UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín

Revista Electrónica de Estudios Telemáticos
TÉLÉMATIQUE

Redes Inteligente basada en Smart Green para el uso del gas residencial.

Smart Network based on Smart Green for residential gas use.

Ing. Edwin Enrique Montilla Fernández.
Código ORCID: 0009-0003-4012-2088.
Correo: astro.edwin91@gmail.com
Gestión de la Tecnología de redes y ambiente.

Resumen.

El objetivo principal de la investigación fue desglosar exhaustivamente cómo la implementación estratégica y coordinada de tecnologías de comunicación avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT) y la fibra óptica, además pudo catalizar mejoras significativas. Esto se logró junto con la instalación de los sensores inteligentes de última generación, capaces de monitorear en tiempo real el flujo y la presión del gas. Además, el desarrollo de sistemas de gestión energética robustos y predictivos, basados en la inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML), jugó un papel crucial. Esta sinergia tecnológica fomentó una mejora multifacética en la eficiencia. Por un lado, optimizó la distribución del gas desde las centrales hasta los hogares, minimizando fugas y pérdidas, un aspecto vital para la eficiencia y seguridad en una ciudad como Maracaibo, Estado Zulia de Venezuela. De igual forma, transformó el consumo final dentro de cada una de las viviendas, empoderando a los usuarios para una gestión más consciente y controlada de su gasto energético. Nuestra base teórica, pilar fundamental para esta exploración, se sustentó firmemente en trabajos seminales y estudios de vanguardia de entidades y autores clave en el campo energético, citados y analizados a lo largo del estudio. Entre ellos, destacaron las publicaciones y los reportes de Gasnam (2024), que abordaron las innovaciones en el sector del gas vehicular y residencial; los análisis técnicos de Dimasa (2018), especializados en soluciones de ingeniería para la distribución de fluidos; y las investigaciones de Aqualia (2015), que proporcionaron perspectivas valiosas sobre la gestión eficiente de recursos hídricos y energéticos. Las perspectivas y hallazgos de estas fuentes ofrecieron un marco sólido, coherente y actualizado para esta investigación retrospectiva, permitiendo una comprensión profunda de las tendencias y los avances tecnológicos que definieron la trayectoria hacia un consumo de gas más inteligente y sostenible en los hogares.

Palabras claves: Redes inteligentes, Smart Green, Gas residencial, Eficiencia energética, Sostenibilidad, Gestión energética, Consumo inteligente.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Abstract

The primary aim of this research was to thoroughly explore how the strategic integration of advanced communication technologies significantly improved energy systems. Specifically, we focused on the coordinated deployment of the Internet of Things (IoT) and fiber optics. These technologies, combined with the installation of cutting-edge smart sensors, enabled real-time monitoring of gas flow and pressure. A crucial element of this project was also the development of resilient and predictive energy management systems, powered by artificial intelligence (AI) and machine learning (ML). This synergistic technological approach led to multifaceted improvements in efficiency. Firstly, it optimized gas distribution from central facilities directly to homes, effectively minimizing leaks and losses. This aspect is particularly vital for enhancing both efficiency and safety in urban environments like Maracaibo, Zulia State, Venezuela. Secondly, the project revolutionized energy consumption within individual households. It empowered residents with the tools to manage their energy expenditure more consciously and effectively, fostering greater control over their usage. Our theoretical framework, which served as a foundational pillar for this investigation, was robustly built upon seminal works and pioneering studies within the energy sector. These authoritative sources were cited and thoroughly analyzed throughout the research. Key contributions included publications and reports from Gasnam (2024), which highlighted innovations in the vehicular and residential gas industries. We also drew upon technical analyses by Dimasa (2018), recognized for their expertise in fluid distribution engineering solutions, and research by Aqualia (2015), which offered valuable insights into the efficient management of water and energy resources. The collective perspectives and findings from these diverse sources provided a strong, cohesive, and current framework for our retrospective study, allowing us to gain a profound understanding of the trends and technological advancements that are shaping a path towards smarter and more sustainable gas consumption in residential settings.

Keywords: Smart Network, Smart Green, Residential gas, Energy efficiency, Sustainability, Energy management, Smart consumption.

Introducción

El gas natural constituye una fuente de energía fundamental y ampliamente utilizada en el sector residencial a nivel global, incluyendo el contexto venezolano y específicamente en Maracaibo. Su accesibilidad y eficiencia lo han consolidado como un recurso vital para la cocción de alimentos, la calefacción de agua y otros usos domésticos. Sin embargo, la gestión actual de las redes de distribución de gas a menudo enfrenta desafíos significativos que impactan directamente la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad. Problemas como las pérdidas por fugas, la dificultad para monitorear el consumo en tiempo real, la obsolescencia de infraestructuras y la ausencia de mecanismos de respuesta rápida ante

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

incidencias, conllevan no solo perjuicios económicos, sino también riesgos ambientales y para la seguridad de los usuarios.

Ante este panorama, la búsqueda de soluciones innovadoras se vuelve imperativa. La evolución hacia redes inteligentes (Smart Network) ha demostrado ser una respuesta efectiva para optimizar la gestión y distribución de otros recursos energéticos, como la electricidad, permitiendo un monitoreo avanzado, una mayor eficiencia y una integración de tecnologías emergentes. Paralelamente, el concepto "Smart Green" emerge como un paradigma que fusiona la innovación tecnológica con la sostenibilidad ambiental, buscando no solo la eficiencia operativa sino también la minimización del impacto ecológico a través del uso de sensores, Internet de las Cosas (IoT), análisis de datos y sistemas de control automatizados.

Si bien existen avances significativos en la aplicación de tecnologías inteligentes a diversas infraestructuras de servicios públicos, la implementación específica de enfoques Smart Green en las redes de distribución de gas residencial representa un campo con un considerable potencial de desarrollo. Se observa una brecha en la literatura y en las aplicaciones prácticas que integren de manera comprehensiva la inteligencia de las redes con los principios de sostenibilidad ambiental para el manejo del gas en los hogares.

Una red de gas inteligente, potenciada por principios "Smart Green", podría transformar radicalmente la forma en que el gas se distribuye y consume, ofreciendo beneficios tangibles en términos de reducción de pérdidas, optimización del consumo, mejora de la seguridad a través de la detección temprana de anomalías, y una disminución de la huella de carbono asociada al uso doméstico de este recurso.

Este estudio se propone abordar esta necesidad crítica al explorar la viabilidad y los componentes clave para el diseño de redes inteligentes basadas en Smart Green específicamente para el uso del gas residencial. La implementación de tales sistemas no solo promete una gestión más eficiente y segura del recurso, sino que también contribuye directamente a los objetivos de desarrollo sostenible al fomentar un consumo más responsable y una menor emisión de gases. A través de este trabajo, se busca sentar las bases teóricas y conceptuales para que futuras investigaciones y aplicaciones prácticas puedan materializar el potencial transformador de estas tecnologías en los hogares y comunidades.

Objetivo General

Proponer un modelo de red inteligente basado en principios Smart Green para optimizar el uso y la gestión del gas en el sector residencial.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Metodología

La presente investigación tuvo un enfoque de metodología de tipo proyectiva descriptiva, con diseño documental no experimental. Es descriptiva según lo que sugiere Stewart (.2025) que, los tipos de investigación no son puros, si no que puede que se cohesionen entre sí para identificar los objetivos planteados y su resolución durante la ejecución del estudio. En otro orden de ideas, esta investigación también converge dentro del tipo proyectiva, para la cual Peralta (2.025) argumenta que la importancia de la investigación descriptiva radica, entre otras cosas, en que ella, constituye la base y el punto de partida para los tipos de investigación de mayor profundidad.

Fundamentación Teórica

La presente investigación se sustenta en un compendio de marcos conceptuales y teorías que abordan la evolución tecnológica en la gestión de recursos energéticos, la integración de la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT), y la imperante necesidad de sostenibilidad ambiental en el consumo energético. Para comprender la propuesta de Redes Inteligentes basadas en Smart Green para el uso del gas residencial, es fundamental desglosar los pilares teóricos que la componen:

Redes Inteligentes y Principios Smart Green para la Gestión Energética

La gestión eficiente de los recursos energéticos, particularmente el gas natural en el sector residencial, representa un desafío y una oportunidad significativa en el contexto actual de búsqueda de sostenibilidad y optimización. La confluencia de las Redes Inteligentes (Smart Network) y los principios Smart Green ofrece un marco conceptual y tecnológico robusto para abordar esta necesidad.

1. Redes Inteligentes (Smart Green): Un Paradigma de Gestión Energética Avanzada

Según Manohar (2.025), representan la evolución de las redes de suministro de energía tradicionales hacia sistemas bidireccionales de flujo de información y energía. Su objetivo principal es mejorar la eficiencia, la fiabilidad, la seguridad y la sostenibilidad de la distribución energética. Esto se logra mediante la integración de tecnologías avanzadas de comunicación, sensores y sistemas de control que permiten monitorear y gestionar la red en tiempo real.

La acotación por parte de los autores Khan, Shaid, Mansoor, y otros (2.022), la transmisión genuina y confiable de energía eléctrica es el elemento principal de la economía de una nación. Debido a que las emisiones de CO 2 son las causas principales del calentamiento global, centrarse en el factor que más contribuye a estas emisiones, especialmente el transporte y la generación de energía, es el enfoque más eficaz para combatirlo.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Características Clave de una Smart Green:

Para los autores Morales, Moguel y Díaz (2.022), se enfoca en la monitorización de parámetros ambientales clave dentro y fuera de un invernadero para optimizar el crecimiento de los cultivos. Esto va más allá de la mera recolección de datos; implica un análisis continuo y la aplicación de ajustes inteligentes para crear y mantener las condiciones ideales para cada etapa de desarrollo de las plantas, maximizando la productividad y la eficiencia de los recursos.

La acotación de la autora Hernández (2.017), la mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas, y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura. Sin embargo, siempre se pude hacer algo por evitar expuesto lo más posible a esta situación intentando evitarla.

• **Temperatura dentro del invernadero:** Fundamental para monitorear el ambiente interno, asegurando que las plantas se mantengan dentro de su rango térmico óptimo para el crecimiento. Un control preciso de la temperatura es crucial para evitar estrés por calor o frío en los cultivos, lo que podría llevar a un menor rendimiento, daños permanentes o incluso la pérdida total de la cosecha.

• **Luminosidad dentro del invernadero:** Mide la intensidad de la luz disponible para las plantas. Este dato es vital para la fotosíntesis, el proceso mediante el cual las plantas convierten la energía luminosa en energía química para crecer. Al conocer la luminosidad, es posible ajustar la iluminación artificial si fuera necesario o gestionar la sombra para evitar excesos de radiación, lo que optimiza la salud y productividad de los cultivos.

• **Humedad de la tierra:** Proporciona información directa sobre la disponibilidad de agua en el sustrato. Es esencial para optimizar el riego, previniendo tanto el déficit hídrico (sequedad) como el exceso de humedad (encharcamiento), que pueden ser perjudiciales para las raíces y favorecer enfermedades. Un manejo inadecuado del agua es una de las principales causas de estrés y pérdida de cultivos en invernaderos, por lo que este sensor es fundamental.

• **Calidad del aire:** Aunque menos común en invernaderos pequeños, este sensor podría medir la concentración de gases como CO2 (dióxido de carbono), que es un factor importante para la fotosíntesis, o detectar la presencia de contaminantes que podrían afectar la salud de las plantas o de los trabajadores. En un sistema de invernadero inteligente y de mayor escala, la monitorización de la calidad del aire se convierte en un componente valioso para optimizar el crecimiento y asegurar un ambiente seguro.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Componentes Esenciales de una Smart Green Aplicada al Gas:

Desde este punto vista el autor Deloitte (2.025) indica: La digitalización y la sostenibilidad son dos de los grandes vectores que están redefiniendo la industria moderna. En el ámbito del gas, esta confluencia ha dado lugar a la Smart Green, un paradigma que promete revolucionar la manera en que se produce, distribuye y consume este recurso vital. Para comprender su verdadero potencial y las oportunidades que presenta, es fundamental desglosar los componentes esenciales que la integran y le confieren su capacidad transformadora.

Por parte del autor Cadenas (2.024), las compañías de distribución de electricidad y gas (DSO) se encuentran ante una doble disrupción. Por un lado, la transición energética, de la que son agentes imprescindibles, supone un auténtico desafío en la forma de operar que han seguido durante décadas. Además, resulta casi imposible alcanzar la meta de una economía descarbonizada sin aprovechar los beneficios de, la otra gran disrupción de nuestros días, la digitalización. Es la oportunidad, por tanto, para la reinvención del sector de distribución de energía.

• **Infraestructura de Medición Avanzada (AMI - Advanced Metering Infrastructure):** Representan un avance significativo en la gestión del suministro y consumo de gas. A diferencia de sus predecesores analógicos, estos dispositivos registran el consumo de gas en intervalos cortos (por ejemplo, cada hora o incluso cada 15 minutos) y transmiten los datos de forma remota a la compañía distribuidora. Esto no solo reemplaza la obsoleta lectura manual, sino que abre un abanico de posibilidades para una facturación más precisa y un monitoreo detallado del comportamiento del consumo.

• **Sistemas de Comunicación:** son la infraestructura invisible que permite a los medidores inteligentes, sensores y sistemas de control interactuar entre sí y con el centro de operaciones. Para la transmisión segura y eficiente de datos en una red de gas inteligente, se utilizan tanto redes inalámbricas (ej. LoRaWAN, NB-IoT, 5G) como redes cableadas (ej. fibra óptica).

• **Sistemas de Gestión y Control:** Son los sistemas que procesan los datos masivos recibidos de los sensores y medidores inteligentes, permiten el control remoto de válvulas y otros equipos, y ofrecen una visualización clara del estado de la red en tiempo real. En si, transforman los datos crudos en información útil y acciones concretas para optimizar el suministro de gas, garantizar la seguridad y mejorar la eficiencia. Los sistemas más comunes en este ámbito son los SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y, a veces, se complementan con DMS (Distribution Management Systems).

• **Sensores y Actuadores:** En el corazón de una "Smart Green Aplicada al Gas", y vital para su funcionamiento en lugares, se encuentran los dispositivos que actúan como los

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

"ojos" y "brazos" de la red. Estos componentes son cruciales tanto para detectar parámetros clave (presión, flujo, composición del gas, detección de fugas) como para ejecutar acciones (cerrar/abrir válvulas, regular presión) de manera remota y automatizada, transformando una infraestructura pasiva en un sistema dinámico y responsivo.

• **Plataformas de Análisis de Datos (Big Data Analytics):** Más allá de los sensores que recolectan información y las plataformas de software que la visualizan, el verdadero poder de una "Smart Green Aplicada al Gas" reside en las herramientas de análisis de datos e inteligencia artificial (IA). Estas herramientas son capaces de procesar grandes volúmenes de datos generados continuamente por la red, lo que permite identificar patrones de consumo, predecir la demanda y detectar anomalías con una precisión y velocidad inalcanzables para el ojo humano.

2. Principios Smart Green: Hacia la Sostenibilidad y la Eficiencia

El aporte de los autores Kumar, Shamar y otros (2.025), a medida que la sostenibilidad se consolida como un pilar fundamental en los valores del consumidor y un imperativo en la responsabilidad corporativa, el marketing ha experimentado una profunda transformación. Lo que antes era un nicho, ahora es una corriente dominante, incorporando conceptos cada vez más sofisticados como el marketing "verde", el marketing "sostenible" y el marketing "inteligente". Estas aproximaciones no solo buscan comunicar los beneficios ambientales o sociales de un producto o servicio, sino que persiguen una integración holística de la sostenibilidad en todas las facetas de la estrategia de marca y la cadena de valor.

La acotación de la autora Jain (2.022), el concepto "Smart Green" va más allá de una simple etiqueta; integra la inteligencia tecnológica (Smart) con la sostenibilidad ambiental (Green). No se trata meramente de emplear tecnología, sino de utilizarla de una manera estratégica y consciente que promueva activamente la eficiencia de recursos, la reducción del impacto ambiental y la mejora de la calidad de vida de las personas.

Aplicación de Principios Smart Green al Uso del Gas Residencial:

• **Eficiencia Energética:** Reducir el consumo de gas en hogares y edificaciones es un objetivo crucial no solo para la economía doméstica, sino también para la sostenibilidad ambiental y la seguridad. Esto se puede lograr eficazmente a través de la implementación de un sistema integral que combine el monitoreo preciso, la emisión de alertas al usuario y el control automatizado de los equipos consumidores de gas.

• **Reducción de Emisiones:** Un uso más eficiente del gas no es solo una cuestión económica; se traduce directamente en una significativa reducción de las emisiones de

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

gases de efecto invernadero (GEI). Esto es crucial en la lucha contra el cambio climático, dado que tanto la combustión incompleta como las fugas en la infraestructura del gas contribuyen a la liberación de estos potentes contaminantes a la atmósfera.

• **Monitoreo Ambiental y Seguridad:** La detección temprana y automatizada de fugas de gas representa un pilar fundamental en la gestión moderna de la infraestructura energética, especialmente en una ciudad. Su importancia radica en una doble vertiente crítica: son un riesgo de seguridad inminente para las comunidades y, al mismo tiempo, una fuente significativa de emisiones de metano, un potente gas de efecto invernadero (GEI) que contribuye al calentamiento global.

• **Gestión de Recursos:** Optimizar la distribución y la presión del gas dentro de la red es una estrategia fundamental para minimizar pérdidas y asegurar la eficiencia operativa de todo el sistema. En una ciudad dinámica, donde la infraestructura puede ser compleja y las demandas varían, esta optimización no solo repercute en el ahorro de un recurso valioso, sino que también tiene implicaciones significativas para la seguridad y la sostenibilidad ambiental.

• **Conciencia y Comportamiento del Usuario:** Proporcionar información en tiempo real a los consumidores sobre su consumo de gas es una estrategia extraordinariamente efectiva para incentivar hábitos más eficientes y responsables. En un contexto donde la gestión de recursos es clave, este enfoque transforma a los usuarios de meros receptores de un servicio a participantes activos y conscientes en la optimización energética de sus hogares y negocios.

3. Tecnologías Habilitadoras: El Motor de las Redes Inteligentes Smart Green

Por parte de los autores Ethirajan y Mangaiyarkarasi (2.025), La implementación de redes inteligentes bajo principios Smart Green representa un salto cualitativo en la gestión energética, y su viabilidad actual es el resultado directo de la convergencia y madurez de diversas tecnologías disruptivas. No es un concepto futurista, sino una realidad palpable que se construye sobre la interacción sinérgica de innovaciones que han alcanzado un punto de desarrollo crucial.

La acotación de los autores Abdullah y Hassan (2.022), la transición hacia una red inteligente, o, más precisamente, una "smart green", representa una transformación profunda y necesaria de nuestras infraestructuras energéticas globales. Este cambio no solo implica la adopción de técnicas avanzadas de automatización y control desde medidores bidireccionales y sensores distribuidos hasta algoritmos de inteligencia artificial y comunicación en tiempo real, sino que integra intrínsecamente el imperativo de la sostenibilidad ambiental.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Internet de las Cosas (IoT - Internet of Things).

Es crucial para modernizar la gestión del gas, ya que permite la interconexión de dispositivos físicos clave como medidores, sensores y válvulas, tanto con la red principal como entre ellos. Esencialmente, esta tecnología transforma estos "objetos" cotidianos en nodos inteligentes que pueden recolectar datos de forma continua y, a su vez, ser controlados remotamente.

Big Data y Análisis de Datos.

Las redes inteligentes (Smart Network), por su propia naturaleza conectada y automatizada, son verdaderas fábricas de información, generando volúmenes masivos de datos a cada instante. Esta avalancha de información proviene de múltiples fuentes: desde las lecturas detalladas y en tiempo real de los medidores inteligentes en hogares y negocios, hasta los registros de eventos en la red (como cambios de voltaje o interrupciones), pasando por datos sobre las condiciones ambientales que pueden afectar la demanda o el suministro energético.

Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (Machine Learning - ML):

Aplicados al análisis de Big Data para:

• **Predicción de la Demanda:** La capacidad de predecir el consumo futuro de gas es un pilar fundamental para la optimización de las redes de distribución y la gestión energética eficiente. Esta predicción avanzada se logra hoy en día gracias a la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning - ML), que son capaces de aprender de patrones históricos de consumo de una manera que supera con creces los métodos estadísticos tradicionales.

• **Detección de Anomalías:** La capacidad de identificar rápidamente fugas, fallas en equipos o usos inusuales es un pilar fundamental para la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de cualquier sistema de distribución de gas moderno. Esta detección proactiva y ágil es crucial para prevenir incidentes, minimizar pérdidas y optimizar la gestión del recurso.

• **Optimización del Suministro:** La capacidad de ajustar la presión y el flujo del gas en tiempo real dentro de una red de distribución es una funcionalidad crítica y avanzada que redefine la eficiencia operativa y la fiabilidad del suministro. Lejos de ser una operación estática, la distribución moderna de gas requiere una flexibilidad constante para responder a las variaciones de la demanda y a las condiciones cambiantes de la red.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Tecnologías de Comunicación:

• **Redes de Área Amplia de Baja Potencia (LPWAN - Low-Power Wide-Area Networks):** Para la eficaz implementación de redes inteligentes que requieren la transmisión de grandes volúmenes de datos desde medidores y sensores distribuidos en áreas extensas, las tecnologías de conectividad de baja potencia y área amplia (LPWAN, por sus siglas en inglés) son fundamentales. Ejemplos destacados en este campo son LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) y NB-IoT (Narrowband Internet of Things), ambas ideales para soportar las exigencias de un sistema de gas inteligente.

• **5G:** representa la cúspide de la evolución en las comunicaciones inalámbricas y se posiciona como un pilar fundamental para las aplicaciones más avanzadas en el ámbito de las redes inteligentes. Sus características distintivas de baja latencia y alta capacidad la hacen excepcionalmente adecuada para escenarios que demandan una respuesta en tiempo real y el manejo de un gran volumen de datos.

• **Redes Celulares y Fibra Óptica:** Para que una red inteligente, especialmente en el sector del gas, funcione con la eficiencia y fiabilidad requeridas, se necesita una infraestructura de comunicación robusta y de alta capacidad. Aquí es donde las redes celulares y la fibra óptica juegan un papel insustituible, sirviendo como el backbone de comunicación principal y garantizando la conexión fluida y segura a los centros de control.

Computación en la Nube (Cloud Computing): Se ha consolidado como un componente verdaderamente fundamental y transformador, democratizando y potenciando significativamente la implementación de redes inteligentes. Su impacto es revolucionario porque libera a las empresas de la necesidad de realizar grandes inversiones iniciales en hardware local, un obstáculo que antes podía ser insuperable para muchas organizaciones.

Ciberseguridad: Es un pilar absolutamente fundamental para la operatividad y la confiabilidad de cualquier red inteligente, especialmente en el sector del gas. En un ecosistema donde la interconexión es la norma con millones de sensores, medidores y dispositivos comunicándose constantemente, la protección contra amenazas cibernéticas no es solo una medida de precaución; es una necesidad crítica para salvaguardar la integridad y privacidad de los datos, así como la operatividad continua de la red ante posibles ataques.

Resultados

El resultado principal de la presente investigación, se dedica a la exposición detallada del Modelo de Red Inteligente basado en Principios Smart Green para la optimización del uso y la gestión del gas en el sector residencial, el cual surge como respuesta a la necesidad de modernizar la infraestructura actual y promover prácticas más sostenibles en el consumo

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

doméstico de gas. Este modelo conceptualiza una interconexión avanzada de tecnologías que buscan transformar la interacción entre los usuarios residenciales, los dispositivos de consumo de gas y la empresa distribuidora. Nuestro modelo propone una arquitectura en capas que integra desde los puntos de consumo hasta un centro de control y análisis de datos.

En la base de esta arquitectura se encuentran los dispositivos de medición inteligente de gas, los cuales van más allá de un simple contador; están equipados con sensores capaces de registrar el consumo en tiempo real, detectar anomalías como fluctuaciones inusuales o posibles micro-fugas, y transmitir esta información de manera inalámbrica. Estos medidores se complementan con actuadores inteligentes que, en casos de emergencia o por programación del usuario, podrían controlar el flujo de gas. La información de estos dispositivos fluye a través de una infraestructura de comunicación robusta y segura, la cual podría apoyarse en tecnologías como la Internet de las Cosas (IoT) o redes de malla de baja potencia, garantizando la transmisión eficiente y confiable de los datos hacia una plataforma centralizada de gestión y análisis.

Esta plataforma central es el cerebro del modelo, un sistema de software avanzado capaz de procesar grandes volúmenes de datos de consumo en tiempo real. Aquí se aplican algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático para identificar patrones de consumo, predecir la demanda, detectar anomalías con mayor precisión y generar alertas automáticas ante situaciones de riesgo. La información procesada se traduce en herramientas de gestión y visualización tanto para la empresa de gas como para los propios usuarios. Para los residentes, se conciben aplicaciones móviles intuitivas que les permiten monitorear su consumo al instante, recibir consejos para un uso más eficiente, establecer metas de ahorro y ser notificados sobre posibles incidencias.

Para la empresa distribuidora, el modelo ofrece un panel de control integral que facilita la supervisión de la red, la identificación proactiva de problemas en segmentos específicos, la optimización de las operaciones de mantenimiento y una gestión de la demanda más precisa. La incorporación de Principios Smart Green se manifiesta directamente en la funcionalidad del modelo.

Al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre el uso del gas, se empodera al usuario para tomar decisiones de consumo más informadas y eficientes, lo que se traduce directamente en una reducción del desperdicio energético y, por ende, en una menor huella de carbono asociada al uso residencial del gas. Además, la capacidad del modelo para detectar tempranamente fugas y optimizar la gestión de la red contribuye significativamente a la seguridad ambiental y de los usuarios, minimizando la liberación incontrolada de gas a la atmósfera y previniendo incidentes.

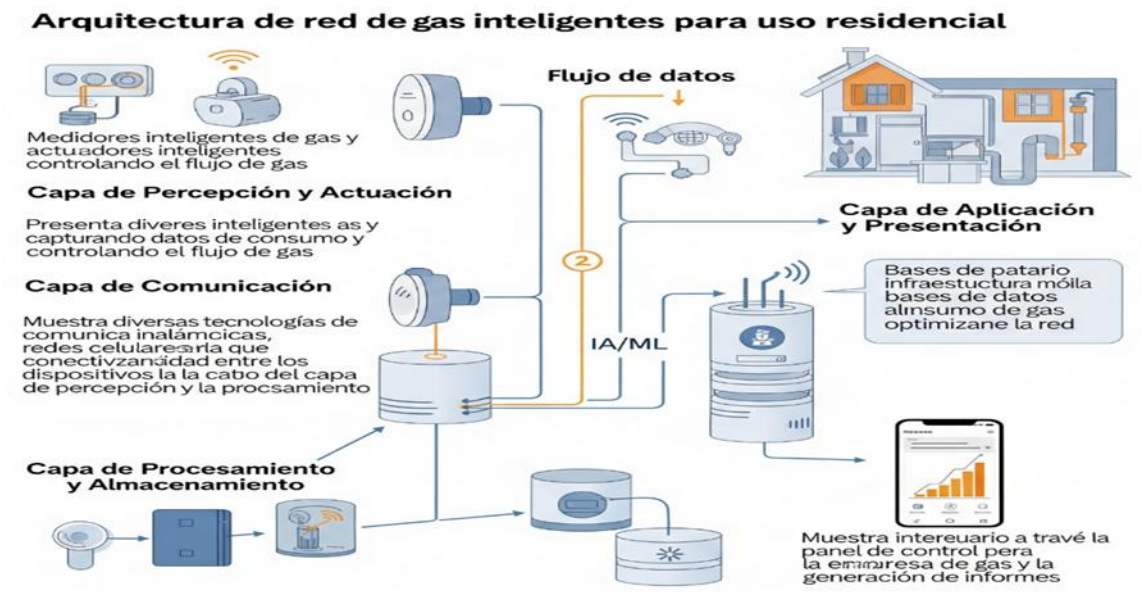
Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Este enfoque proactivo en la gestión no solo mejora la eficiencia operativa, sino que alinea el sistema de distribución de gas con los objetivos de sostenibilidad y protección del medio ambiente. El modelo propuesto representa, así, una evolución fundamental desde un sistema de medición pasivo a una red inteligente y activa que fomenta la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad en el ámbito del gas residencial.

Capa arquitectónica	Componentes Clave	Función Principal	Principios Smart Green Aplicados
1. Percepción y Actuación (Nivel de Campo)	• Medidores de gas inteligentes. • Actuadores inteligentes. • Sensores Ambientales (opcional)	Recopilación de datos de consumo en tiempo real, detección de anomalías y control local del flujo de gas.	•**Eficiencia:** Monitoreo preciso para optimizar el consumo. •**Seguridad:** Detección temprana de fugas (reduce emisiones). •**Sostenibilidad:** Información para uso responsable.
2. Comunicación (Nivel de Red)	•Redes inalámbricas de baja potencia (LoRaWan, NB-IoT, Zigbee). • Redes celulares (4G/5G). • Redes de Malla (Mesh Networks).	Transmisión segura y eficiente de datos bidireccionalmente entre los dispositivos de campo y la plataforma central.	•**Eficiencia:** Transmisión de datos optimizada. •**Confiabilidad:** Soporte a la gestión proactiva de incidentes.
3. Procesamiento y Almacenamiento (Nivel de Plataforma)	•Servidores de Recopilación de Datos. •Plataforma de Gestión de Datos (Base de Datos) - Módulo de Análisis y Algoritmos (IA/ML)	Almacenamiento, procesamiento y análisis avanzado de grandes volúmenes de datos para identificar patrones y detectar anomalías.	•**Eficiencia:** Optimización de la demanda y el suministro. •**Sostenibilidad:** Análisis para identificar oportunidades de ahorro y reducción de pérdidas.
Aplicación y Presentación (Nivel de Usuario)	• Aplicación Móvil para Usuarios Residenciales. • Panel de Control para Empresa Distribuidora • Módulo de Reportes e Informes.	Visualización de información, control del sistema y generación de reportes para usuarios y operadores.	•**Eficiencia:** Empoderamiento al usuario para un consumo informado. •**Transparencia:** Datos claros para la gestión operativa y mejora continua. •**Sostenibilidad:** Apoyo a políticas de eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia (2.025).

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025



Conclusiones.

La presente investigación ha demostrado la viabilidad y el impacto transformador de la implementación de un sistema de gestión de gas basado en redes inteligentes bajo principios Smart Green. A través de la convergencia y madurez de diversas tecnologías disruptivas, como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML), se han sentado las bases para una optimización sin precedentes en la distribución y el consumo de este recurso vital.

Los hallazgos de este estudio reafirman que la integración de sensores inteligentes para el monitoreo en tiempo real, junto con el uso de Big Data para el análisis predictivo y la Computación en la Nube como plataforma escalable, son cruciales. Estas sinergias tecnológicas no solo permiten una reducción significativa del consumo de gas al evitar el uso innecesario y detectar fugas de forma automatizada, sino que también mejoran drásticamente la eficiencia en la distribución al permitir ajustes dinámicos de presión y flujo en tiempo real, minimizando pérdidas.

Además, la capacidad de identificar rápidamente fugas y fallas en equipos no solo es un avance en la eficiencia operativa, sino un imperativo de seguridad pública, mitigando riesgos de accidentes y explosiones. Asimismo, al reducir las fugas y optimizar la combustión, se logra una disminución directa en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), particularmente el metano, contribuyendo activamente a la sostenibilidad ambiental y a la lucha contra el cambio climático.

Por concluir, el empoderamiento del consumidor a través de la información en tiempo real sobre su consumo se erige como un factor clave para fomentar hábitos más eficientes y

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

responsables, cerrando el ciclo de la gestión inteligente del gas. Esta investigación subraya que la inversión en ciberseguridad es indispensable para proteger la integridad y la privacidad de los datos, asegurando la confiabilidad de todo el sistema.

Referencias Bibliográficas.

Ahmed Abdullah y Tarek Hassan (2.022). **Propiedades y desafíos de las redes inteligentes: una descripción general.** Springer Nature Link. https://link.springer.com/article/10.1007/s43937-022-00013-x

Andrés Cadenas, (2.024). **La digitalización de las redes de electricidad y gas como elemento habilitador de la transición energética.** Una oportunidad para la reinvención del sector. https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/431/06_CADENAS_1.pdf

Anubha Jain, (2.022). **IoT verde para la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental.** Doctorado | Profesor asociado | Jefe de Departamento en IIS. https://www.infoq.com/articles/green-iot-energy-sustainability/

Aqualia, (2.015). **El proyecto SMART Green Gas estudiará la producción de biometano a partir de residuos urbanos y agroindustriales**. SMART Green Gas está liderado por Aqualia junto a un consorcio de empresas formado por Gas Natural Fenosa, EDP, Biogas fuel cell, Diagnostiqa, Dimasa Grupo y Ecobiogas. https://www.aqualia.com/web/aqualia-global/-/el-proyecto-smart-green-gas-estudiara-la-produccion-de-biometano-a-partir-de-residuos-urbanos-y-agroindustriales

Eury Peralta, (2.025). **Investigación Descriptiva de Acuerdo A Roberto Hernández Sampieri.** SCRIBD. https://es.scribd.com/document/486412778/Investigacion-descriptiva-de-acuerdo-a-Roberto-Hernandez-Sampieri-docx

Deloitte, (2.025). **Perspectiva de la industria del petróleo y el gas para 2025**. Deloitte Touche Tohmatsu Limited (“DTTL”). https://www.deloitte.com/latam/es/industries/energy/perspectives/perspectiva-de-la-industria-del-petroleo-y-el-gas-para-2025.html

Dimasa, (2.018). **SMART Green Gas**. Dimasa Grupo participa en el proyecto SMART Green Gas desarrollando nuevas tecnologías para obtener biometano de alta calidad a partir de residuos urbanos. http://www.dimasagrupo.com/smartgreengas

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Drishya Manohar, (2.025). **El papel de las redes inteligentes en la creación de un mundo sostenible, resiliente y conectado**. Asociado sénior - Marketing de contenidos. https://www.cavliwireless.com/blog/nerdiest-of-things/smart-grids-intelligent-energy-management

Gasnam, (2.024). **Gasnam-Neutral Transport**. PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL GAS NEUTRO EN CARBONO PARA EL TRANSPORTE. https://gasnam.es/

Gloria Díaz González, Victoria Morales Millanes y José Enrique Moguel Márquez, (2.022). **Smart Green Adapt: definición y objetivos del proyecto**. Convocatoria abierta a Proyectos IoT para el Sector Agroganadero de la Cátedra Telefónica de la UEx. https://catedratelefonica.unex.es/smart-green-adapt-definicion-y-objetivos-del-proyecto/

Lauren Stewart, (2.025). **¿Qué es la investigación descriptiva y cómo se utiliza?** Qualitative Data Analysis Expert & ATLAS.ti Professional https://atlasti.com/es/research-hub/investigacion-descriptiva

Nitasha Khan, Zeeshan Shahid, Muhammad Mansoor Alam, y otros, (2.022). **Sistemas de gestión energética mediante redes inteligentes: un análisis paramétrico exhaustivo de las tendencias, la importancia, las oportunidades y los desafíos existentes.** International Transactions on Electrical Energy Sistems. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/3358795

Sunil Kumar, Chetan Sharma y otros, (2.025). **Inteligente, sostenible y verde: la transformación digital del marketing verde.** Inteligente, sostenible y ecológico: la transformación digital del marketing ecológico. https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-01242-5

Venkatraman Ethirajan y SP Mangaiyarkarasi, (2.025). **Un estudio en profundidad de los últimos avances en redes inteligentes: allanando el camino hacia un futuro sostenible a través de recursos energéticos renovables**. Revista de sistemas eléctricos y tecnología de la información volumen 12. **https://jesit.springeropen.com/articles/10.1186/s43067-025-00195-z**

Yolanda Hernández de Sánchez, (2.017). **Diseño e implementación del sistema SIG Smart GreenTracks.** Universitat Oberta de Catalunya. https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/43133bf5-b7d5-4a5b-a6d3-8cee0154c49e/content

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 24 Edición No 02– Año 2025