

**Design and Optimization of a Residential Electrical System to Improve
Energy Efficiency and Supply Quality**
**Diseño y Optimización de un Sistema Eléctrico Residencial para Mejorar
la Eficiencia Energética y la Calidad del Suministro**

Autores:

Muñoz-Macías, Grace Estefanía
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ
Ingeniera Eléctrica – Mg. en Tecnología e Innovación Educativa
Docente Tutor del área de Electricidad
Manta – Ecuador



g.munoz@istlam.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-8613-6977>

Romero-Pincay, Erwin Manuel
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ
Egresado de la carrera Tecnología Superior en Electricidad
Manta – Ecuador



romeropincayerwin.14@gmail.com



<https://orcid.org/0009-0003-5573-3957>

Mera-Macías, Fabián Fernando
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ
Ingeniero Eléctrico – Mg. en Prevención De Riesgos Laborales
Manta – Ecuador



f.mera@istlam.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-5076-0628>

Fechas de recepción: 29-JUN-2025 aceptación: 29-JUL-2025 publicación: 30-SEP-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Este artículo científico investiga la falta de diseños óptimos que garanticen la eficiencia energética y la calidad del suministro en las instalaciones eléctricas residenciales de Manta, esto por el deterioro y la ineficiencia en los circuitos de dichas viviendas a pesar de la presencia de algunas instalaciones modernas. Se fundamenta en la observación que la calidad inicial de estas instalaciones se ve comprometida con el tiempo debido a diseños inadecuados y falta de planificación a largo plazo, situación exacerbada por el creciente consumo energético. El estudio identifica problemas como pérdidas de energía, fluctuaciones de voltaje, sobrecargas y la ausencia de normativas claras, lo que conlleva a riesgos para la seguridad y la vida útil de los equipos. A través de un análisis analítico y descriptivo basado en mediciones, se evalúa el diseño actual de las residencias y las fallas existentes, con el objetivo final de realizar e identificar sistemas y diseños óptimos, que mejoren la eficiencia energética y la calidad del suministro en dichas viviendas de la zona, aportando información valiosa para futuras intervenciones y normativas.

Palabras clave: Energía; optimización; instalación eléctrica; mantenimiento; normativa eléctrica



Abstract

This scientific article investigates the lack of optimal designs that guarantee energy efficiency and supply quality in residential electrical installations in Manta. This issue arises from the deterioration and inefficiency in the circuits of these dwellings, despite the presence of some modern installations. The study is based on the observation that the initial quality of these installations is compromised over time due to inadequate designs and a lack of long-term planning, a situation exacerbated by increasing energy consumption. The research identifies problems such as energy losses, voltage fluctuations, overloads and the absence of clear regulations, leading to risks for safety and the lifespan of equipment. Through an analytical and descriptive analysis based on measurements, the current design of residences and existing failures are evaluated. The ultimate goal is to develop and identify optimal systems and designs that improve energy efficiency and the quality of supply in these homes in the area, providing valuable information for future interventions and regulations.

Keywords: Energy; optimization; electrical installation; maintenance; electrical regulations



Introducción

En Ecuador se aprecian varias instalaciones modernas, tanto desde las redes de distribución como dentro de las residencias, como señala Antamba (2018), la calidad inicial de las instalaciones eléctricas en Manta tienden a deteriorarse con el tiempo debido a diseños inadecuados y la falta de planificación a largo plazo, situación que se agrava con el creciente consumo energético, tal como lo destaca Vásquez & Campaña (2023), exigiendo una mayor carga instalada y exponiendo las deficiencias de los sistemas existentes.

El mantenimiento inadecuado y la antigüedad de las redes eléctricas residenciales han generado problemas significativos. Se han detectado viviendas con pérdidas de energía elevadas, fluctuaciones de voltaje, sobrecargas, obsolescencia de equipos y la falta de normativa claras a nivel residencial, logrando atentar contra la vida de las personas y hasta con la vida útil de varios aparatos de estos hogares (Antamba & Jhon, 2018).

Según recientes estudios, el consumo residencial representa aproximadamente un 35 % del consumo total de energía eléctrica en Ecuador (Zambrano, 2019), siendo la demanda residencial un componente crítico del sistema energético nacional, responsable de cerca del 13,2 % del total de la demanda de energía (Araujo et al., 2025).

Las instalaciones eléctricas deben cumplir estrictamente con las normativas electrotécnicas nacionales e internacionales aplicables para garantizar la seguridad de los propietarios argumentando que:

“La implementación sistemática de dispositivos de protección y el empleo de materiales de alta calidad son fundamentales para lograr tanto la confiabilidad como la eficiencia operativa. En particular, los componentes optimizados facilitan un suministro de energía continuo y estable, con la capacidad de gestionar las cargas eléctricas contemporáneas, lo que reduce significativamente la probabilidad de accidentes eléctricos” (Paco, 2025).

En el ámbito local de la provincia de Manta, investigaciones previas han analizado la eficiencia energética en sectores residenciales, revelando que existe un conocimiento parcial entre los trabajadores del sector eléctrico sobre la importancia del ahorro energético y prácticas de eficiencia. Por ejemplo, alrededor del 50 % de los encuestados reconoce la eficiencia energética como reducción del consumo sin disminuir la productividad, mientras



que el 70 % considera esta eficiencia indispensable para un correcto abastecimiento eléctrico (Franco & Intriago, 2021).

A pesar de estos esfuerzos, persisten deficiencias en el diseño de sistemas eléctricos residenciales, que generan pérdidas de energía, fluctuaciones de voltaje, sobrecargas y riesgos para la seguridad eléctrica. Estas problemáticas se intensifican con el envejecimiento de las instalaciones y la creciente demanda doméstica, las cuales no están respaldadas por normativas actualizadas ni planificación estructural a largo plazo.

En Ecuador, el sector residencial presenta un bajo nivel de ahorro energético a pesar de la implementación de planes de eficiencia. Cuenca & Llumiquinga (2025) señala la ausencia de proyectos permanentes en esta área y cómo la interpretación errónea de las facturas de servicios dificulta las prácticas de ahorro. Adicionalmente, la falta de retroalimentación en tiempo real en las facturas impide a los consumidores verificar la efectividad de los hábitos de consumo responsable.

Por ende, este artículo a través de un estudio analítico y descriptivo basado en mediciones, evalúa los diseños de las residencias en la Urbanización Puerto Luz Barrio Altagracia, Urbanización de Coyoacán Cdla. Los Almendros 38 y el Barrio La Pradera siendo aquellos sectores de Manta útiles para la verificación de las instalaciones eléctricas y las fallas existentes, buscando determinar como la implementación de diseños eléctricos óptimos puede generar mejoras en la eficiencia y la eficacia energética logrando elaborar circuitos optimizados para identificar sistemas que optimicen las viviendas con diseños de calidad.

Material y Métodos

Material

Esta sección detalla los recursos y procedimientos utilizados para llevar a cabo la investigación, asegurando la veracidad del estudio.

Pinza Amperimétrica



Instrumento que mide la corriente eléctrica en un conductor mediante la detección del campo magnético, sin interrumpir el circuito. Muchos modelos integran funcionalidades de multímetro (TECH, 2023).

Figura 1

Pinza Amperimétrica UNI-T.



Nota. Se presenta un dispositivo esencial para la medición no invasiva de corriente eléctrica.

Fuente: (WESTOR, 2025).

Durante las mediciones realizadas en esta investigación se recopilarán diversas magnitudes eléctricas, tales como voltaje, corriente, resistencia y continuidad entre dos puntos de un circuito eléctrico. Estas evaluaciones podrán efectuarse utilizando un solo instrumento de medición, sin requerir equipos adicionales, lo que optimiza el proceso y garantiza precisión en los resultados.

Figura 2

Características Técnicas Pinza Amperimétrica UNI-T

FUNCIÓN	RANGO	TOLERANCIA
CORRIENTE AC (A)	1000A	$\pm(2\%+5)$
CORRIENTE DC (A)	1000A	$\pm(2\%+5)$
VOLTAJE AC (V)	6V/60V/600V/1000V	$\pm(1\%+8)$
VOLTAJE DC (V)	600mV/6V/60V/600V/1000V	$\pm(0.8\%+5)$
RESISTENCIA (Ohm)	6KOhm / 60KOhm / 600KOhm/6MOhm / 60MOhm	$\pm(1\%+8)$
CAPACITANCIA (F)	60nF/600nF/6uF/60uF/600uF/6mF/60mF	$\pm(4\%+9)$
FRECUENCIA (Hz)	10Hz a 1MHz	$\pm(0.1\%+3)$

Nota. Se presenta un dispositivo esencial para la medición no invasiva de corriente eléctrica.



Fuente: (WESTOR, 2025).

Material para Recolección de Datos

En la siguiente figura muestra un recurso fundamental empleado durante el proceso de recolección de datos: un formulario estructurado, diseñado para organizar la información en secciones lógicas y coherentes, alineadas con los objetivos del estudio. Esta herramienta facilitó la sistematización y el análisis de los datos obtenidos.

Figura 3

Formulario para Residencias y Levantamiento de Cargas



**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
 LUIS ARBOLEDA MARTÍNEZ**
 MANTA – MANABÍ – ECUADOR

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
 CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Datos para Residencias y Levantamiento del Estudio 2025 – Barrio Altagracia Urb. Puerto Luz / manz B

- ✓ Número de Casa:
- ✓ Familia:
- ✓ Voltaje (V): Corriente (A):
- ✓ Puesta a Tierra: Sí ☐ / No ☐
- ✓ Observaciones Puesta a Tierra:

1. Antigüedad Aproximada de la Instalación Eléctrica (años):
2. Tipo de Acometida: Aérea ☐ / Subterránea ☐
 -Fases: Monofásica ☐ / Trifásica ☐
3. Protecciones Existentes:
4. Interruptor General: Tipo: Termomagnético ☐ / Diferencial ☐
 -Otro: -Capacidad (A):
5. Número de Circuitos Derivados:
6. Protección Diferencial: Sí ☐ / No ☐ Interruptor FI ☐ / RCD ☐
 - Sensibilidad (mA):
7. Estado de los Componentes (comentarios sobre enchufes, interruptores, cableado visible):
8. Hábitos de Consumo: ¿Han experimentado sobrecargas o apagones frecuentes?

9. Electrodomésticos y Potencia (W):

Electrodomésticos	Potencia (W)	Cantidad
Refrigeradora		
Lavadora		
Secadora		
Aire Acondicionado (x)		
Televisor (x)		
Computadora (x)		
Iluminación (Total W)		
Horno Eléctrico		
Microondas		
Pequeños Electrodomésticos de Cocina		
Cafetera		
Tostadora		
Licuada / Batidora		
Hervidor de agua eléctrico		
Freidora de aire		
Otros Electrodomésticos Comunes		
Plancha de ropa		
Secador de pelo		
Aspiradora		
Termo Eléctrico		
Ventilador		
Consola de videojuegos		
Impresora		
Otros (Especificar)		

Nota. El formulario estructurado recabó datos generales de las viviendas y detalles de las instalaciones eléctricas (acometida, fases, protecciones, interruptor general, circuitos, protección diferencial).

Fuente: (Autoría Propia, 2025).

Métodos



Este trabajo se desarrolla bajo el tipo de estudio descriptivo-analítico con metodología cuantitativa direccionándose a un enfoque transversal. Ya que, busca detallar y determinar diseños óptimos en las residencias especificando fallas existentes; a través del análisis de datos mediante mediciones que verifican dichos sistemas para las viviendas, mediciones que confirman el correcto funcionamiento de los sistemas residenciales en estos sectores de la ciudad de Manta, aprobando si los diseños son óptimos, eficientes y si aún mantienen una calidad energética según la antigüedad del sistema.

Levantamiento del Estudio

El procedimiento de recolección de los datos necesarios para el análisis y el tipo de metodología utilizada se detallará a continuación.

Objeto de Estudio: Selección de Sectores y Unidades de Análisis

El estudio se llevó a cabo en una muestra estratificada de viviendas ubicadas en tres sectores específicos de la Ciudad de Manta:

- Urbanización Puerto Luz
- Urbanización Coyoacán
- Barrio La Pradera

Se seleccionaron seis (6) unidades residenciales en la urbanización de Puerto Luz, catorce (14) unidades en la urbanización Coyoacán y tres (3) residencias en el barrio La Pradera.

La elección de estas instalaciones se fundamentó en criterios de ubicación geográfica y la tipología de las viviendas, las cuales se consideraron representativas de distintas categorías socioeconómicas y constructivas dentro del contexto urbano de Manta.

Definición de las Variables de Estudio

La investigación inició con una evaluación diagnóstica transversal en una muestra de residencias ubicadas en la ciudad de Manta (Barrio Altagracia, Urb. Puerto Luz / manz B, Cdla. Los Almendros 38, Urb. Coyoacán y Barrio La Pradera). El instrumento primario de recolección de datos consistió en un formulario diseñado para cuantificar variables técnicas de las instalaciones eléctricas residenciales y registrar los patrones de consumo energético



(kWh). Esta fase permitió la caracterización inicial del estado de las instalaciones y la identificación de los niveles basales de consumo, constituyendo las variables dependientes primarias del estudio.

Posteriormente, como variable independiente manipulada se procedió al diseño e implementación de intervenciones de eficiencia energética; siendo la optimización propuesta la variable dependiente secundaria, ya que fundamenta el cumplimiento de normativas técnicas vigentes y la maximización de la eficacia en el uso de la energía; Adicionalmente, se consideró como variable interviniente la calidad del sistema eléctrico residencial, el mismo que influye en el mantenimiento y cuidado de los aparatos como un factor relevante en la sostenibilidad de las mejoras implementadas y en la percepción del rendimiento de los sistemas.

Metodología del Análisis de Datos

La metodología empleada se adscribe al enfoque cuantitativo, centrándose en la cuantificación de los datos recabados en los sectores que constituyen el objeto de estudio; este proceso analítico se sustenta en las regulaciones establecidas por el pliego tarifario referente al consumo promedio residencial en Ecuador, lo cual permite la categorización de la muestra y el análisis de los resultados del consumo mensual de las viviendas investigadas.

Procesamiento de Datos

A continuación, se presenta una tabla de pliego tarifario adaptada de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad en el Ecuador (ARCONEL), cuyos valores serán fundamentales para la clasificación de las viviendas según el consumo energético en kWh.

ARCONEL (2024) establece lo siguiente:

La categorización tarifaria de los consumidores es responsabilidad de la empresa distribuidora. Para ello, es imperativo que la distribuidora evalúe las características específicas de la carga y el uso declarado de la energía por parte del consumidor regulado. Sobre esta base técnica, la distribuidora debe asignar la tarifa correspondiente al suministro solicitado, conforme a las directrices del Pliego Tarifario vigente (p. 6).



La categorización tarifaria del Servicio Público de Energía Eléctrica se establece en función de las características del consumidor, residencial y general y de las propiedades del punto de entrega, definiéndose así tres niveles de tensión: bajo, medio y alto voltaje (ARCONEL, 2024).

Tabla 1

Categorización Según el Pliego de Tarifa ARCONEL

Pliegos Tarifarios ARCONEL (ARCERNNR)	
Categoría	Consumo Promedio Mensual
Tipo A	131-180 Kwh/mes (Consumo Bajo)
Tipo B	131-500 Kwh/mes (Consumo Medio)
Tipo C	501-700 Kwh/mes (Consumo Alto)
Tipo D	1000-1500 Kwh/mes (Consumo Muy Alto)

Nota. Esta tabla define cuatro tipos de categorías tarifarias, cada una asociada a un rango de consumo y una designación específica.

Fuente: Adaptado de la Agencia de Regulación y Control de Energía Eléctrica (ARCONEL, 2024).

La siguiente tabla presenta la clasificación por categorías “A, B, C y D” del consumo energético promedio mensual de las unidades residenciales en la Urbanización Puerto Luz; esta información se complementa con una representación gráfica adjunta, donde podemos evidenciar los Kwh y podemos establecer la categoría de la residencia donde la mayoría son de tipo C y D.

Tabla 2

Categorización del consumo Promedio Mensual-Urb. Puerto Luz

Urb. Puerto Luz Clasificación de Pliegos Tarifarios-Residencial				
ID: Vivienda	Kwh/mes	Valor Mensual	Categoría A, B, C, D	
PL01	1115,76	\$ 111,58	Tipo D	
PL02	835,23	\$ 83,52	Tipo C	
PL03	1584,42	\$ 158,44	Tipo D	
PL04	1828,8	\$ 182,88	Tipo D	
PL05	802,44	\$ 80,24	Tipo C	
PL06	1305,81	\$ 130,58	Tipo D	

Nota. Tabla categórica de la tarifa residencial en el consumo promedio mensual en seis viviendas.



Fuente. (Autoría Propia, 2025).

La tabla 3 representa el consumo energético promedio mensual de las unidades residenciales en la Urbanización Coyoacán, donde el valor mayor sería de la casa CY05 con 5765,76 Kwh/mes y el valor mensual de 576,5 dólares, establecida con categoría D, de acuerdo a los lineamientos de ARCONEL, así mismo en esta urbanización el 70% de la muestra son categoría D y el resto categoría B.

Tabla 3

Categorización del consumo Promedio Mensual-Urb. Coyoacán

Urb. Coyoacán Clasificación de Pliegos Tarifarios-Residencial			
ID: Vivienda	Kwh/mes	Valor Mensual	Categoría A, B, C, D
CY01	4092,03	\$409,20	Tipo D
CY02	2870,4	\$287,04	Tipo D
CY03	2057,52	\$205,75	Tipo D
CY04	2172,96	\$217,30	Tipo D
CY05	5765,76	\$576,50	Tipo D
CY06	2458,8	\$245,80	Tipo D
CY07	4708,3	\$470,83	Tipo D
CY08	428,64	\$42,86	Tipo B
CY09	405,6	\$40,56	Tipo B
CY10	3831,12	\$383,10	Tipo D
CY11	2292,1	\$229,20	Tipo D
CY12	380,88	\$38,08	Tipo B
CY13	2988,1	\$298,80	Tipo D
CY14	310,08	\$31,01	Tipo B

Nota. Tabla categórica de la tarifa residencial en el consumo promedio mensual en catorce viviendas.

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

La tabla 4 presenta la clasificación por categorías del consumo energético promedio mensual de las unidades residenciales del barrio La Pradera; donde podemos identificar que se encontraron tres tipos de categorías diferentes A, B y C, los valores se diferencian con las urbanizaciones, ya que al compararlos se puede evidenciar que el Barrio la Pradera tiene el consumo promedio mensual menor.

Tabla 4

Categorización del consumo Promedio Mensual-Barrio La Pradera

Barrio La Pradera Clasificación de Pliegos Tarifarios-Residencial			
ID: Vivienda	Kwh/mes	Valor Mensual	Categoría A, B, C, D
P01	189,36	\$18,93	Tipo B
P02	79,44	\$7,94	Tipo A
P03	692,4	\$69,24	Tipo C

Nota. Tabla categórica de la tarifa residencial en el consumo promedio mensual en tres viviendas.

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

Evaluación de la Eficiencia Energética y Calidad del Suministro

La optimización del consumo energético y la minimización del desperdicio constituyen pilares fundamentales para incrementar la productividad energética en el ámbito residencial: Cabe destacar que la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) adopta definiciones técnicas estandarizadas para la correcta aplicación de las normativas. En caso de emplear terminología o conceptos de cálculo alternativos, la validez es condicionada a la aprobación y aval de organismos de normalización nacionales o internacionales (NEC, 2018).

En este marco, la eficiencia energética emerge como un pilar fundamental y complementario; Siendo regido por la normativa NEC-HS-EE: Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales, la cual prescribe directrices esenciales para el ahorro energético y la optimización en el uso de componentes, considerando integralmente las condiciones internas y los sistemas de climatización de las edificaciones (NEC, 2018).

A continuación, se presenta un contexto evaluado de indicadores que se muestran en la Tabla 5, los cuales facilitaron la valoración de la eficiencia energética del sistema eléctrico residencial en diversos sectores de Manta, así como la calidad intrínseca del suministro en dichas localidades.

Tabla 5

Indicadores de Eficiencia Energética y Calidad del Suministro en los Sectores de Manta



Indicadores de Evaluación de Eficiencia Energética y Calidad del Suministro									
Sector	Antigüedad Inst. Eléctrica	Tipo Iluminación	Nivel de Aisl. Térmico	Frecuencia Cortes	Horas Promedio de Cortes	Frecu. Fluctuaciones Voltaje (eventos/mes)	Tipología Fallas Recurrentes	Horas Promedio Restablecimiento	Satisfacción (escala 1-5)
Urb. Puerto Luz	10-15 años	Led Ahorr	Medio	2 veces día	2 horas	3 a 5 veces/mes	Cortes prolongados desequilibrios	1,5 h	3
Urb. Coyoacán	1-15 años	Led Ahorr	Medio	2 a 4 veces	3 horas	3 a 5 veces/mes	Cortes prolongados desequilibrios	1,5 h	3
La Pradera	10-20 años	Led	Medio/Bajo	No aplica	Los cortes son anticipados	No aplica	Sobrecargas bajadas tensión	1 h	3,5

Nota. Esta tabla muestra indicadores que evalúan la calidad del suministro y la eficiencia energética en los sectores estudiados.

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

Resultados

El presente artículo ejemplifica un plano eléctrico que mejora la eficiencia energética en hogares futuros para el año 2025, demostrando una implementación práctica de los conceptos teóricos; este diseño integra soluciones avanzadas para optimizar el consumo energético, superando los estándares actuales y sentando las bases para viviendas más sostenibles y optimizadas. La Figura 4 que muestra el plano distingue un enfoque en la automatización y el control inteligente, implementando serie de elementos que contribuyen a la eficiencia energética en el hogar moderno; sin embargo en la tabla 7 se presenta la estimación del retorno a largo plazo (5 años) de un ahorro energético para las viviendas, basándose en los instrumentos de eficiencia energética implementados en el diseño eléctrico.

Dado el consumo energético de las viviendas en la Urb. Coyoacán, se realiza una comparativa para estimar el ahorro potencial que cada una podría lograr al implementar las medidas de eficiencia energética mencionadas anteriormente; para esta comparativa, se utilizará el ahorro porcentual promedio que se esperaría lograr con la inversión en eficiencia energética. Basándose en la tabla 6, donde el ahorro mensual estimado variaba de \$50 a \$135, lo que representaría una reducción del 20-30% en facturas que oscilan entre \$200 y \$600 excluyendo los consumos muy bajos donde el ahorro absoluto sería menor, pero porcentualmente similar; asumiendo un ahorro porcentual conservador del 20% en el valor mensual de la factura, que es un objetivo alcanzable con una inversión razonable.



Tabla 6

Comparativa de Ahorro Energético Potencial para las Viviendas de Urb. Coyoacán

ID: Vivienda	Kwh/mes	Valor Mensual (USD)	Categoría Tarifaria	Ahorro Potencial Mensual Estimado (20% del Valor Mensual) (USD)	Valor Mensual Estimado con Ahorro (USD)	Ahorro Potencial Anual Estimado (USD)	Ahorro Potencial en 5 Años Estimado (USD)
CY01	4092,03	\$409,20	Tipo D	\$81,84	\$327,36	\$982,08	\$4.910,40
CY02	2870,4	\$287,04	Tipo D	\$57,41	\$229,63	\$688,92	\$3.444,60
CY03	2057,52	\$205,75	Tipo D	\$41,15	\$164,60	\$493,80	\$2.469,00
CY04	2172,96	\$217,30	Tipo D	\$43,46	\$173,84	\$521,52	\$2.607,60
CY05	5765,76	\$576,50	Tipo D	\$115,30	\$461,20	\$1.383,60	\$6.918,00
CY06	2458,8	\$245,80	Tipo D	\$49,16	\$196,64	\$589,92	\$2.949,60
CY07	4708,3	\$470,83	Tipo D	\$94,17	\$376,66	\$1.130,04	\$5.650,20
CY08	428,64	\$42,86	Tipo B	\$8,57	\$34,29	\$102,84	\$514,20
CY09	405,6	\$40,56	Tipo B	\$8,11	\$32,45	\$97,32	\$486,60
CY10	3831,12	\$383,10	Tipo D	\$76,62	\$306,48	\$919,44	\$4.597,20
CY11	2292,1	\$229,20	Tipo D	\$45,84	\$183,36	\$550,08	\$2.750,40
CY12	380,88	\$38,08	Tipo B	\$7,62	\$30,46	\$91,44	\$457,20
CY13	2988,1	\$298,80	Tipo D	\$59,76	\$239,04	\$717,12	\$3.585,60
CY14	310,08	\$31,01	Tipo B	\$6,20	\$24,81	\$74,40	\$372,00

Nota. Esta tabla muestra la comparativa para estimar el ahorro potencial que cada vivienda podría lograr al implementar las medidas de eficiencia energética mencionadas anteriormente.

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

En la tabla anterior se puede evidenciar que el mayor potencial en tarifas tipo D; como se puede observar, las viviendas con mayores consumos, por lo tanto, en la categoría tarifaria tipo D, tienen el potencial de ahorro absoluto más alto, viviendas como CY05, CY07 y CY01, que actualmente pagan facturas de más de \$400 al mes, podrían ahorrar sumas significativas, superando los \$4000 a \$6000 en 5 años. Esto hace que la inversión en eficiencia energética sea muy atractiva para ellas.

Las viviendas con consumos más bajos Tipo B, también se benefician, aunque el ahorro absoluto en dólares es menor; sin embargo, el ahorro porcentual sigue siendo relevante para los presupuestos de estas viviendas, dichas medidas de bajo costo como el cambio total a iluminación led y la gestión consciente son las más impactantes

Es fundamental que cada vivienda realice una auditoría energética más detallada para identificar las áreas específicas de mayor consumo y las soluciones de eficiencia más

adecuadas para cada caso particular, destacando que estas son estimaciones generales y el retorno real puede variar significativamente según múltiples factores, como: precios de la electricidad, fluctuaciones en las tarifas eléctricas, hábitos de consumo, El uso real que se le dé a los dispositivos y la conciencia de ahorro.

Descripción de la Muestra

La muestra del presente estudio estuvo conformada por un total de 23 unidades residenciales, distribuidas en tres sectores representativos del área urbana de la ciudad de Manta, Ecuador. La selección se realizó bajo un enfoque no probabilístico de tipo estratificado intencional, considerando criterios de diversidad constructiva, ubicación geográfica y características socioeconómicas. Esta estratificación permitió garantizar la representatividad de la muestra frente al universo de viviendas residenciales de la zona.

Los sectores intervenidos fueron:

- Urbanización Puerto Luz – Barrio Altagracia: 6 viviendas
- Urbanización Coyoacán – Cdla. Los Almendros 38: 14 viviendas
- Barrio La Pradera: 3 viviendas

Cada una de las unidades residenciales fue objeto de un levantamiento técnico, que incluyó mediciones eléctricas in situ (voltaje, corriente, resistencia y continuidad) y la aplicación de un formulario estructurado para el registro de condiciones técnicas de la instalación eléctrica (acometida, tipo de alimentación, número de fases, protecciones, circuitos, consumo mensual en kWh, entre otros).

Los datos recopilados permitieron clasificar las viviendas conforme a los rangos tarifarios establecidos por ARCONEL (2024), empleando como variable base el consumo mensual promedio de energía. Esta categorización se aplicó a fin de identificar patrones de consumo y establecer una relación directa entre el estado de las instalaciones eléctricas, la eficiencia energética y la calidad del suministro.

Diseño del del Sistema Eléctrico Residencial

El plano eléctrico propuesto evidencia una integración avanzada de dispositivos inteligentes y automatizados, orientados a la gestión eficiente de la energía en entornos residenciales. Esta configuración refleja un enfoque moderno de domótica y control inteligente, que permite



reducir el consumo energético sin comprometer el confort ni la funcionalidad de los espacios habitacionales.

Sensores de Movimiento 360° de Techo

Distribuidos en zonas clave como recámaras, pasillos, baños, cocina, oficina, sala de estar y comedor, estos sensores permiten una gestión automatizada y dinámica de la iluminación. Al activarse únicamente ante la presencia de personas y desactivarse en ausencia, como:

- Minimizar el desperdicio energético por iluminación innecesaria.
- Prolongar la vida útil de las luminarias LED.
- Aprovechar la luz natural mediante la regulación del encendido en función de la luminosidad ambiental.

Este sistema reduce drásticamente el consumo en áreas de uso esporádico (pasillos, baños), y mejora el perfil de carga del circuito en general.

Tomacorrientes Inteligentes Wi-Fi

Instalados en todas las áreas funcionales del inmueble, los tomacorrientes inteligentes (Smart Plug Wi-Fi) permiten el control remoto, automatización y monitoreo del consumo de los equipos conectados. Entre sus funciones destacan:

- Encendido/apagado programable desde dispositivos móviles o asistentes virtuales.
- Monitoreo del consumo energético en tiempo real.
- Desconexión automática de equipos en modo standby o en periodos prolongados de inactividad.

Esta capacidad de gestión granular permite optimizar el uso de electrodomésticos como cafeteras, sistemas de entretenimiento, cargadores y equipos de oficina, contribuyendo a una gestión energética activa y personalizada.

Termostatos Inteligentes Táctiles “GE-SMART”

Instalados en recámaras, salas, oficina y pasillos, los termostatos inteligentes permiten el control eficiente de sistemas de climatización (aire acondicionado y calefacción). Sus principales beneficios incluyen:

- Programación horaria según hábitos de uso.

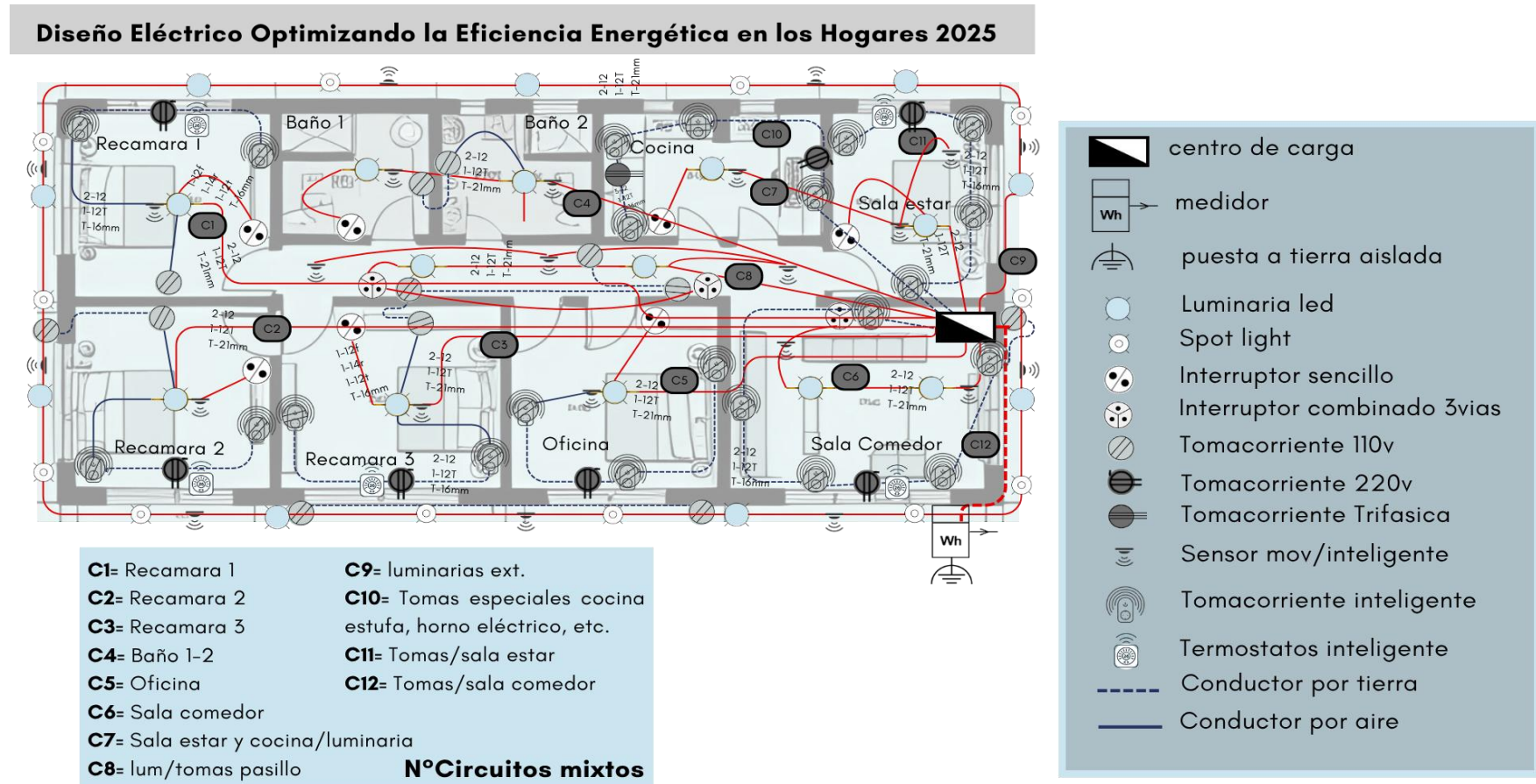


- Adaptación automática a condiciones ambientales.
- Zonificación térmica para reducir el consumo en áreas no ocupadas.
- Control remoto vía aplicaciones móviles.

Estos dispositivos permiten mantener condiciones térmicas óptimas con un mínimo consumo energético, adaptando el funcionamiento de los equipos de climatización a las necesidades reales del usuario. Los cuales se pueden evidenciar en la figura siguiente.

Figura 4

Diseño y Optimización del Sistema Eléctrico Residencial Mejorando la Eficiencia Energética y la Calidad del Suministro



Nota. Plano eléctrico que optimiza la eficiencia energética en las Viviendas del Ecuador

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

Análisis de los Resultados

La implementación de estos dispositivos inteligentes en el diseño eléctrico residencial no solo permite cumplir con estándares modernos de eficiencia energética, sino que también reduce pérdidas, incrementa la automatización del consumo y mejora la calidad del suministro eléctrico. Esta estrategia de diseño optimizado representa un modelo replicable y escalable para viviendas residenciales que buscan sostenibilidad y confort bajo criterios técnicos avanzados.

Tabla 7

Estimación del Retorno a Largo Plazo (5 Años) del Ahorro Energético en Viviendas

Instrumento/Estrategia Principal	Costo de Inversión Inicial	Ahorro Promedio Mensual Estimado en Factura Eléctrica (USD)	Ahorro Anual Estimado (USD)	Retorno Total Estimado en 5 Años (USD)	Notas y Consideraciones
Modernización de Iluminación a led	\$200 - \$500 (para una vivienda promedio con 20-30 puntos de luz)	\$10 - \$25	\$120 - \$300	\$600 - \$1500	Uno de los retornos más rápidos y significativos. La vida útil de los LED es de 10+ años, por lo que el beneficio se extiende.
Instalación de Tomacorrientes Inteligentes y Sensores de Movimiento	\$100 - \$300 (para 5-10 tomacorrientes y 2-3 sensores)	\$5 - \$15	\$60 - \$180	\$300 - \$900	Efectivo para reducir el "consumo fantasma" y evitar que las luces queden encendidas innecesariamente.
Implementación de Termostato Inteligente (si aplica, con A/C o calefacción)	\$80 - \$200 (costo del termostato + posible instalación)	\$15 - \$40 (dependiendo del uso de A/C/calefacción)	\$180 - \$480	\$900 - \$2400	Muy alto potencial de ahorro en climas con necesidad de climatización constante. El ahorro real varía con la temperatura exterior y los hábitos de uso.
Inversión en Electrodomésticos de Alta Eficiencia (Cocina, Refrigerador, Lavadora, etc.)	\$200 - \$800 (sobrecosto inicial por modelos eficientes, no el costo total del electrodoméstico)	\$15 - \$40 (sumado por varios electrodomésticos clave)	\$180 - \$480	\$900 - \$2400	La inversión inicial puede ser mayor, pero el ahorro sostenido es considerable. La vida útil de los electrodomésticos es superior a 5 años.
Uso Consciente General y Monitoreo (Aprovechando medidores inteligentes)	Mínimo a nulo (asumiendo que el medidor ya está instalado o es una inversión separada)	\$5 - \$15 (por el cambio de hábitos y la conciencia)	\$60 - \$180	\$300 - \$900	El factor humano es crucial. Conocer el consumo y tomar acciones proactivas genera ahorros sin inversión adicional importante.
Ahorro Total Potencial	\$580 - \$1800	\$50 - \$135	\$600 - \$1620	\$3000 - \$8100	Rango estimado de ahorro acumulado en 5 años.



Nota. Retorno a largo plazo (5 años) de un ahorro energético para las viviendas, basándose en los instrumentos de eficiencia energética que optimiza las Viviendas del Ecuador.

Fuente. (Autoría Propia, 2025).

El Retorno de la Inversión (ROI) y viabilidad económica del análisis en la Tabla 7, revela que la adopción de tecnologías como la iluminación Led y los sistemas de sensores ofrece un ROI notablemente rápido, con periodos de recuperación que oscilan entre 1 y 3 años; si bien la inversión en electrodomésticos de alta eficiencia puede implicar un plazo de recuperación ligeramente superior, la mayor durabilidad y rendimiento optimizado compensan esta diferencia, contribuyendo a ahorros a largo plazo y una vida útil extendida del equipo.

Continuando con un ejemplo que simplifica lo visualizado en la tabla 7, se proyectada una vivienda típica como las analizadas anteriormente, ilustrando cuantitativamente estos beneficios; se asume un gasto eléctrico mensual promedio de \$60 USD y una reducción del 25% mediante la implementación de medidas de eficiencia energética, se estima un ahorro mensual de \$15 USD. Esto se traduce en un ahorro anual de \$180 USD; considerando una inversión inicial de \$400 USD (abarcando iluminación Led, tomacorrientes inteligentes y sensores), el ROI se recupera en aproximadamente 2.2 años.

Proyecciones a cinco años demuestran una ganancia neta de \$500 USD, lo que subraya la naturaleza no solo de recuperación de capital, sino de generación de valor sostenido en el tiempo.

Discusión

Los hallazgos obtenidos en el presente trabajo evidenciaron que la aplicación de normativas y un diseño eléctrico optimizado son determinantes para lograr beneficios sustanciales en la eficiencia energética residencial; específicamente, se observó una mejora significativa en la capacidad de ahorro y una mayor estabilidad en los circuitos de los domicilios estudiados. Estos resultados se alinean con la investigación de Antamba & Jhon (2018), quienes postulan que la integración de componentes eléctricos capaces de captar información en los sistemas contribuye a una gestión más eficaz de la demanda energética, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida y ahorro económico para los usuarios.

De manera similar, la coherencia de nuestros resultados se extiende a la investigación de Paco (2025) su estudio resalta la importancia de la gestión proactiva en la obtención de



permisos y la observación estricta de las regulaciones locales y eléctricas, siendo dicho proceso crucial para asegurar que los proyectos cumplan con los estándares de seguridad y las normativas técnicas establecidas, conduciendo a la implementación de instalaciones eléctricas de óptimo rendimiento.

No obstante, en el contexto de la calidad del suministro en Ecuador, se pudo apreciar que esta no es consistentemente óptima, manifestándose fallas recurrentes en diversos sectores; estas variaciones en la calidad pueden atribuirse, en ocasiones, a los periodos de mantenimiento de las redes de distribución, lo que impacta directamente en el consumo energético de los residentes, la misma concuerda con la investigación de Cuenca & Llumiquinga (2025), quienes implementaron un medidor interactivo de energía eléctrica. Dicha herramienta demostró ser beneficiosa para el control del consumo, fomentando una gestión más eficiente por parte de los usuarios en términos de kWh y, consecuentemente, generando un ahorro material y económico significativo en las viviendas.

Conclusiones

El estudio confirma que la calidad y eficiencia de las instalaciones eléctricas residenciales en Manta no son óptimas, manifestada en pérdidas energéticas, fluctuaciones de voltaje y sobrecargas, lo cual compromete la seguridad y la vida útil de los equipos; no obstante, se verifica que la aplicación de normativas y diseños eléctricos es crucial para mitigar estas deficiencias, generando ahorro energético y estabilidad en los circuitos.

Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas, destacando la validez de integrar monitoreo de información y la gestión proactiva en permisos y normativas; A pesar de los esfuerzos, la calidad del suministro en Ecuador es inconsistente, con fallas recurrentes y la inestabilidad por mantenimientos de red que impactan el consumo residencial. En respuesta, la implementación de medidores interactivos de energía emerge como una solución efectiva para empoderar a los consumidores, promoviendo un uso más eficiente del kWh y optimizando la economía doméstica.

Para mejorar la eficiencia energética y la calidad del suministro eléctrico residencial, se recomienda; asegurar que nuevas instalaciones se adhieran estrictamente a la normativa NEC-SB-IE, priorizando diseños eléctricos optimizados que garanticen seguridad y



estabilidad desde la concepción y promover prácticas de eficiencia energética en hogares, fundamentadas en la normativa NEC-HS-EE, educando a usuarios sobre el uso adecuado de componentes y la optimización del consumo. Impulsar la integración de medidores interactivos o sistemas de monitoreo de energía en tiempo real, permitiendo a los residentes comprender y controlar el consumo, fomentando hábitos de ahorro y gestión energética proactiva, las empresas distribuidoras deben reforzar los programas de mantenimiento predictivo y preventivo para mitigar fallas y la inestabilidad del suministro, crucial para la calidad de vida y protección de equipos.

Referencias bibliográficas

- Antamba, C., & Jhon, H. (abril de 2018). La Domótica Aplicada en las Instalaciones Eléctricas Residenciales en el Segundo Año de Bachillerato del Colegio Nacional "Vicente Rocafuerte". <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/f2cd7c8f-9b7d-48dd-aaba-d5e118022059>
- Araujo, G., Robalino, A., & Mena, Á. (2025). Más allá de los subsidios: Entendiendo la complejidad de la dinámica del consumo energético de los hogares en las principales ciudades del Ecuador. ScienceDirect, 163. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106008>
- ARCONEL. (29 de noviembre de 2024). CNEL EP. Pliego Tarifario del Servicio Público de Energía Eléctrica: <https://www.cnelep.gob.ec/pliego-tarifario-2023/>
- Cuenca, A., & Llumiquinga, P. (01 de enero de 2025). Diseño de un Medidor Didáctico de Consumo de Energía Eléctrica para uso Residencial. <https://doi.org/http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/ing/n33/1390-860X-ing-33-00102.pdf>
- DISENSA. (2025). Sensor Movimiento Techo 360°, Evlite. <https://disensa.com.ec/producto/sensor-movimiento-techo-360-evlite/>
- EAGLE Centroamericana. (2020). Tomacorriente Inteligente Wifi con TR. <https://www.eagle.cr/producto/tomacorriente-inteligente-wifi-15a-120v-60-hz-con-tr/>
- Franco, F., & Intriago, M. (2021). Relevancia de la eficiencia energética en la transmisión de electricidad en sectores residenciales de Manta. Polo del Conocimiento, 6(10), 544-557. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i10>



GENEBRE. (2020). Termostato Touch "GE-SMART". <https://www.genebre.es/termostato-touch-ge-smart3930#:~:text=Alimentaci%C3%B3n:%20%20baterias%201%2C5V,98%20x%203%2C5%20mm.>

smart3930#:~:text=Alimentaci%C3%B3n:%20%20baterias%201%2C5V,98%20x%203%2C5%20mm.

GSL Industrias. (2025). Multímetro digital de verdadero valor eficaz FLUKE 110. <https://industriasgsl.com/products/multimetro-digital-de-verdadero-valor-eficaz-fluke-110-esp>

NEC. (febrero de 2018). Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (EE). <https://doi.org/https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-HS-EE-Final.pdf>

NEC. (febrero de 2018). NEC-SB-IE: Instalaciones Eléctricas. <https://doi.org/https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>

Paco, M. (28 de febrero de 2025). Implementación de Instalaciones Eléctricas en el Colegio Manuel González Prada de Huaycán - Ate - Lima. <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/3407>

TECH. (2023). Pinzas Amperimétricas Fluke: Qué son y Cómo Usarlas Correctamente. <https://blog.precision.tech/cl/pinzas-amperimetricas-fluke-como-usarlas#:~:text=Las%20pinzas%20amperim%C3%A9tricas%20son%20herramientas,contacto%20directo%20con%20los%20cables.>

Tecsaqro. (28 de febrero de 2020). ¿Qué es un Multímetro y Cómo Funciona? <https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-multimetro/#:~:text=Un%20mult%C3%ADmetro%20es%20un%20instrumento,puntos%20de%20un%20circuito%20el%C3%A9ctrico.>

Trujillo Duque. (2025). Sensor de Movimiento P/Techo 360 Ev lite. . <https://www.trujilloduqueferreterias.com.ec/sensor-de-movimiento-p-techo-360-evlite/p>

Vásquez, L., & Campaña, M. (2023). Diseño Óptimo de Redes Eléctricas de Distribución Mediante Modelos de Optimización. https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/11572



WESTOR. (2025). Pinza Amperimétrica Digital 1000A UT207B UNI-T.
<https://westor.pe/pinza-amperimetrica-digital-1000a-ut207b-uni-t/>

Zambrano, C. (2019). Consumo de energía residencial en el Ecuador y sus determinantes para el año 2016. Universidad Técnica Particular de Loja.
<https://doi.org/https://bibliotecautpl.utpl.edu.ec/cgi-bin/abnetclwo?METS=46773963131&utm>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

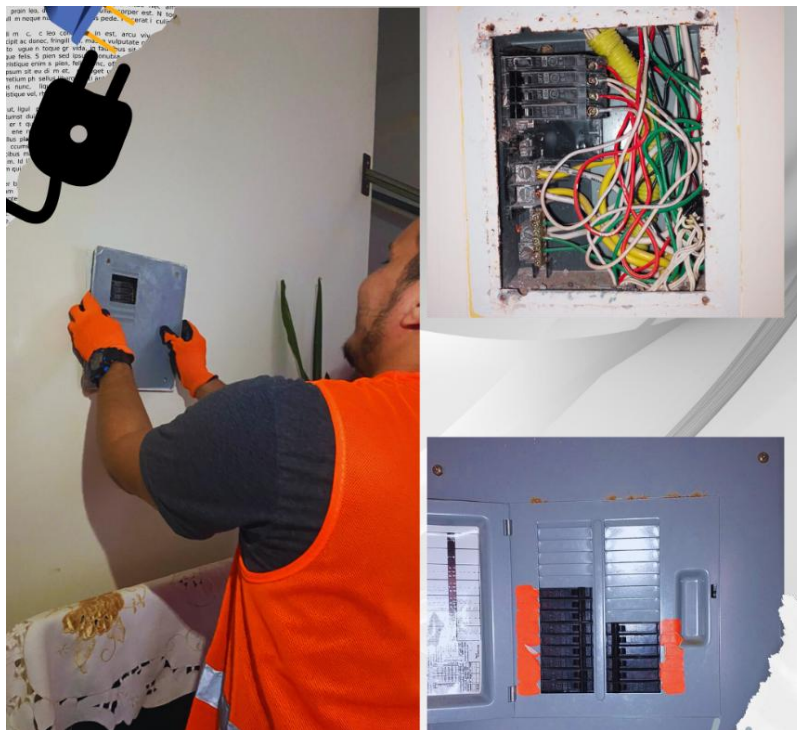
N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

Anexos

Anexo 1. Inspección y Levantamiento de Cargas.



Anexo 2. Verificación de Tableros y Medidor Eléctrico.



Anexo 3. Inspección en Centros de Carga y Verificación de Protecciones Eléctricas.



Anexo 4. Ficha Técnica Tomacorrientes Inteligentes.

FICHA TÉCNICA

Tomacorriente wifi EAGLE Smart

120V~ 60Hz
WF15R

Compatible con

*Incluye placa

> Diagrama de conexión

> Características generales

- » Reemplazo perfecto para tomacorrientes de 15A 120V~
- » Control manual y remoto de encendido y apagado de cualquier aparato conectado al tomacorriente
- » Eleva el status de las conexiones eléctricas de su hogar
- » Para uno de interiores solamente
- » Solo una de las salidas es controlada por wifi, la otra es convencional

> Características Técnicas

- » Voltaje 10 V- 60 Hz
- » Incandescente 1000W
- » Balastro Electrónico 5A
- » Balastro Standart 1200VA
- » Resistivo 1800W (15A)
- » Motor 1/2 HP
- » Temperatura de Operación 0 - 40 Celsius
- » Longitud de cableado 16 mm (5/8 in)
- » Cable conexión 14 AWG
- » Torque Tornillo 20 lb-in
- » Protocolo IEEE 802.11 b/g/n
- » Tipo inalámbrico 2.4 Ghz
- » Solo Cable de Cobre

> Pruebas y códigos que cumple

- » UL 4MD4 Appliance Controls
- » E347437
- » NEMA 5-15R
- » NEMA 5-15R

> Información para solicitar del catálogo

» Color Blanco 1141

7441109018412

Anexo 5. Ficha Técnica Termostatos Inteligentes.

Art.: 3930**Termostato touch "GE-SMART" / Touch thermostat "GE-SMART"**

Características	Features
1. Termostato de calefacción	1. Heating thermostat
2. Se alimenta con 2 baterías AA o con cable micro USB 5V (1A)	2. 2 x AA battery or micro USB 5V (1A) powered.
3. Programable para 7 días	3. 7 days programmable
4. Montaje en superficie	4. Surface mounting
5. Homologación CE, ROHS y RED	5. CE, ROHS, RED approved
6. Comunicación RF con receptor: 868Mhz	6. RF communication with E-hub: 868 Mhz
7. Dimensiones 125 x 98 x 23.5 mm	7. Dimension: Sender 125*98*23.5mm



Ref.	Medida / Size	Peso / Weight (Kg)
3930 00	125 x 98 x 23.5 mm	0.185

Datos técnicos	Technical Data
- Corriente de carga: 250 VAC (0.25A) - Intervalo de puntos de ajuste: 5°C – 35°C (incremento 0,5 °C) - Ambiente: 0°C – 50°C - Humedad relativa: 85% - Luz de fondo: Blanca - Sensor: NTC 10K - Precisión: ± 1°C - Grado de protección: IP30 - Carcasa: ABC+PC	- Load current: 250 VAC (0.25A) - Set Point Range: 5°C – 35°C (0.5 °C increase) - Ambient: 0°C – 50°C - Relative Humidity: 85% - Backlight: White - Sensor: NTC 10K - Accuracy: ± 1°C - Protection Class: IP30 - Housing: ABC+PC

GENEBRE S.A.

FECHA DE REVISIÓN: 04/02/2020

NÚMERO DE REVISIÓN: R1

Anexo 6. Ficha Técnica Sensores Movimiento Techo 360°.

disensa.com

disensa
JUNTOS CONSTRUIMOS MEJOR

**evLite**

SENSOR MOVIMIENTO PARA TECHO 360°. EVLITE



PESO	0.2 KG
DIMENSIONES	129X68X128 MM
COLOR	BLANCO
RANGO DE DETECCIÓN	360°
CARGA MÁXIMA	800 - 1200W
VOLTAJE	100 - 130V
DISTANCIA DE DETECCIÓN	6 METROS
RETARDO APAGADO	10SEG - 7MIN
ALTURA DE INSTALACIÓN	1.5 - 3.5 METROS

Este producto sirve para detectar movimiento. Detecta el movimiento a 6 metros de distancia en un ángulo de 360°. Ideal para usarlo en ambientes residenciales y comerciales.

**Ferremundo**
Creando un futuro juntos

