos de operación, y se comprobó que los mismos se correspondían con los tiempos especificados (los retardos de 2 minutos).

- El sistema utiliza un retardo de dos minutos, programado en el microcontrolador, lo cual es crucial para evitar activaciones o desconexiones erróneas causadas por crepúsculos, deslumbramiento o relámpagos.

3. Alta Capacidad de Carga

El equipo demostró capacidad para manejar cargas significativas gracias a sus componentes de potencia:

- El prototipo está compuesto por componentes de potencia capaces de controlar hasta 140 luminarias específicamente, el Relay de potencia puede ser de 250 Vac / 120 Amp, controlando aproximadamente 120 luminarias (asumiendo 1 Amp de consumo individual).

- Alternativamente, el Relay puede ser de 250 Vac / 140 Amp, controlando unas 140 luminarias.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

4. Eficiencia Energética Comprobada

La configuración electrónica del prototipo asegura la optimización energética, en comparación con los controles antiguos:

- La investigación se fundamenta en la necesidad de reducir el desperdicio de energía causado por las luces que permanecen encendidas continuamente.

- El Control Electrónico ofrece Alta Eficiencia y un mayor control, lo que se traduce en menor consumo a largo plazo en comparación con el Control Electromagnético, que es de menor eficiencia.

- El control electrónico es el estándar en el alumbrado público moderno debido a su eficiencia, precisión y capacidad de integrarse en sistemas de gestión inteligente de ciudades.

5. Versatilidad y Facilidad de Actualización

El diseño del equipo proporciona una ventaja significativa para futuras modificaciones o mejoras.

CONCLUSIÓN

Durante las pruebas de funcionamiento, se midieron los tiempos de operación, y se comprobó que los mismos se corresponden con los especificados. Además, se verificó que el equipo respondió satisfactoriamente.

Una vez que el equipo fue activado, se llevaron a cabo varias pruebas de aperturas y cierres. Se midieron los tiempos de operación, comprobándose que estos se correspondían con los tiempos especificados (los retardos de 2 minutos). El equipo demostró haber respondido satisfactoriamente a las pruebas.

La principal ventaja del equipo es la versatilidad de su tarjeta electrónica, ya que el microcontrolador permite realizar cambios mediante software sin necesidad de modificar el hardware del circuito.

El dispositivo es más ligero y compacto que las cajas de control electromecánicas existente. La diferencia que se observada entre un fotocontrol (que detecta el nivel de luz ambiental para activar la carga) electrónico frente a uno térmico (electromagnético), es similar a las diferencias entre un balasto electrónico frente a uno magnético (usado en lámparas de descarga o fluorescentes). En el alumbrado público moderno, el control electrónico es el estándar debido a su eficiencia, precisión y la capacidad de integrarse en sistemas de gestión inteligente de ciudades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blasco, P (2012). *Apuntes: Iluminación. Universidad Politécnica de Valencia.* [Disponible en: Microsoft PowerPoint - TODO (upv.es).

Ramírez, J (1974). *"Luminotecnia". Enciclopedia CEAC de electricidad. Ediciones CEAC*

Riba C. y A. Molina, (2006). *Ingeniería concurrente: una metodología integradora. Primera edición, 306, Edicions UPC, Barcelona, España.*

Spivey, A.(2011). *The Mixed Blessing of Phosphor-Based White LEDs. Ventajas e inconvenientes de los focos LED de luz blanca con recubrimiento de fósforo. EnvironmentalHealthPerspectives, volumen 119, número 12.* [Recuperado de: https://ehp.niehs.nih.gov/119-a472]

ISO (International Organizationfor Standardization), *normas para procesos, en electrónica en el diseño y desarrollo de productos* (http://www.iso.org/).

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

COLOQUIOS DE INVESTIGACIÓN

FIDELZ

LA PAZ DE VENEZUELA: CABALLO DE TROYA DEL IMPERIO

Autor: Dr. Rafael Betancourt

Todo comienza en Grecia, en el año 1.194A.C., cuando Iris la Diosa de la Discordia, molesta por no haber sido invitada a la boda de Peleo, y con la intención de crear envidia y una disputa entre las mujeres presentes, deja sobre la mesa una manzana dorada con la frase “Para la más bella”; Zeus para resolver la contienda, encargó a Paris que juzgara y eligiera a la más bella entre Hera, Atenea y Afrodita. Inmediatamente la codicia se hizo presente, y el afán excesivo con el deseo vehemente de ser la más bella, las inducen a sobornar a Paris; Hera le ofreció el poder y el título de emperador de Asia, Atenea le prometió sabiduría y victoria en todas las batallas y Afrodita le prometió el amor de la mujer más hermosa de toda Grecia.

Paris príncipe de Troya, escoge la oferta de Afrodita, quien le cumple la promesa provocando la unión amorosa con Helena la esposa de Menelao Rey de Esparta; algunos autores dicen que el desenlace fue un secuestro forzado de la mujer quien estaba prisionera en Troya, otros sostienen que la seducción y la entrega prohibida, dio lugar a una fuga mutua producto de un amor ciego y sin condiciones creado por Afrodita; sin embargo, todos coinciden que esta situación provocó la ira de los griegos y el inicio de la Guerra de Troya.

Se dice que este conflicto duró 10 años de asedios y combates, hasta que los griegos construyeron un gigantesco caballo de madera supuestamente para la diosa Atenea. Ulises, uno de los líderes griegos, concibió la idea de esconder a sus mejores soldados dentro del caballo. Dejaron el caballo en la playa y se retiraron, convenciendo a los troyanos que el caballo era un regalo y una señal de victoria. Al anochecer, los soldados griegos salieron del caballo, mataron a los centinelas y abrieron las puertas de la ciudad, permitiendo la entrada del resto del ejército griego. La ciudad fue completamente arrasada y destruida poniendo fin a la guerra.

La historia se convirtió en un mito crucial en la cultura general, y el término "Caballo de Troya" se usa hoy en día para describir algo que parece inofensivo, pero es peligroso o engañoso.

Dice la canción de Alí Primera: “… la Patria es el hombre…” la Patria es ese venezolano que camina por las calles enfrentando con resolución y creatividad, las consecuencias de esa guerra de griegos y troyanos, donde algunos consideran que es la consecuencia de una guerra multiforme dirigida por el imperio norteamericano, y para otros críticos que señalan que la narrativa de la "guerra multiforme", es una excusa utilizada para justificar las crisis internas y desviar la atención de los problemas económicos y sociales del país.

Esta situación bipolar impacta en la economía, en el mejoramiento del nivel de vida, en la esperanza y en la paz de todos los que habitan en Venezuela, es decir, no distingue entre

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

griegos y troyanos, que continúan una lucha para alcanzar la prosperidad nacional o hasta que se logren liberar a Helena y se glorifique nuevamente el honor mancillado; esta controversial historia nos invita a realizar la siguiente pregunta: **¿La paz es una herramienta política para enmascarar intereses y fines ocultos para llegar al poder?**

El propósito de la presente investigación documental es la construcción de un artículo académico, que permita realizar una escala apreciativa de la caracterización de los fundamentos de la paz, como elementos esenciales para facilitar los procesos políticos de cambio y la protección de los Derechos Humanos; así como también, someter a un proceso de interpretación dialéctica el contenido ya desarrollado, con el resultado de una observación participativa de los procesos sociales y políticos de Venezuela, generando espacios para la triangulación múltiple de la información encontrada, lo que permitirá el surgimiento de escenarios posibles y aproximaciones conceptuales.

Los fundamentos de la paz constituyen las bases tangibles e intangibles que soportan el sistema de valores y principios democráticos indispensables para el desarrollo de la vida, que se estructura en dimensiones de percepción que parten del individuo hasta la interpretación universal compuesta de características o metas materiales entrelazadas, donde el alcance o conquista de una de ellas, impacta de forma directa con la otra; en ese sentido, a continuación, se presenta un cuadro descriptivo de esta conjetura planteada:

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

FUNDAMENTOS UNIVERSALES DE LA PAZ		
DIMENSIÓN	***DESCRIPCIÓN***	***INTERPRETACIÓN DE SU ALCANCE***
PERSONAL Establece la resolución y satisfacción de necesidades individuales, que sostiene **la teoría de Abrahán Maslow**	• **Fisiológicas:** Comida, agua, descanso y respirar. • **Seguridad:** Trabajo, ingresos de recursos, salud, familia y moral. • **Afiliación:** Amistad, afecto, intimidad. • **Reconocimiento:** Confianza, respeto, éxito. • **Autorrealización:** Creatividad espontánea, aceptación de la vida sin prejuicios para resolver problemas.	La paz personal en este nivel exige la satisfacción de necesidades y se manifiesta de la forma siguiente: • **Paz Mental:** Se siente libre de culpa por cumplir la ley. • **Paz Espiritual:** Se siente libre de pecado por cumplir con los mandamientos de Dios. • **Paz social:** La práctica de la vida social está enmarcada en los convencionalismos sociales y eres aceptado como eres.
SOCIAL Y COMUNITARIA: **Derecho a la ciudad:** *"es el derecho de todos los habitantes a habitar, utilizar, ocupar, producir, transformar, gobernar y disfrutar ciudades, pueblos y asentamientos urbanos justos, inclusivos, seguros, sostenibles y democráticos, definidos como bienes comunes para una vida digna"*	Se evidencia con la **práctica colectiva de principios y valores comunes**, tales como: tolerancia, solidaridad, respeto de la propiedad y bienes, humanismo, educación para el trabajo y funcionamiento de los servicios públicos y privados.	Es una situación ideal donde funciona el Estado Derecho, donde existe un **control de los factores generadores de violencia**.
PAÍS: ELEMENTOS ESENCIALES DE LA DEMOCRACIA: 1. Transparencia en la actividad gubernamental. 2. Probidad de la gestión pública. 3. Respeto derechos sociales y humanos. 4. Libertad de expresión y de prensa. 5. Subordinación de todos los poderes a la Constitución. 6. Respeto del Estado de Derecho.	Se manifiesta con la construcción colectiva y con tendencia creciente del fortalecimiento de **las garantías constitucionales**: Desarrollo nacional, justicia, libertad, pluralismo, democracia, soberanía, seguridad ciudadana, integridad territorial, educación, derecho a participar en la gestión de asuntos públicos, elecciones de autoridades, control y supervisión del poder público con la independencia de los poderes.	**Gobierno democrático garante de la Paz y el Orden Social**, como resultado de gobernar bajo el imperio de la Ley, que gestiona de manera dinámica y permanente la seguridad y la paz pública como un fin esencial del Estado.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

FUNDAMENTOS UNIVERSALES DE LA PAZ		
DIMENSIÓN	***DESCRIPCIÓN***	***INTERPRETACIÓN DE SU ALCANCE***
REGIONAL	Desde la perspectiva regional se puede afirmar que **los descriptores de la paz están orientados integralmente a los siguientes campos coyunturales diplomáticos de acción conjunta**:	
CARTA DEMOCRÁTICA INTERAMERICANA: 1. La democracia y el sistema interamericano. 2. Los derechos humanos. 3. Democracia desarrollo integral y combate a la pobreza. 4. Fortalecimiento y reservación de la institucionalidad democrática. 5. La democracia y las misiones de observación electoral. 6. Promoción de la cultura democrática.[5]	1. Lucha frontal contra la delincuencia organizada, el paramilitarismo, el narcotráfico y el terrorismo. 2. Lucha contra la minería ilegal y la defensa de espacios regionales naturales de unión territorial como el Amazonas, el Escudo Guyanés, el Mar Caribe, entre otros. 3. Profundizar coherentemente la integración económica regional. 4. Planes integrales del desarrollo de las fronteras para frenar la migración mediante la disminución de la pobreza y las desigualdades. 5. La instalación de bases militares de Estados Unidos en países soberanos pero que son consideradas amenazas para otras naciones.	**Proclama de América Latina y el Caribe como zona de Paz,** adoptada por la CELAC en el 2014, donde se reafirma los siguientes principios: - Respeto al Derecho Internacional. - Solución pacífica de controversia. - No intervención. - Soberanía, igualdad y cooperación. - Enfrentar juntos el desafío de la corrupción y la pobreza.
MUNDIAL	**Fundamentos de la paz basado en la tecnología:**	**La humanidad demanda un enfoque humanizado de la paz global**, a través de educación como la herramienta transformadora de la cultura del hombre, orientada a la solución pacífica de conflictos. • Desarrollo nuclear y tecnológico humanizado. • Aprovechamiento racional y preservación del ecosistema. • Promover acciones integrales para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 de la ONU.
CARTA DE LAS NACIONES UNIDAS: • Tiene como propósito mantener la paz y la seguridad internacional. • Principio de igualdad soberana. • Acción en caso de amenaza a la paz. • Corte Interamericana de Justicia.	• Fácil comunicación para el desarrollo diplomático. • Diplomacia digital de inteligencia artificial. • Transparencia y rendición de cuentas, además del monitoreo de acuerdos, sistemas económicos y del clima. • Sistema de análisis para la prevención de conflictos.	

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

FUNDAMENTOS UNIVERSALES DE LA PAZ 2		
DIMENSIÓN	***DESCRIPCIÓN***	***INTERPRETACIÒN DE SU ALCANCE***
FOMENTAR ENTRE LAS NACIONES RELACIONES DE AMISTAD.	• Empoderamiento de la información de la sociedad civil y el periodismo ciudadano con las redes sociales. • El control tecnológico del clima para ser empleado como arma de guerra para la destrucción masiva. • Desafíos para la paz mundial vinculados a la tecnología • Proliferación de la desinformación y la propaganda. • Ciberseguridad, ciber-guerras y espionaje. • Delitos informáticos transnacionales. • Armamento autónomo con alta letalidad. • Sesgo algorítmico y desigualdad de acceso. • Vigilancia y represión autónoma. • Revitalizar y actualizar el contenido y el compromiso político de las Carta de Naciones Unidas. • Hacer de la paz un objetivo central y material de la lucha política y de la creación de las leyes, para frenar la Globalización de la guerra.	Superación del fundamentalismo idealismo y religioso. La Guerra de Agresión, como crimen impune a la paz internacional, que se revela ante el mundo con invasiones, bombardeos, ataques, incumplimiento de acuerdos de paz, por parte de países poderosos sin el respeto del Derecho Internacional, tipificados como tales en la **Resolución 3314 de la Asamblea General de la ONU del 1984**.[8]

Parafraseando a la profesora Arango (2007), los elementos fundamentales para una cultura de la paz, representan la clave cambio, ellos están relacionados con la educación, el respeto de los derechos humanos, la sociedad civil con la intervención de la familia, los religiosos, los profesores y políticos orientados al tema de promover el arreglo pacífico de conflictos, cumplir la ley y acuerdos internacionales, promover y fortalecer las instituciones democráticas y el desarrollo económico para erradicar la pobreza.

Es decir, ya existe legislación suficiente, organismos multilaterales, instituciones públicas y privadas que trabajan el tema, sin embargo, es LA NUEVA CULTURA DE PAZ la que permitirá que un mundo nuevo permanentemente pacífico sea posible.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Conocido y caracterizado los fundamentos que soportan la paz y la importancia de trabajar integralmente en una cultura de cambio para el desarrollo pacífico, es necesario precisar la estructura sistemática de la manzana de la discordia en Venezuela; en virtud de poder aumentar la comprensión del fenómeno de la violencia en el país.

Se califica como manzana de la discordia, los factores de riesgo y amenazas internas o externas a la paz social del venezolano, que indiferentemente en el nivel donde ocurra impacta directamente en su tranquilidad y desarrollo pacífico de la vida

MANZANA DE LA DISCORDIA	
DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN O MANIFESTACIÓN DE LA VIOLENCIA FÍSICA O ESTRUCTURAL QUE QUIEBRAN LOS FUNDAMENTOS DE LA PAZ DE VENEZUELA
PERSONAL	• **Insatisfacción permanente** por la deficiencia en los servicios públicos, que es el resultado de un plan programado de obsolescencia del bloqueo internacional. • **Preocupación sostenida de una incertidumbre económica,** como resultado de una hiperinflación inducida no controlada. • **Tensión permanente de alerta,** por las agresiones y amenazas de los Estados Unidos, unida a la guerra cognitiva de las redes sociales.
SOCIAL Y COMUNITARIA	• **Abandono del adulto mayor** por parte de sus familiares, que se marcharon del país esperanzados en una migración virtual y engañosa. • **Dificultad creciente para el mantenimiento de infraestructura de carácter público.** • **Microtráfico y microdistribución de drogas** en la juventud. • **Imposición de la violencia física;** en los hogares y comunidad como mecanismo para solución de conflictos. • **El aumento de los accidentes de tránsito en motos,** unido al luto familiar y la generación de discapacitados permanentes. • **Deserción escolar y ausencia de la formación generacional de relevo.**

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

MANZANA DE LA DISCORDIA	
DIMENSIÓN	**DESCRIPCIÓN O MANIFESTACIÓN DE LA VIOLENCIA FÍSICA O ESTRUCTURAL QUE QUIEBRAN LOS FUNDAMENTOS DE LA PAZ EN VENEZUELA**
PAÍS	• **El choque de modelos políticos socialistas versus el capitalista**, que trae un conflicto prolongado que incide en la polarización política. • **No reconocimiento de los resultados electorales Presidenciales por un sector opositor radical con enlaces internacionales,** que persigue el poder político y la administración preferencial del gas y el petróleo sin respetar las Constitución. • **La narrativa del tren de Aragua, el cartel de los soles, narco Estado,** como mecanismo de influencia en la conciencia colectiva, para transformar los procesos mentales y posicionar la tesis de gobierno forajido. • **El rol de los medios de comunicación y redes sociales** en la construcción de verdades y narrativas del Gobierno Venezolano. • **Recompensa de 50 millones de dólares por parte de los Estados Unidos para quien entregue a la justicia norteamericana al Presidente Nicolás Maduro y otros personajes políticos.** • **Práctica del Plan Independencia,** que prepara a la población para la lucha popular prolongada, en virtud de las agresiones y ataques en la fachada del Mar Caribe. • **La polémica postulación y entrega del Premio Nobel de La Paz.** • **La tensión de la Guayana Esequiba en el ejercicio de la soberanía,** con la explotación de campos petroleros en aguas que se encuentran en controversia internacional. • **Las sanciones internacionales y la dependencia del Estado para el sostenimiento de la población.**
REGIONAL	• **La instalación de las bases militares norteamericanas** en el marco del Plan Colombia. • **Escalada militar de gran magnitud en el Caribe** frente las aguas territoriales de Venezuela por parte de los Estados Unidos… ¨**dispara primero averigua después**¨… teniendo como fin la lucha contra el narcotráfico… ¿esa es la verdad?...¿o es el Caballo de Troya para autorizar la fuerza militar en territorio extranjero? • **Aculturación hegemónica y desplazamiento identitario del venezolano.** • **La calificación como delincuentes a los migrantes** en Estados Unidos y su deportación a El Salvador.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

MANZANA DELA DISCORDIA	
DIMENSIÓN	**DESCRIPCIÓN O MANIFESTACIÓN DE LA VIOLENCIA FÍSICA O ESTRUCTURAL QUE QUIEBRAN LOS FUNDAMENTOS DE LA PAZ DE VENEZUELA**
MUNDIAL	• **El empleo de armas nucleares** y la formalización de la Tercera Guerra Mundial. • **La guerra de aranceles** de los Estados Unidos que impactan en la realidad económica mundial y en suministro logístico. • **El genocidio de Gaza** por parte de Israel que reclama la tierra prometida. • **El surgimiento acelerado de la macroeconomía digital** y la necesidad de un banco central mundial de cripto activos. • **El calentamiento global**. • **El surgimiento de un mundo multicéntrico y pluripolar**. • **Ineficiencia de la ONU** para gestionar la solución a los conflictos.

Como se puede apreciar, Venezuela se encuentra sumergida en un entramado de problemas que le roban la paz al venezolano, y que la solución por compleja que parezca es que cada ciudadano cumpla su rol en la sociedad, con ética, con responsabilidad y con amor a la patria. Es importante resaltar que la paz, es y será siempre una oferta política, una palabra clave en los discursos cargados de promesa que alimentan la esperanza, que permite enmascarar intensiones e imponer la violencia en su nombre.

En esta guerra entre griegos y troyanos, se juega con la paz de todos los habitantes del país, por lo que el dialogo político enmarcado en las leyes y reglamentos, debe tener la paz como un imperativo ético y moral.

Reflexiones y conclusiones finales

- La paz reside en el hombre, es por consecuencia un bien intangible que se persigue incansablemente toda la vida y que no tiene precio, sus fundamentos son en esencia, las bases para una vida digna y con propósito.

- La paz es sinónimo de la promoción de los derechos fundamentales, es un derecho humano de tercera generación, es un concepto inseparable de otros valores y principios, además de ser patrimonio común de la humanidad.

- Desde el punto de vista diplomático, la paz es la excusa para el empleo de la violencia, pues se convirtió en una herramienta de legitimación de intereses geopolíticos.

- El Estado de Derecho, el control del poder, y fomentar la cultura de paz, son fundamentos estructurales en una paz permanente en el tiempo, es el país donde la legalidad tiene un respaldo legítimo y colectivamente aceptado, en otras palabras, es conquistar los objetivos estratégicos del desarrollo integral con el respaldo político interno y el reconocimiento internacional.

Finalmente, Iris; cruel y malévola, carente de empatía, que disfruta del dolor, del caos; molesta por no haber logrado su capricho de la conquista del poder en el país, escribe la frase “PROSPERIDAD DE VENEZUELA”

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

en la manzana de la discordia que deja sobre la arena política donde algunos esperan tenerla con el Premio Nobel de La Paz…

Paris que en esta ocasión representa al pueblo, escoge a la Diosa Democracia como la más hermosa de la fiesta y le entrega la manzana; ella para pagar su promesa, le entrega la Paz, quien vive con la libertad, la justicia, la soberanía y el amor, que no puede ser secuestrada sino poseída y que no puede ser empeñada sino construida.

Por su parte, Menelao que representa el poder imperial, celoso por los actos de Paris, ardiendo por el orgullo quebrado, hace un pacto con el diablo y logra engañar a su enemigo ofreciéndole políticamente al Caballo de Troya como trofeo de guerra y liberación de la paz; estrategia militar que permitiría ingresar en las entrañas del fuerte, abrir las puertas para el exterminio del pueblo.

Esta ligera comparación del pasado y el presente solo pretende resaltar que en los actuales momentos la paz, es el argumento preferido de un jurista o diplomático del terror, que la utiliza como Caballo de Troya para justificar un ataque territorial o agresión militar en cualquier parte del mundo en nombre de la paz.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

Autor: José Gregorio Figueredo

RESUMEN

El mantenimiento de activos busca preservar la continuidad operacional de los sistemas y equipos de una determinada empresa. Este trabajo de investigación desarrolla un proceso de implementación de un sistema de gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) con enfoque a procesos y lo presenta por fases. Inicialmente, se plantean dos (2) partes: fase preliminar (lo que se debe obtener antes de la implementación) y la fase de desarrollo (durante el proceso de implementación). Posteriormente se hace una breve descripción de los subprocesos de mantenimiento considerados: Captura y diagnóstico, Planificación, Programación, Ejecución y Cierre. Finalmente, este artículo consolida una visión panorámica de este proceso que servirá de guía a quienes deseen considerarla.

Palabras Clave: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Sistema de Gestión, Enfoque a Proceso, Confiabilidad Operacional.

ABSTRACT

Asset maintenance seeks to preserve the operational continuity of the systems and equipment of a given company. This research work develops an implementation process of a Reliability Centered Maintenance (RCM) management system with a focus on processes and presents it in phases. Initially, two (2) parts are proposed: preliminary phase (what must be obtained before implementation) and development phase (during the implementation process). After, a brief description of the considered maintenance threads is made: Capture and diagnosis, Planning, Programming, Execution and Closing. Finally, this article consolidates a panoramic view of this process that will serve as a guide for those who wish to consider it.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, Management System, Process Approach, Operational Reliability.

INTRODUCCIÓN

El proceso para lograr implementar un sistema de gestión de mantenimiento enfocado a proceso con un modelo de gerencia dirigido a incrementar la confiabilidad operacional de los activos de una empresa, puede ser diverso y no tener una receta única para ser materializada. Así pues, Petróleos de Venezuela, S.A. en su manual de mantenimiento define en la norma PDVSA MM-01-01-01 (2016) que un activo es "…un elemento tangible o intangible, capitalizable en un ciclo de vida establecido, que cumple una función en un proceso productivo y está sujeto a acciones de mantenimiento". Este artículo describe de forma general una investigación documental que pretende guiar al lector de manera coherente la vía para alcanzar este cometido

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

con éxito. En pocas palabras, los elementos claves requeridos para la implementación de este tipo de sistemas se resumen en conocer la estructura organizativa de la empresa, sus políticas y sus procesos productivos.

Adicionalmente, la organización de mantenimiento debe tener objetivos claros y alineados a las políticas de la empresa, con procesos definidos y concatenados al cumplimiento de los requisitos de sus clientes o usuarios, para que los productos, información o servicios apunten a lograr la satisfacción del cliente. Finalmente, la gestión documental juega un rol protagónico e importante ya que garantiza la invariabilidad de la información y de los procesos que en la empresa se llevan a cabo.

PROCESO DE IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

Las organizaciones en el mundo han evolucionado hacia la mejora de la productividad de sus equipos y sistemas, cuya eficiencia se apoya en la calidad del producto y el buen funcionamiento de sus activos con la finalidad de lograr los tres ceros: (1) cero despilfarros, (2) cero defectos y (3) cero averías y problemas de seguridad. Es por ello, qué la eficiencia productiva consiste en obtener la producción necesaria empleando el mínimo de recursos y sustentados en la garantía de funcionamiento tal como se interpreta en el libro (capítulo 17) de Cuatrecasa Arbós (2012, p.669). A continuación, se presenta un compendio de procesos cuya meta está situada en la implantación de un sistema de gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Fase preliminar

1. **Definir el modelo de gerencia:** Un Modelo de Gerencia del Mantenimiento basado en la Confiabilidad Operacional debe asegurar la continuidad operativa, la definición de estrategias de gestión, la eficiencia en el uso de los recursos, el desarrollo del talento humano disponible, la optimización de los activos físicos, de los procesos y de los sistemas de información, así como lo muestra en su artículo García Palencia (2013).

Para Gasca, Camargo & Medina (2020), la confiabilidad operacional está relacionada con la mejora continua y los procesos productivos de las empresas. De igual forma, se expresa por la capacidad de la organización para desempeñar sus funciones de manera óptima en un período de tiempo y en un entorno operativo dado, y puede determinarse por la confiabilidad del equipo, la confiabilidad humana, la confiabilidad del proceso y la capacidad de mantenimiento.

2. **Definir los objetivos:** Con el propósito de plantear metas y establecer las estrategias que permitan garantizar la disponibilidad y confiabilidad de activos de la organización en donde se implementa un sistema de gestión de mantenimiento, y apuntalados en políticas claras, se definen los objetivos de la organización de mantenimiento, tal como lo presenta en su trabajo Vásquez G. (2014, p.3).

3. **Conocer el proceso productivo:** Para Herrera-Galán & Duany-Alfonzo (2016), se trata de realizar una evaluación inicial de la empresa y, definir oportunidades y cambios en la organización del mantenimiento, con el fin de lograr los resultados esperados. Por lo tanto, es necesario estar al tanto de la organización funcional de la empresa y su relación con el proceso productivo, para que desde el mantenimiento, identificar sus prioridades y necesidades: además, informarse sobre las asignaciones presupuestarias, el talento humano con el que se cuenta, el inventario del almacén de mantenimiento (en caso de existir) y cómo se gestiona, los servicios de mantenimiento sub contratables, los equipos y

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

herramientas disponibles para cumplir las funciones inherentes a las actividades de mantenimiento y como se generan las ordenes de trabajo, entre las más resaltantes.

4. Diagnóstico inicial: Primeramente, Pacheco Bado (2018) plantea, que se debe tener un conocimiento descriptivo de la empresa, aspectos generales, estructura organizacional, procesos de trabajo (servicios, manufactura, otros) y sus avances en la aplicación de los sistemas de gestión de la calidad, por nombrar algunos.

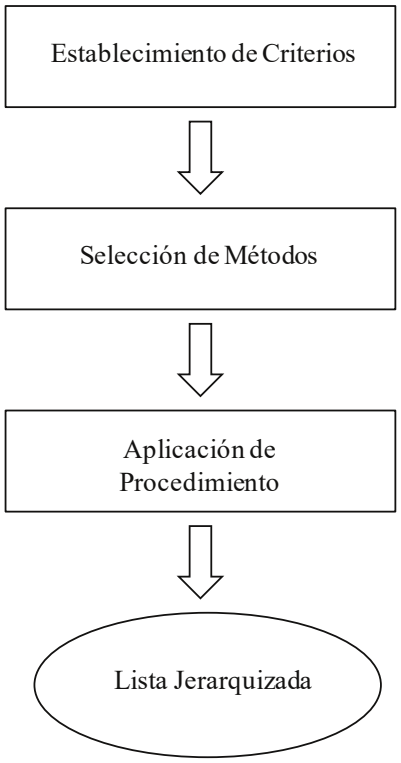
Los resultados obtenidos de los datos de la situación actual de las máquinas están referidos a las fallas y costos en los que incurren: En primer lugar, se describe la empresa, sus aspectos generales, organigrama estructural, cómo se encuentra organizada, Misión y Visión, con la ayuda de la alta gerencia de la empresa, y posteriormente se procede a mostrar el diagrama del proceso de ejecución de la obra que se desarrolla en la actualidad.

5. Analizar los activos y su criticidad: Huerta M., R (2000, p.13), plantea la criticidad como una metodología capaz de jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones en cuanto a la incorporación del activo al sistema de mantenimiento organizado. Esta metodología establece la definición del alcance y propósito del análisis, los criterios de evaluación y de un método eficaz para esta evaluación para así jerarquizar los sistemas objeto del análisis. Los procesos, sistemas y equipos de una planta compleja subdividen los elementos en secciones que pueden ser manejadas de forma controlada y auditable. La criticidad puede ser expresada como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia [1]

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado, y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En la figura 1 se muestra un ejemplo de Método básico de criticidad.

Figura 1. Método básico de criticidad



Fuente: Huerta Mendoza (2000, p.14).

6. Documentación y formación básica: El sistema de gestión de mantenimiento es un sistema documentado de hecho, donde se deben documentar los procesos y procedimientos que aportan valor a las actividades de la organización, o en su defecto, facilite o simplifique la realización de dichas actividades. Entre las ventajas de disponer de información documentada se encuentran la disminución de la variabilidad de los procesos y procedimientos, contribuye a la comprensión del rol de cada empleado dentro de la organización, establece los requisitos

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

necesarios para los procesos y las evidencias para verificar su cumplimiento, es la base para la mejora continua del sistema de gestión y facilita el proceso de auditoría, tal como lo expresa López Lemos (2015) citado por Castaño Ramírez & Henao Álvarez (2017, p.6).

La organización debe determinar la competencia necesaria de las personas que realizan el trabajo bajo su control, asegurando que estas sean competentes sobre la base de su educación, capacitación o experiencia, identificando las necesidades de capacitación dentro de los intereses de la organización y de ser necesario emprender acciones para adquirir las habilidades complementarias y evaluar la eficacia de las acciones realizadas actualmente.

7. Seguridad, Calidad y Medioambiente: El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es una metodología para gestionar el mantenimiento de instalaciones industriales, donde se busca determinar las actividades de mantenimiento necesarias para que los activos sigan realizando las funciones para las que fueron construidos, considerando la seguridad de las personas, la calidad de los productos o servicios y la integridad del medio ambiente, según lo expresa Poveda & Martínez (2012).

Ahora bien, la seguridad industrial es una conducta responsable de investigación de estándares y métodos para garantizar la producción con un riesgo mínimo, considerando tanto los factores humanos como otros recursos (equipos, herramientas, edificios, etc.), tal como lo evidencia Franco (1988, p.15).

Por otra parte, Castillo, Estrada & Rodríguez (2016) afirman que la tarea básica del mantenimiento en las organizaciones es conservar la disponibilidad de los equipos, y estas condiciones, a su vez, logran mantener la calidad del producto o servicio brindado a un bajo costo; siempre considerando la satisfacción del cliente o usuario, manteniendo o mejorando los requisitos establecidos para la prestación del servicio. En cuanto al medio ambiente, se deben determinar los riesgos y oportunidades que necesiten abordarse, relacionadas con aspectos ambientales, requisitos legales y otros requisitos. La determinación de los aspectos ambientales y sus impactos se debe realizar desde una perspectiva de ciclo de vida y, en la misma, hay que tener en cuenta las condiciones anormales, así como lo plantea Gonzalo (2018). En la planificación de acciones, la organización debe determinar el riesgo asociado con las amenazas y oportunidades que se dirigirán a dar seguridad en el sistema de gestión ambiental, el cual puede alcanzar su resultado deseado, prevenir o reducir los efectos no deseados, incluyendo el potencial de las condiciones ambientales externas que afectan a la organización. En la figura 2 se presenta un diagrama EPS del ciclo de vida de una producción.

Fase de Desarrollo (Implementación)

Los sistemas de gestión de mantenimiento enfocados en el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), tienen como fundamento teórico la Norma UNE EN 13460 y las organizaciones que la adoptan e implementan según sus propias realidades. Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), define y aplica esta filosofía de gestión y la expresa en su manual de mantenimiento con un enfoque de proceso como está establecido en las normas ISO 9001:2015. En la Figura 3 se representa un mapa de proceso del sistema de gestión de mantenimiento en la industria petrolera nacional.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

Figura 2. Diagrama EPS - Ciclo de vida de una producción

Fuente: (Gonzalo Quesada, 2018)

Figura 3. Mapa de proceso del sistema de gestión de mantenimiento

Fuente: PDVSA MM-01-01-00

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

1. Captura y Diagnóstico - Contexto operacional: Este paso reviste gran importancia, ya que en él se definen y documentan las funciones y el contexto operativo de los activos. Entre sus procedimientos se encuentran el establecimiento de indicadores de gestión (KPI's) adecuados para realizar el seguimiento en cada uno de los procesos a implementar, analizar los avances y así determinar si se han alcanzado los objetivos definidos. Paralelamente, en toda la estructura organizativa, se deben definir en todos los niveles las responsabilidades de cada integrante a lo largo de todos los procesos y sub procesos, así como se visualiza en las normas PDVSA MM-02-01-00.

La recopilación de la documentación técnica necesaria para la inclusión de activos al sistema de gestión de mantenimiento, definir el contexto operacional del activo, revisten gran importancia. Entre la documentación técnica a recopilar se tienen las bases de diseño, descripción de los procesos actualizados, filosofía de operación, planos de las instalaciones, manuales de especificaciones de los fabricantes, manuales de operación, manuales de mantenimiento, manuales de equipos, delimitación del sistema o equipo, documentación de manejo del cambio, entre los más resaltantes.

2. Captura y Diagnóstico – Jerarquización de Activos: Proporciona un enfoque sistemático de la criticidad y priorización de activos en un sistema de gestión de mantenimiento, para crear estrategias que faciliten la toma de decisiones y enfoquen esfuerzos y recursos en áreas que necesitan mantenimiento, la confiabilidad y disponibilidad del proceso, dependiendo del contexto operativo, tal como se visualiza en las normas PDVSA MM-02-01-01.

En este orden de ideas, se conforma un equipo de trabajo multidisciplinario de profesionales formados e involucrados con la confiabilidad de los activos de una organización con el fin de realizar el análisis de criticidad. Al completar la estructura taxonómica de los activos físicos parte del sistema de gestión de mantenimiento, se determinará mediante un análisis el nivel de criticidad de cada activo, considerando el contexto operacional de estos. El resultado del análisis de criticidad permitirá jerarquizar los activos de la empresa, pero este nivel de criticidad del sistema o equipo, no debe ser asumido para sus ítems mantenibles, por el contrario, se realizará un análisis por cada uno de ellos.

No obstante, Parra & Márquez (2019) menciona algunos criterios comúnmente empleados para el análisis de criticidad entre los que se encuentran: La frecuencia de ocurrencia de fallas; Detección de fallas; Severidad de las fallas; y el Costo de las fallas. Por otro lado, entre los métodos más conocidos de análisis de criticidad se muestra: El método de los puntos; El método de Ciliberti; El método del flujograma (cualitativo); El modelo de criticidad semi-cuantitativo "CTR" Criticidad Total por Riesgo; Modelo cuantitativo "AHP" Proceso de Análisis Jerárquico; entre los más conocidos.

3. Captura y Diagnóstico – Gestión de Avisos de Mantenimiento: Establece lineamientos para la gestión de avisos de mantenimiento relacionados con la creación, gestión, ejecución y cierre de estos avisos en un sistema de gestión de mantenimiento. Para asegurar el registro de estos avisos, la información técnica e historial de fallas del equipo se debe asegurar la calidad de los datos, a fin de proporcionar información necesaria y confiable de los indicadores de gestión de mantenimiento, y los estudios de confiabilidad tal y como lo expresa la norma PDVSA MM-02-01-02.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

De este modo, se establecen las clases de avisos en el sistema de gestión de mantenimiento, entre los que figuran: (1) El Aviso de Solicitud de Mantenimiento (inspecciones o mantenimiento preventivo); (2) El Aviso de Falla (pérdida parcial o total de la función de un activo); (3) El Aviso de Actividad (evaluación / inspección adicional al mantenimiento); (4) El Aviso de Reclamo (expresar la no conformidad de un mantenimiento); (5) El Aviso de Recomendación Técnica (registro de recomendaciones detectadas durante el desarrollo de evaluaciones especializadas), y (6) El Aviso de Proyecto / Parada de Planta (actividades de mantenimiento o mejoras que no se pueden realizar con el activo en servicio). La gestión de Avisos de Mantenimiento conlleva a la administración, ejecución y el cierre de los avisos en el sistema de gestión de mantenimiento.

4. Planificación – Elaboración de los planes de mantenimiento: Establece las estrategias para la elaboración de planes de mantenimiento preventivo, tomando los insumos obtenidos de la especificación del contexto operacional, como se especifica en la norma PDVSA MM 02 02 01. Adicionalmente un equipo de profesionales relacionados con la confiabilidad de activos en la organización de mantenimiento, deberá garantizar las estrategias a seguir para definir la desagregación de los activos en componentes / ítems mantenibles y partes consumibles necesarias para dar cumplimiento al plan. Cabe destacar, que un Aviso de Mantenimiento debe generar una Orden de Mantenimiento (ODM) de forma automática y a su vez, estas ODM estarán asociadas a procedimiento de mantenimiento según sea el caso.

De esta forma, para la elaboración de los planes de mantenimiento se deben considerar algunos aspectos como: La clasificación del activo según su criticidad; Definición del patrón de falla del activo; El tipo de tarea de mantenimiento que permita eliminar o disminuir la probabilidad de ocurrencia de las causas que generan los Modos de Fallas; y el método de trabajo para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.

5. Planificación – Administración de planes de Mantenimiento Preventivo: Desarrolla estrategias para cargar y administrar planes de mantenimiento preventivo en el sistema de gestión de mantenimiento, considerando todas las especificaciones durante el desarrollo previo del plan de mantenimiento, como lo establece la norma técnica PDVSA MM 02 02 02.

Durante este proceso, se determina la fecha de inicio del plan de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta la disponibilidad de activos y recursos. Igualmente, se elabora la recopilación y simulación gráfica de la fecha de emisión del Aviso Operacional y ODM para la elaboración del plan anual de mantenimiento preventivo, el cual recoge todos los documentos (procedimientos de trabajo, planos, flujogramas, entre otros) que lo componen, para ser entregado a la unidad encargada de la programación quien a su vez coordinará la ejecución con las organizaciones custodias y ejecutoras del mantenimiento.

6. Planificación – Gestión de Ordenes para el Mantenimiento Ordinario: Desarrolla instructivos para la gestión de las Ordenes de Mantenimiento que permitan su gestión (creación, priorización, planificación, programación, ejecución, cierre) y control dentro del sistema de gestión de mantenimiento, para optimizar el uso de los recursos y realizar las actividades de mantenimiento, tal como lo manifiesta la norma PDVSA MM-02-02-03.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

La representación de planificación llevará a cabo una revisión en el sitio del alcance del trabajo planificado, identificando los aspectos ambientales y de seguridad del equipo natural de trabajo, apoyando las necesidades logísticas, los procesos de trabajo, los requisitos prefabricados y las condiciones de las instalaciones que podrían afectar negativamente la eficacia de la planificación, programación y ejecución del trabajo asignado si no se toma en cuenta; además, debe estimar los recursos requeridos (materiales, horas hombre, servicios contratados, instalaciones adicionales, etc.), según se describe en la especificación para programar las siguientes ordenes de mantenimiento.

7. Programación del Mantenimiento: Desarrolla estrategias generales en el tema de programación de mantenimiento vigente, para la coordinación, control y sincronización del tiempo y espacio para la realización de las actividades de mantenimiento, como se evidencia en la norma técnica PDVSA MM-02-03-00.

En el subproceso de programación se deben programar las órdenes de mantenimiento previstas en planificación, asegurando la adecuada asignación y coordinación de recursos (materiales, horas hombre, servicios contratados, equipos de apoyo para mantenimiento, entre otros), a fin de hacer exactamente lo que se necesita en cada orden de mantenimiento; elaborar el programa diario de trabajo e imprimir el mismo, consolidando todos los documentos (procedimientos de trabajo, manejo de materiales, entre otros) que conforman el programa de mantenimiento para ser entregados y coordinados con el subproceso de ejecución, quienes deben retroalimentar todas las actividades ejecutadas en este subproceso.

Adicionalmente, entre las responsabilidades de este subproceso se encuentran: Programar las actividades planificadas mediante órdenes de mantenimiento, distribuir los recursos de forma equilibrada, verificar la disponibilidad de recursos y elaborar los programas de mantenimiento.

8. Ejecución del Mantenimiento: Establece estrategias comunes para los subprocesos a realizar en el marco del mantenimiento ordinario con el fin de optimizar el uso de los recursos para realizar las actividades de mantenimiento, así como lo expresa la norma técnica PDVSA MM-02-04-00.

Para la ejecución del mantenimiento ordinario se ha de hacer uso de las instrucciones de trabajo, coordinar la ejecución del mantenimiento, ejecutar las acciones de mantenimiento, hacer seguimiento a la ejecución de actividades y notificar la ejecución de actividades de mantenimiento.

9. Análisis y Cierre del Proceso de Mantenimiento: Desarrolla estrategias generales para completar la gestión de los subprocesos de captura, diagnóstico, planificación, programación y ejecución, a fin de estandarizar, evaluar y analizar los resultados obtenidos del proceso de mantenimiento ordinario, como se observa en la norma técnica PDVSA MM 02 05 00.

Tiene como función principal el cierre de la gestión del proceso del mantenimiento, consolidar, analizar y evaluar los resultados de los subprocesos de captura y diagnóstico, planificación, programación y ejecución, lo que representa la gestión del proceso de mantenimiento precisamente para asegurar la satisfacción del cliente como garantía de haber cumplido con los requisitos establecidos originalmente por cliente o usuario, verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento, validar la calidad del servicio, analizar presupuestos y costos de mantenimiento, analizar el costo riesgo-beneficio, realizar la retroalimentación de los Avisos de Mantenimiento, realizar el

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

cierre de los Avisos de Mantenimiento, realizar el cierre técnico y administrativo de las Ordenes de Mantenimiento (ODM), analizar los indicadores técnicos y financieros, registrar lecciones aprendidas y generar informes de gestión de mantenimiento. Este sub-proceso representa el comienzo y el fin del ciclo de mejora continua.

CONCLUSIONES

1.El presente artículo muestra uno de los muchos panoramas que existen en la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento enfocado a proceso y representa un punto de inicio para avanzar en la creación de un sistema organizado para el mantenimiento de activos.

2. El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es una metodología para gestionar el mantenimiento de instalaciones industriales, donde se busca determinar las actividades de mantenimiento necesarias para que los activos sigan realizando las funciones para las que fueron construidos, considerando la seguridad de las personas, la calidad en los productos o servicios y la integridad del medio ambiente.

3. El sistema de gestión de mantenimiento es de hecho un sistema documentado, con información detallada de la organización, donde se describen en detalle los elementos necesarios para tener una cadena de procesos relacionados al mantenimiento cuyo desarrollo es exitoso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castaño Ramírez, M., & Henao Álvarez, J. S. (2017). *Documentación del mantenimiento y la fabricación en el Centro de Mecanizado CNC de 5 ejes del Laboratorio de Simulación, modelamiento y prototipos de Parque I.* Recuperado el 14 de junio de 2022, Disponible en http://hdl.handle.net/20.500.12622/106

Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Gestión de mantenimiento de los equipos productivos. TPM. - Organización de la Producción y Dirección de Operaciones.Googles Libros. 2837 Madrid, Albasanz, 2, España: Ediciones Díaz de Santos.* Recuperado el 13 de junio de 2022,https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dz_nuBxcHjQC&oi=fnd&pg=PA669&dq=por+que+implantar+una+gesti%C3%B3n+de+mantenimiento&ots=w6c_FE_v9I&sig=-l4G-OHmQ9iSp3s-jk7m-E3sqpU#v=onepage&q&f=true

Franco Clavijo, J. B. (1988). *Repositorio SENA.* Recuperado el 14 de junio de 2022, https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/997

García Palencia, O. (2013). *RELIABILITYWEB.COM - Ingeniería De Confiabilidad Para Mantenimiento.* Recuperado el 29 de mayo de 2022, https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-integral-de-mantenimiento-basada-en-confiabilidad

GASCA, M. C., CAMARGO, L. L., & MEDINA, B. (2020, 10 de diciembre). *Revista Espacios. DOI:* 10.48082/espacios-a20v41n47p18

Gonzalo Quesada, A. (2018). *uvadoc.uva.es.* Recuperado el 14 de junio de 2022, Disponible en http://uvadoc.uva.es/handle/10324/20720

Herrera-Galán, M., &Duany-Alfonzo, Y. (2016). *versión On-line ISSN 1815-5936.* Recuperado el 7 de junio de 2022, http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt

Huerta Mendoza, R. (2000). *Ingeniería mecánica.* Recuperado el 13 de junio de 2022, https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=an%C3%A1lisis+de+criticidad+mantenimiento&oq=analisis+de+criticidad#d=gs_cit&t=1655252636110&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AcD4NUF0vFtMJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Des>

Pacheco Bado, L. F. (2018). *Repositorio de Tesis USAT.* Recuperado el 9 de junio de 2022,https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1353

Parra, C., & Crespo Márquez, A. (2019, diciembre). *Research gate. DOI:10.13140/RG.2.2.21197.87524* https://www.researchgate.net/publication/342926771_Metodos_de_Analisis_de_Criticidad_y_Jerarquizacion_de_Activos

PDVSA MM-01-01-00 (2016, marzo). *Definiciones asociadas a Mantenimiento y Confiabilidad.*

PDVSA MM-02-01-00 (2015, marzo). *Funciones y contexto operacional de los activos.*

PDVSA MM-02-01-01 (2010, diciembre). *Jerarquización de activos por análisis de criticidad.*

PDVSA MM-02-02-01 (2013, octubre). *Elaboración de planes de mantenimiento preventivo.*

PDVSA MM-02-02-02 (2016, marzo). *Administración de planes de mantenimiento preventivo.*

PDVSA MM-02-02-03 (2013, abril). *Gestión de órdenes para el proceso de mantenimiento.*

PDVSA MM-02-03-00 (2011, diciembre). *Proceso de programación del mantenimiento ordinario.*

Poveda Guevara, A. J., & Martínez Lozano, E. (2012, 19 de marzo). *DSpace en ESPOL.* Recuperado el 14 de junio de 2022, http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/20586

Vásquez G., E. J. (2014). *Instrumento de Medición para Diagnosticar la Gestión del Mantenimiento. mantenimientomundial.com.* Recuperado el 7 de junio de 2022, https://docplayer.es/19226682-Instrumento-de-medicion-para-diagnosticar-la-gestion-del-mantenimiento.html

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

III ENCUENTRO CON DON LUIS ZAMBRANO

FIDELZ

LUIS ZAMBRANO: EL ARTISTA ANDINO DE LA INVENCIÓN

Autor: Lcdo. Julio Alejandro Linares Camacho

Si reflexionamos sobre la invención popular de Don Luis Zambrano desde una mirada artística; podemos comprender como el arte y la ciencia están entrelazadas por la creatividad. Tanto el artista como el inventor crean lo que no existe, ya sea un objeto funcional o una metáfora. Si pensamos, por ejemplo, en Leonardo Da Vinci recordamos a un gran artista creador de La Gioconda o La Última Cena, pero también, pensamos en él, como en un gran inventor, como por ejemplo, el de los primeros prototipos de la aeronáutica como el ornitópteros o también por hacer investigaciones sobre el veneno.

Nuestro inventor andino Don Luis Zambrano creó de manera autodidacta la forma de dar luz eléctrica a todo un pueblo con poleas y mucho ingenio, su gran legado fue la manera de fusionar genialidad, humildad y sobre todo, una visión de servicio al no tener la intención de patentar ninguno de sus inventos, pues desde su visión era más importante liberar el conocimiento. Por otro lado, Zambrano trabajó durante muchos años en diferentes empresas y se dio cuenta que la cultura del rentismo, donde el desarrollo de la industria depende solamente de la importación extranjera, era decadente, y sostenía que tenemos la capacidad de crear lo que nos falte y mucho más. Don Luis Zambrano fue el primer hombre latinoamericano en recibir título de doctor honoris causa «por su útil labor creativa» por la universidad de los andes el 29 de noviembre de 1984.

Conocer la experiencia de este maestro pueblo me recordó que cuando hice mi investigación para conseguir la Licenciatura en Artes Plásticas, donde me enfoqué en comprender los elementos mediadores y liberadores del arte, donde me encontré con referentes cómo: Simón Rodríguez, Augusto Boal, Luis Camnitzer, Claudio Perna, Josph Beuys, entre otros artistas y pensadores que, más allá de construir una sólida propuesta estética, buscaron crear sentido crítico, y de cierta forma, liberar la mirada del sujeto social por encima del poder establecido o los imaginarios dominantes de su tiempo. Dentro de estos referentes, hay dos en los que encuentro algunas semblanzas con el pensamiento y la acción de Luis Zambrano. En el caso de Simón Rodríguez, cuando afirmó que "Educar es crear voluntades", pues fue el creador andino, sin duda un gran maestro de la voluntad y del "aprender haciendo". Y en el caso del artista alemán Joseph Beuys, quien sustentó el "sentido ampliado del arte", donde defendía que "todo hombre es un artista desde la creación material de la vida", esto me hace pensar que Zambrano fue también, sin duda, un artista.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

A pesar de mi paso por los estudios formales, la experiencia del arte público es algo único que no se encuentra en la academia y donde las metodologías se crean sólo con la recopilación vivencias. He comprendido que, en el arte urbano, la obra de arte se expone mientras se crea y en diálogo con el entorno; esto te invita a entender aspectos que trascienden la producción individual del proceso artístico de taller. En el marco del decimotercer aniversario de la fundación FIDELZ, me invitaron a retratar a este gran personaje nacional. Al conectarme con su historia y determinación, comprendí que hay una grandeza en nuestro gentilicio y que tanto el arte como la ciencia deben estar al servicio de la humanidad y la conciencia.

Uno de los pensamientos que me marcó del maestro Zambrano fue: “Hagámonos enemigos de lo imposible”. Esta frase, tanto para un inventor como para un artista, es trascendental, pues en ambas disciplinas hay que superar los obstáculos de la narrativa normativa de la época, donde muchas veces estamos limitados a pensar de una sola manera, y de ver el mundo según el sistema social, espiritual y económico de su contexto.

¡Hagámonos enemigos de lo imposible, creemos lo que no existe en la producción y en la estética!

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

DON LUIS ZAMBRANO: DE LAS TECNOLOGÍAS DERIVADAS DE LA NECESIDAD, A LAS TECNOLOGÍAS LIBERADORAS

Autor: Dr. Vicente Duran

A lo largo de la historia han estado presentes tecnólogos que, en diversas circunstancias, han desarrollado prodigios tecnológicos notables, ya sea en momentos de crisis o para abordar las necesidades cotidianas de sus comunidades. Estos desarrollos se han fundamentado en dos enfoques: uno es la Tecnología Apropiada, definida a menudo como un fenómeno exógeno cuando actores externos - que no pertenecen a la comunidad - intervienen y hacen un abordaje social para diseñar e implementar proyectos que ofrezcan una respuesta tecnológica a los requerimientos de la comunidad o a problemas de diversa índole, fundamentalmente relacionados con el suministro de servicios públicos.

Al hacer referencia a la tecnología apropiada, es necesario plantear algunas precisiones conceptuales previas; por lo general, está enfocada en promover el uso de tecnologías sencillas, que se desarrollen para dar respuesta y satisfacción de aquellos requerimientos tecnológicos más prioritarios en una comunidad, en contextos muy particulares desde el punto de vista de la sostenibilidad, la realidad económica, social y cultural persistente en su entorno de aplicación. Por lo tanto, deben ser de fácil accesibilidad, que tomen en consideración las limitaciones económicas, que sean de fácil adopción, reproducción, mantenimiento y operación por parte de las comunidades beneficiarias; además, que en su diseño, construcción e implementación se utilicen insumos de fácil consecución y que sean técnicamente sencillas de entender, transferir, reproducir, adoptar y, finalmente, masificar sin que produzcan un impacto en sus formas de vida, costumbres y tradiciones.

Por otro lado, encontramos la Tecnología Popular, que representa un fenómeno endógeno donde actores de la propia comunidad, de acuerdo a sus potencialidades climáticas, físicas y geográficas, los niveles de formación técnica y recursos disponibles de diversa índole, buscan dar respuesta a los requerimientos de una comunidad, cuya solución debe ser abordada desde un punto de vista tecnológico y que permita alcanzar adecuados niveles de vida y confort, con premisas similares a las tecnologías apropiadas: de fácil adopción, reproducción, operación, mantenimiento y, construidas con materiales y procesos tecnológicos de fácil accesibilidad.

Las primeras evidencias documentadas de la Tecnología Popular en Venezuela se remontan a 1799, gracias a la mención realizada por el Naturalista prusiano Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (“el Barón de Humboldt”). En su obra “Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente”, Humboldt describe la invención de Don Carlos del Pozo y Sucre (1743-1813), un inventor criollo autodidacta que construyó una máquina de generación de electricidad que utilizaba como fuente de suministro de energía

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

a los peces eléctricos (denominados tembladores, torpedos o anguilas) que habitan en los ríos; al efecto, Humboldt refería: ***"encontramos en Calabozo, en el corazón de los llanos, una máquina eléctrica de grandes discos electróforos, baterías, electrómetros que sumaban un equipo material casi tan completo, como el que poseían en aquella época los científicos en el Continente Europeo"***. Al efecto, el doctor Marcel Roche, director fundador del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), al referirse a los descubrimientos del Humboldt en los llanos Venezolanos, en su obra Descubriendo a Prometeo (ensayos sobre ciencia y tecnología en Venezuela 1975) expresó: ***"No se trataba de objetos de fabricación extranjera, adquiridos en países allende los mares; eran la obra de un hombre que nunca había visto instrumento alguno, que a nadie podía consultar y que no conocía los fenómenos de la electricidad más que por la escueta lectura de dos obras: El Tratado de Fond y Las Memorias de Franklin"***.

Este fenómeno de la tecnología popular con altos niveles de desarrollo se ha manifestado continuamente en diversos periodos históricos de la nación y, el aporte de los tecnólogos populares a lo largo de toda la geografía del país ha sido notable; sin embargo, por sus descubrimientos, por la originalidad, el nivel técnico de sus invenciones e innovaciones, su presencia y activismo en la comunidad científica, tecnológica, académica, por sus aportes y fundamentalmente por impulsar toda una filosofía de producción nacional de desarrollo tecnológico con sello propio "...Una tecnología liberadora de las presiones y la influencia foránea..." destaca como una referencia y por lo tanto merece una posición estelar y significativa: Don Luis Zambrano, quien nació el 01 de Mayo de 1901 en un hermoso y peculiar ambiente rural de los Andes Venezolanos, particularmente en la Aldea de Mesa de Adrián municipio Rivas Dávila, en las cercanías de la conocida población de Bailadores, zona de gran importancia turística y de producción agrícola en el estado Mérida.

La reiterada postura de Don Luis, ante la necesidad de desarrollar una tecnología nacional propia, cobra gran relevancia, por el hecho de que la dependencia científico-tecnológica posiblemente, sea más importante, que otros factores determinantes en nuestro nivel de desarrollo, debido a que durante más de un siglo, se intentó solucionar el problema mediante un proceso que planteaba la modernización de la economía como forma de alcanzar desarrollo y ser más competitivos, basados en la importación y adopción de tecnologías foráneas; en el país se aspiró, erradamente, lograr un modelo de desarrollo propio con herramientas ajenas, mediante la concepción filosófica (calvinista y anglosajona) de rentabilidad, éxito y competitividad, originada en contextos sociales globales, totalmente distintos a la realidad venezolana.

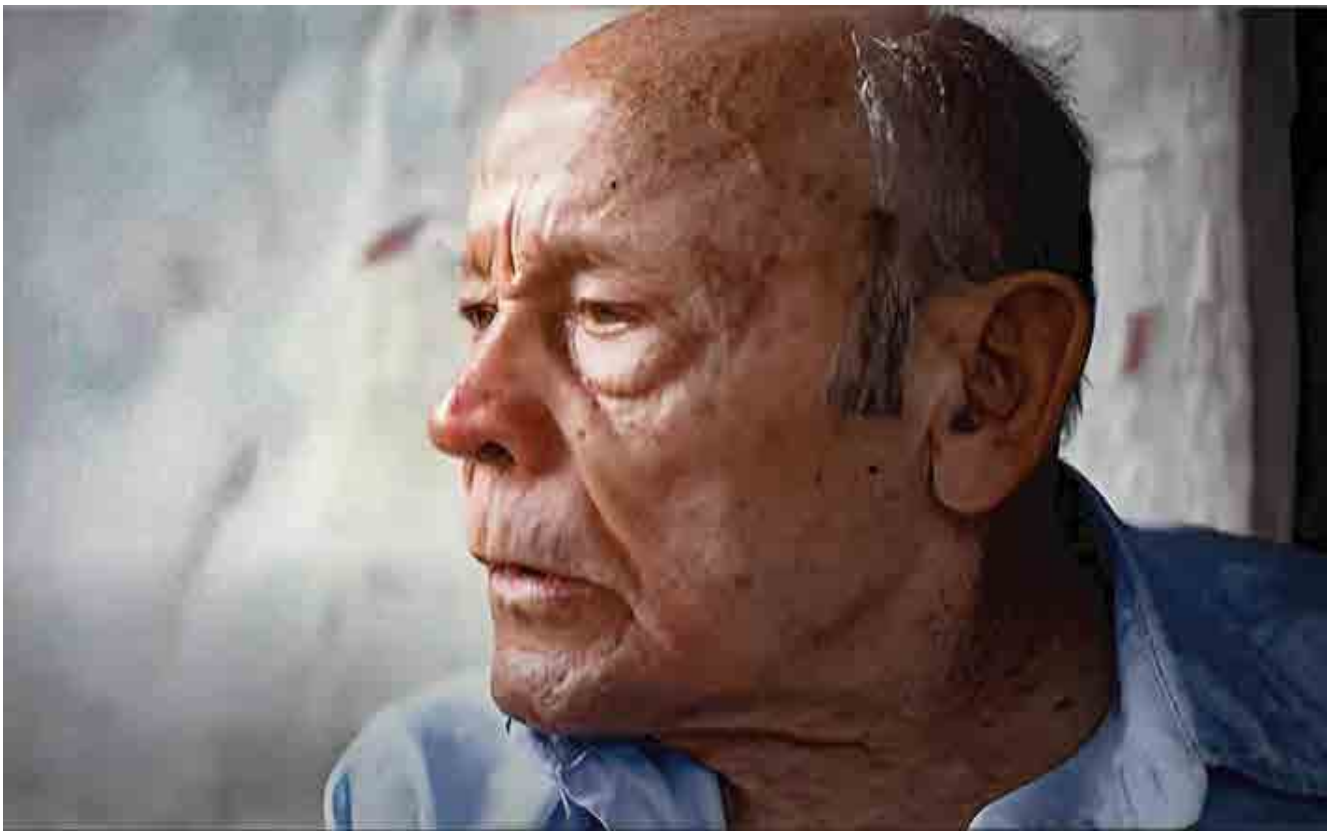
El entorno donde nació, creció y transcurrió la vida de Don Luis Zambrano se destaca por dos características geográficas fundamentales: contar con fuentes de agua con gran potencial hídrico por su abundante caudal, que corre con altos niveles de energía cinética y potencial debido a las significativas diferencias de altura al provenir de las elevadas montañas del páramo de Mariño, y tierras fértiles altamente productivas con una larga tradición de aprovechamiento para el cultivo de diversos rubros agrícolas, que convierten a esta zona en uno de los más importantes centros de abastecimiento de alimentos del país.

Don Luis, dotado de una aguda inteligencia e intuición natural, así como también caracterizado por un alto nivel de observación de la naturaleza, de lo sorprendente pero también de lo cotidiano, con escasa formación formal pero si con un alto nivel de desarrollo intelectual autodidacta, comprendió desde la niñez que en estas fuentes de abastecimiento

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

hidráulico había grandes posibilidades de aprovechamiento de su potencial energético; por eso, en este entorno rural carente de recursos tecnológicos como el suministro seguro y continuo de energía eléctrica, desarrolló todo un proceso de creación tecnológica para la generación hidroeléctrica, no solo para su comunidad, sino con cobertura en su estado natal u otras regiones del país donde se requería ese importante servicio energético. Su propuesta tecnológica, fundamentada en tecnología apropiada, se basó en la construcción de sus turbinas hidráulicas Pelton tipo Zambrano, singulares sistemas tecnológicos que operaban con gran exactitud y eficiencia, que conectados a un generador eléctrico y a su vez a un gran volante de inercia, se podía generar directamente en corriente alterna al lograr velocidades de giro constantes, que no producían variación significativa en la frecuencia y suministraba los niveles de tensión y corriente requeridas, sin necesidad de complejos servomecanismos de control.

La primera turbina la instaló en 1.932 en su taller-trapiche, su centro de operación. A través de un sistema de transmisión por poleas y correas en un único eje, la turbina accionaba: el trapiche, el torno desechado y recuperado por él (donado por la aviación militar), el soplador de aire de la fragua (mecanismo que, en un momento de descuido en el cambio de la polea de transmisión, le cercenó parte del antebrazo y la mano derecha). Una de las primeras comunidades beneficiadas con un nivel de generación hidroeléctrica considerable fue Piñango en la década de 1940, población ubicada a 2.320 m.s.n.m en el Parque Nacional Sierra de la Culata, Municipio Miranda, parroquia homónima del Estado Mérida. Instaló una turbina Michell de 30 kW que estuvo operativa hasta los años sesenta, cuando CADAFE instaló la red eléctrica interconectada al sistema nacional. Pero fueron múltiples los sistemas de energización eléctrica que instaló en comunidades, centros de producción agrícola o viviendas a lo largo de la geografía nacional, fundamentalmente en los estados andinos.



Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

También tuvo significativa participación con su tecnología en momentos cruciales de la vida nacional, especialmente en situaciones de crisis severa, como es el caso de la reparación de maquinaria agrícola, vehículos automotores o maquinaria industrial durante la segunda guerra mundial, donde se carecía o se dificultaba la consecución de maquinarias, motores, partes, repuestos o piezas de mantenimiento o reparación. Como solución ingeniosa, Don Luis, a un viejo camión de los años treinta, en su caja de transmisión de velocidades instaló un generador eléctrico de corriente continua para accionar una máquina de soldar que le permitía realizar reparaciones a domicilio, el cual denominó "el para muertos".

Por la importante producción agrícola de Bailadores y sus alrededores, se vio en la necesidad de automatizar las labores de procesamiento de productos agrícolas que se hacían manualmente y lo cual requería gran cantidad de mano de obra, periodos de tiempo prolongados y elevados costos asociados. Una de sus creaciones fue el seleccionador de ajos con tamices, utilizando un motor a gasolina de dos tiempos y un sistema de transmisión biela-manivela, que simplificó considerablemente el proceso haciéndolo más productivo y económico. También diseñó, construyó y puso en operación una máquina para retirar el pedículo y el sépalo de la fresa, que en latitudes cercanas al Ecuador, al cosecharlo, se queda adherido al fruto; para la exportación y en la agroindustria nacional se establece como requisito que la fresa debe estar libre de estos elementos naturales; para lograrlo, construyó un mecanismo con un cilindro metálico perforado con una longitud de 2,44 metros y 80 centímetros de diámetro. La fresa se volcaba en una tolva y era trasladada por la acción de unas escobillas de fique desde la parte motriz hasta el final del cilindro; con este ingenioso artilugio mecánico, se logró el procesamiento de 1.400 kilogramos por hora, reemplazando una operación que, de forma manual, resultaba larga y tediosa.

Don Luis Zambrano también incursionó en la reparación y modificación de mecanismos industriales y vehículos automotores. Un ejemplo notable fue la adaptación de un motor de un pistón que accionaba un molino de caña; lo modificó para que, en lugar de gasolina, utilizara gas metano producido por él mismo en biodigestores que procesaban el material orgánico de desecho de las labores de producción agrícola, y se almacenaba de manera ingeniosa en balones de neumáticos de caucho. Fue un ferviente propulsor del aprovechamiento de las fuentes de energía renovables en un momento que poco se hacía referencia a la necesidad de utilización de estos recursos energéticos que, además de ser renovables, no son contaminantes. No solo uso la energía hidráulica para la generación de electricidad, sino también para fines de bombeo de agua; al efecto, adopto e innovo la tecnología de los arietes hidráulicos. Fueron muchas las adaptaciones y modificaciones que realizó ante la carencia de partes, mecanismos y repuestos en el mercado nacional.

Para detectar las fallas de mecanismos y en los motores de combustión interna antes de desarmarlos, adaptó un estetoscopio (instrumento médico que se utiliza para escuchar los sonidos internos del cuerpo, como los latidos del corazón, los sonidos de los pulmones o ruidos intestinales), sustituyendo el diafragma y la campana por un tubo capilar dentro de otro tubo de mayor diámetro. Con este artefacto podía diagnosticar con precisión; al efecto afirmaba: ***"...tiene partido el anillo del tercer pistón…".***

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118

A un nivel tecnológico más avanzado, por su habilidad en el manejo de máquinas herramientas (incluso a nivel de micro mecánica), con un mayor conocimiento y la experiencia adquirida en su prolongada y productiva vida, diseñó, construyó y probó el prototipo de mayor nivel de inventiva e innovación tecnológica "EL TURBOZAM", motor rotativo que en vez de pistones utilizaba una especie de álabes giratorios que realizaban en su recorrido los cuatro tiempos (admisión, compresión, explosión y escape), concebidos como producto de una intuición desafiante que le impidió el sueño tranquilo durante un prolongado período de pensamiento lógico-físico-matemático, estos diseños poseen un aire estético que los asemejan a las esculturas constructivistas o estructuras solares del artista Alejandro Otero, o a los diseños de otros creadores cinéticos o paracinéticos. Este motor destacaba por su simplicidad y ligereza, utilizaba una sola bujía y estaba compuesto por solo 25 piezas, a diferencia de los motores de combustión interna que utilizan cientos de piezas. Su peso total era de apenas 30 kilogramos (incluyendo el volante de inercia); sin el volante, su peso apenas era de 15 kilogramos.

Llegó a girar a más de 5.000 rpm, en los escasos cinco minutos que se mantuvo funcionando. A través de deducción lógica, determinó cuál fue la potencia desarrollada por su "TURBOZAM" al efecto afirmaba: ***"…este cálculo arroja un rendimiento de dos caballos por kilo, mi motor es tan potente que logró romper una cuña de acero de seis centímetros de largo por media pulgada de grueso, lo que no puede hacer un motor Diesel con volante de inercia de 60 centímetros y 120 kilos de peso. Esto me sirvió como una referencia de la potencia desarrollada en el breve tiempo que estuvo operativo".***

Lamentablemente, la imposibilidad de acceder a materiales, a procesos de mecanización y fundición más adecuados, en general, por la falta de un oportuno apoyo de quienes contaban con los recursos tecnológicos y económicos en el momento, impidió la posibilidad de construcción de un prototipo más eficiente, avanzado y con mejores prestaciones. Es nuestro deber continuar divulgando su vida y su obra, que se hizo notable a nivel nacional con la creación de la Fundación Luis Zambrano en 1977 y por el otorgamiento el 29 de Noviembre de 1989 del Doctorado Honoris Causa por la Universidad de los Andes (ULA), donde el accionar y las gestiones emprendidas por esta fundación fue preponderante; es importante también continuar el proceso de estudio, asimilación y reproducción de su tecnología, innovarla a los momentos actuales y retomar el proyecto de su TURBOZAM con recursos económicos suficientes y la incorporación de los avances de la tecnología actual, en esto juega un papel de liderazgo de singular importancia la Fundación Instituto para el Desarrollo Energético Luis Zambrano (FIDELZ), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica.

Depósito Legal: DC2016001554
ISSN 2542-3118