

La domótica como aplicación de eficiencia energética en Ecuador

Home automation as an energy efficiency application in Ecuador

ARROYO ROBINSON¹, ANGULO JUAN¹

¹Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Esmeraldas, Ecuador.

RESUMEN

La domótica es considerada una tecnología aplicada al confort por los beneficios asociados con la comodidad que proporciona a las instalaciones que adquieren el servicio, sin embargo, ofrece un primordial provecho aplicado a la eficiencia energética enfocado al sostenimiento y preservación del medio ambiente al apoyarse en energías alternativas. De tal manera, el objetivo central fue analizar la tecnología domótica como aplicación de eficiencia energética en Ecuador. Se recaudaron fuentes bibliográficas que sustentaron la información plasmada, por lo que, el proceso de investigación se rigió bajo el diseño metodológico documental, permitiendo realizar análisis e interpretar, discerniendo fuentes bibliográficas de expertos y efectuando un registro de evidencias disponibles con visiones generales y hechos relevantes argumentados acerca de la domótica aplicada a la eficiencia energética. Se obtuvo como resultado que los sistemas domóticos proporcionan un ahorro energético funcional con un porcentaje de disminución de consumo entre 30% a 40% contribuyendo a la eficiencia energética en la República del Ecuador.

Palabras clave: domótica, tecnología, sistemas programables, eficiencia energética.

Autor de correspondencia

robinson.arroyo.
baquerizo@utelvt.edu.ec

Citación:

Arroyo, R. y Angulo, J. (2022). La domótica como aplicación de eficiencia energética en Ecuador. *GICOS*, 7(4), 170-186

DOI

<https://doi.org/10.53766/GICOS/2022.07.04.11>

Fecha de envío

14/09/2022

Fecha de aceptación

30/10/2022

Fecha de publicación

02/12/2022



ABSTRACT

Home automation is considered a technology applied to comfort due to the benefits associated with the comfort it provides to the facilities that acquire the service, however, it offers a primary benefit applied to energy efficiency focused on the maintenance and preservation of the environment by relying on renewable energy alternatives. In such a way, the central objective was to analyze home automation technology as an application of energy efficiency in Ecuador. They were collected bibliographic sources that supported the information captured, therefore, the research process was governed by the documentary methodological design, allowing analysis and interpretation, discerning bibliographic sources of experts and making a record of available evidence with overviews and relevant facts argued about home automation applied to energy efficiency. It was obtained as a result that home automation systems provide functional energy savings with a percentage of consumption reduction between 30% to 40% contributing to energy efficiency in the Republic of Ecuador.

Keywords: home automation, technology, programmable systems, energy efficiency.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética implica, tanto el uso de elementos capaces de mitigar el consumo como también de practicar las medidas que permitan administrar el contexto en el que se encuentran y así, controlar conscientemente logrando el mayor rendimiento con el mínimo consumo, aspecto decisivo para lograr la máxima eficiencia. Para el Comité Español de Iluminación, el derroche de energía es el principal factor en contra de la eficiencia energética, situación que ha originado controles que generen cambios reales y permanentes a través del empleo de medidas y supervisiones que administren el uso energético (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE], 2020).

No obstante, con el desarrollo de nuevas tecnologías y sus procesos evolutivos transformó los sistemas energéticos tradicionales en técnicas automatizadas mediante un control de alimentación eléctrica totalmente dependientes capaces de comunicarse entre ellos y controlar electrodomésticos, alumbrados y sistemas que ameritaran el uso energético, empleándose por medio de los avances tecnológicos la domótica, creándose soluciones completas con la posibilidad de integrar la totalidad de los dispositivos, los datos recabados y el control del espacio en el que serán instalados, actuando sobre ellos en forma constante y en tiempo real, tomando en cuenta múltiples variables como el factor de ocupación, la variación de función, las condiciones meteorológicas y la interacción de distintos tipos de dispositivos entre sí, comunicándose de manera inteligente e interactuando de forma coordinada, generando resultados en espacios más confortables y minimizando el consumo energético (Echazarreta, 2021).

Brindando soluciones bajo la administración inteligente del espacio, la programación y control de los sistemas, a tal efecto, que puedan ajustarse al aprovechamiento máximo de la iluminación natural, intencionados al uso óptimo de los sensores de iluminación inteligente en posicionarse eficientemente de acuerdo al momento del día o al nivel de luz natural que se registre en el espacio. Así mismo, la industria electrodoméstica en la actualidad, se ha adaptado al ahorro energético etiquetando sus productos según su eficiencia energética, impulsando la producción de artefactos más eficientes, formando parte de la llamada Eficiencia Energética Pasiva, donde la domótica apoyaría su uso eficiente al incluirlos como dispositivos dependientes de un conector que se acciona bajo la administración inteligente con el objetivo de reducir al máximo el consumo de energía y la contaminación sonora (dependiendo del artefacto) y lumínica en horarios limitantes bajo un sistema

automatizado (Arias y Sarmiento, 2021).

Esto permite programar acciones combinadas para establecer modelos de iluminación bajo un horario y calendarios a través de relojes astronómicos, así como también sensores de presencia para iluminar espacios, administrando posicionamientos, aperturas y cierres lumínicos y generadores de generadores eléctricos, evitando que la luz interior se filtre por espacios exteriores, controlando óptimamente el fluido eléctrico y usando la domótica como medio de eficiencia energética en función de la reducción del consumo (Echazarreta, 2021).

Además, la tecnología domótica es aplicable a todo tipo de inmueble, desde edificios independientemente de su utilidad (comercial, industrial, residencial, construcciones nuevas o en proceso de reconstrucción) así como infraestructuras en espacios abiertos, intencionados al incremento en los porcentajes de ahorro y eficiencia energética, propiciando ahorros sostenidos permanentes que benefician al medio ambiente y al sustento energético para generaciones futuras, posibilitando un mayor ciclo de vida a las infraestructuras asistidas y evolucionando hacia las construcciones inteligentes (Arias y Sarmiento, 2021).

Debido a que las principales aplicaciones de la domótica como aplicación de eficiencia energética ofrecen accesibilidad, comodidad, seguridad, comunicaciones en aras del ahorro de la energía que tradicionalmente consumen las instalaciones. Creando condiciones necesarias favorables y accesibles para una población diversa, siendo un desafío ético y creativo que ejerce un canal para suplir funciones adaptables al entorno de la inclusión y sostenibilidad. De allí radica la importancia de la implementación de la domótica, siendo un sistema tecnológico que facilita la dinámica tradicional enfocada al consumo energético, el cual beneficia de manera integral a toda la población y al medio ambiente (Empresa Nacional de Electricidad S.A [ENDESA], 2021).

Los sistemas de domótica aplicados a la eficiencia energética permiten supervisar, controlar y racionalizar el consumo de energía eléctrica de cada elemento de un contexto determinado, elaborando perfiles de uso y adaptando dinámicamente los parámetros de la instalación para obtener una reducción significativa del consumo eléctrico. De manera que, toda instalación de sistemas de domótica para la eficiencia energética se convierte en una inversión a futuro que se rentabiliza en breve plazo y contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente.

Cuando se hace referencia a sistemas domóticos como aplicación de eficiencia energética, se relaciona con gestiones eficientes que implican instalaciones completamente nuevas, por lo contrario, la domótica se refiere a una automatización eficiente adaptable a las instalaciones pertenecientes, enfocadas a mitigar el consumo apoyado en las fuentes de energía alternativas y en las comerciales adscritas a empresas de distribución eléctrica, por lo que el diseño del sistema debe adaptarse al contexto real. Por tal motivo, el dispositivo de medición es prescindible con el fin de cuantificar el consumo energético y el buen funcionamiento del sistema en cuanto a la gestión energética en sistemas de iluminación, en sistemas de climatización, en aparatos electrodomésticos y todo lo concerniente a seguridad eléctrica (ENDESA, 2021).

Lo expuesto anteriormente, genera beneficios múltiples orientados hacia el ahorro energético por medio de gestiones eficientes que mitiguen los consumos tarifarios, contribuyendo a la seguridad industrial y personal en caso de emplearse en hogares, así mismo, admite la gestión remota y la tele-asistencia como beneficio adicional apoyado en las tecnologías que actualmente son parte de la dinámica rutinaria en la sociedad, incrementando el bienestar digno de la población. Sin embargo, el ahorro energético es la ganancia fundamental que destaca la tecnología domótica con el uso eficiente del consumo eléctrico, controlando a través de la sistematización,

gestionando de forma segura luminarias, climatización y artefactos electrodomésticos (Hernández y Meza, 2011).

En efecto, el proceso se va accionando, el proceso de racionalizar cargas eléctricas y manejando remotamente las instalaciones eléctricas y previniendo sobrecalentamientos o cortocircuitos. Sin embargo, existen pocas desventajas en cuanto al costo por ser un servicio innovador y el desplazamiento del talento humano tradicional dependiendo del grado de automatización del sistema, destacando el protocolo de comunicación y las conexiones existentes para que el proceso se efectúe con fluidez y compatibilidad que dependerán del modo que ejecute la empresa comercializadora proveedora del servicio (IDAE, 2020).

A tal efecto, uno de los recursos a los que la tecnología domótica recurre como energía alternativa para su funcionamiento es la instalación de sistemas solares fotovoltaicos que producen electricidad de origen renovable obtenida directamente de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor, categorizado como energías no contaminantes, energía limpia o energía verde, contribuyendo a la preservación del medio ambiente. Aunado a las ventajas para su instalación, ya que no requiere excesivo mantenimiento ni una extensa instalación para operar, el consumo es de las radiaciones electromagnéticas emitidas por los rayos solares sin consumir combustibles generados por fósiles, es una fuente inagotable de energía sin producir residuos contaminantes (Genera Renovable, 2022).

De igual manera, se destacan las ventajas socioeconómicas para instalaciones masivas con sistematizaciones adaptadas a la realidad del interesado y su vida útil es a largo plazo con un tiempo aproximado de 30 años, resisten condiciones climáticas extremas e instalación en zonas foráneas limitadas por el servicio eléctrico e ir incrementando la potencia mediante la incorporación de nuevos paneles fotovoltaicos. Ahora bien, el módulo de almacenamiento energético no es económicamente competitivo con las industrias generadoras actuales limitando su adquisición e instalación por caracterizarse de alto costo para su fabricación por la población en general (IDAE, 2020).

Situación que no ha afectado la demanda de producción de energía eléctrica renovable apoyado en la construcción de células solares e instalaciones fotovoltaicas por generar, usando tecnología domótica eficiencias energéticas considerables en países como Alemania, Japón, China y Estados Unidos, con una instalación para finales del año 2013 de 140 GW de potencia fotovoltaica, convirtiéndose en la tercera fuente de energía renovable de relevancia, después de hidroeléctrica y eólica.

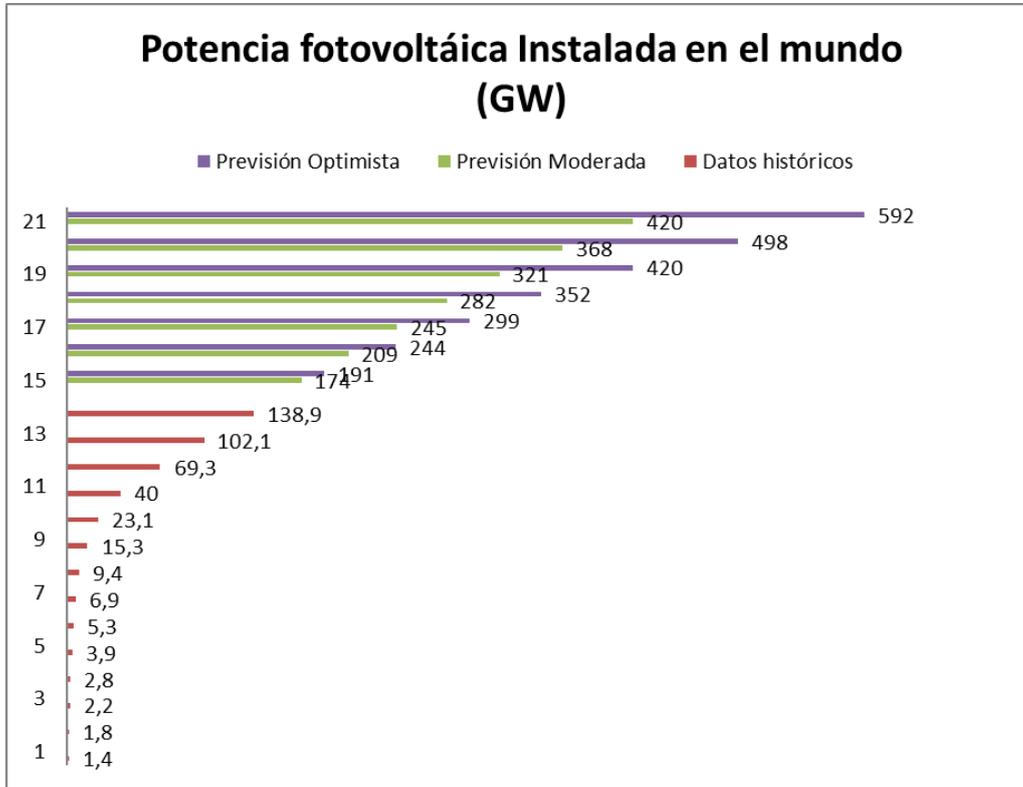
Por consiguiente, un sistema domótico aplicado a la eficiencia energética reduce significativamente el consumo de energía por medio de comercializaciones tradicionales mitigando el alto costo en tarifas de servicio eléctrico, debido a que genera una administración efectiva del uso de luminarias, climatización, reduciendo drásticamente el consumo de energía eléctrica. Además, racionaliza el uso de electrodomésticos suprimiendo el consumo en modo de espera, cumpliendo con las normas de seguridad eléctricas adaptados a las articulaciones nacionales e internacionales, generando cambios en los hábitos sociales contribuyendo con el medio ambiente para contrarrestar el impacto negativo.

Por consiguiente, un sistema domótico aplicado a la eficiencia energética reduce significativamente el consumo de energía por medio de comercializaciones tradicionales mitigando el alto costo en tarifas de servicio eléctrico, debido a que genera una administración efectiva del uso de luminarias, climatización, reduciendo drásticamente el consumo de energía eléctrica. Además, racionaliza el uso de electrodomésticos

suprimiendo el consumo en modo de espera, cumpliendo con las normas de seguridad eléctricas adaptados a las articulaciones nacionales e internacionales, generando cambios en los hábitos sociales contribuyendo con el medio ambiente para contrarrestar el impacto negativo.

Figura 1.

Desarrollo fotovoltaico estimado para el año 2020



Fuente: estimación inferida por instalaciones fotovoltaicas en el periodo 2000-2013. Universidad de San Carlos de Guatemala.

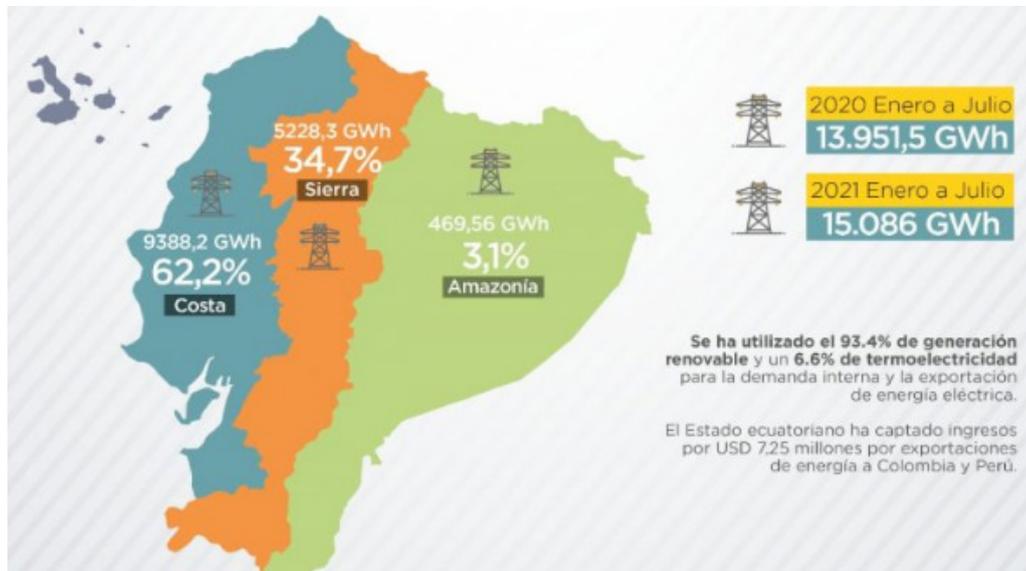
Con la domótica se evidencia un sistema de integración ampliamente accesible para que la población disfrute de un confort en instalaciones y hogares utilizando productos de acceso inteligente e ingenio automatizado como una excelente opción para mitigar el consumo eléctrico tradicional, generando ahorros sostenidos con iluminaciones, calefacciones y control de electrodomésticos sensatos, adaptando el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar, ajustando el nivel requerido en espacios determinados, detectando la presencia de personas, iluminando por sectores sólo cuando es necesario, automatizando el uso eficiente con artefactos de bajo consumo y leds se puede conseguir un ahorro del potencial energético entre un 40% al 70% (Arias y Sarmiento, 2021).

En cuanto al consumo de energía eléctrica en la República del Ecuador, en el año 2000 fue de 7,885 GWh subiendo a 12,196 GWh para el 2014, lo que indica un aumento del 154%; mientras que el consumo promedio por hogar se encuentra en 198.7 kWh (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2016). Mientras que para el año 2021 en el periodo de enero a julio aumentó un 8,13% en relación al mismo periodo del año 2020 generado por la dinámica comercial e industrial. Correspondiendo la mayor cifra registrada a un 62% del consumo general la región Costa, seguida de la Sierra con un 34,7% y la Amazonia con el 3,1% (Figura 2). Así mismo, se registraron excedentes de energía eléctrica en el primer semestre del 2021 exportando

el potencial energético a Colombia y Perú, captando remuneraciones de USD 7,25 millones, procedimiento que se ejecutó con un 93,4% de generación renovable y con un 6,6% de termoelectricidad, evidenciándose que Ecuador se encuentra innovando su producción energética bajo energías no contaminantes (Ministerio de Energías y Minas, 2021).

Figura 2.

Distribución de la demanda eléctrica en Ecuador, periodo 2021



Fuente: Operador de Electricidad CENACE, elaborado por el Ministerio de Energías y Recursos Naturales NO renovables, 2021.

Por consiguiente, se muestra que el Ecuador en el presente se encuentra dentro de la generación renovable de energía eléctrica. Sin embargo, la dinámica del uso de tecnologías domóticas que mitiguen el consumo eléctrico se gesta desde alrededor del año 2005, pues no existían registros de construcciones de edificaciones inteligentes basados en tecnología domótica en los colegios de ingenieros y arquitectos. Sin embargo, existen empresas dedicadas al diseño domótico y comercialización de los productos, aunque para el año mencionado anteriormente (2005), en la República del Ecuador no existía un reglamento en el que se establezca un protocolo o estándares articulados, existiendo únicamente reglamentos u organizaciones dedicados a homologar equipos como la FCC (Federal Communications Commission) o la NBS (National Building Specifications) (Navarrete, 2005).

Así mismo, estaba inmerso el estándar X10 sistematizado hacia la llamada pequeña construcción para las viviendas unifamiliares sin mayor costo de inversión, adaptándose al poder adquisitivo de una familia promedio de clase media. Aunque generar para ese entonces cultura domótica implicaba estrategias que promovieran los beneficios enfocados al ahorro energético y no en diseños de lujos como manifestaba parte de la población ecuatoriana, por desconocer las acciones automáticas ejecutadas enfocadas a disminuir el consumo innecesario de energía eléctrica (Navarrete, 2005).

Ahora bien, ya para el año 2012 existían empresas de integración automatizada y ampliamente accesible para la población en general con sistemas de accesos inteligentes con funciones para controlar automáticamente

diversas acciones en el hogar, ofreciendo además de seguridad y confort, automatización enfocada al consumo energético necesario, gestionando los equipos integrados al sistema desde un dispositivo móvil o tablet con acceso a internet y mediante una aplicación encargada de actuar como enlace entre el usuario y el sistema (Viteri, 2013).

El resultado de la creación de los sistemas enfocados a espacios inteligentes desde un dispositivo ha generado en el país transformaciones sociales enfocadas principalmente a la seguridad y confort, sin embargo, lo que se pretende con el sistema domótico es una gestión eficiente de los equipos electrónicos permanentemente conectados, automatizando los encendidos y apagados inteligentemente eficientes y configurados según la hora para el aprovechamiento de la iluminación natural. En cuanto a las ciudades donde la tecnología se ha implementado, se puede mencionar según Viteri (2013), en ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca, observándose una evolución en las instalaciones hogareñas apoyadas en protocolos de comunicaciones integrales bajo la automatización inteligente y autosostenible, que a pesar de la vanguardia tecnológica que socialmente se experimenta, muchos de los sistemas son altamente costosos en comparación con el presupuesto promedio del ecuatoriano.

En efecto, en la última década son diversas las empresas que ofrecen la tecnología domótica con versatilidad y velocidad de acción enfocadas al ahorro de dinero beneficiando a la población ecuatoriana, disminuyendo el consumo energético mejorando la eficiencia energética en la nación y consumo consciente del fluido eléctrico. Incluso, el control se realiza a través de comando de voz generando órdenes para controlar el consumo, sincronizándose con los diferentes electrodomésticos administrándolos desde espacios externos, posibilitando la programación personalizada de funciones y aplicaciones necesarias y disminuyendo el costo de facturación en hogares de la nación, cómo se puede mostrar en tabla 1 sobre el consumo eficiente del fluido eléctrico en viviendas de la ciudad de Cuenca (Quesada, 2014). Por lo que la investigación se planteó como objetivo, analizar la tecnología domótica como aplicación de eficiencia energética en Ecuador.

Tabla 1.

Estándares de consumo eficiente de energía eléctrica en las viviendas de Cuenca.

Clasificación de consumo energético de viviendas sin climatización mecánica				
kWh mes ⁻¹	kWh año ⁻¹	kWh m ² año ⁻¹	Consumo	En base a
498,17	5.978,03	81,95	+147.35%	Consumo de viviendas sin ningún criterio de eficiencia (electrodomésticos y luminarias de alto consumo)
104,99	1.259,88	9,78	46% de Reducción	Aplicación de estrategias básicas (sustitución de luminarias y electrodomésticos, aprovechamiento luz natural)

Nota: Comparación efectuada a 6 viviendas en la Ciudad de Cuenca bajo el sistema energético tradicional y bajo un sistema domótico.

Esta perspectiva se apoya en Baquero y Quesada (2016), quienes realizaron un estudio sobre eficiencia energética en el sector residencial de la ciudad de Cuenca en Ecuador, centrándose en el objetivo de determinar

en qué medida se puede reducir el consumo de energía en el sector residencial de la ciudad de Cuenca, manteniendo óptimas condiciones de confort. El estudio se centra en la definición de indicadores de eficiencia energética para la vivienda, mediante la determinación de la demanda de energía y la definición de los factores de mayor consumo, usando un enfoque cualitativo y cuantitativo. Se realizaron encuestas en 280 viviendas del sector residencial de la ciudad de Cuenca. Los resultados fueron analizados y comparados con los estándares nacionales e internacionales de eficiencia, y utilizados como base para la definición de las estrategias de reducción de consumo de energía y la definición de indicadores mínimos de consumo de energía eléctrica, demostrando disminución de consumo al usar otros métodos generadores de energía eléctrica.

En función de lo anterior, el estudio es relevante como aporte documental debido a que muestra que, a través de sistemas de confort basados en confort como aplicaciones de tecnología y diseños bioclimáticos, se sustituyen luminarias y se programa el uso de electrodomésticos, aprovechando luz natural, lo cual reduce el consumo de energía eléctrica en un intervalo del 48% hasta un 70% en comparación a las viviendas sin ningún método de eficiencia energética.

Bajo un criterio similar, Moreno y López (2022) desarrollan una investigación que tiene como objetivo implementar un módulo domótico didáctico para control de acceso, videovigilancia e iluminación para la Escuela Politécnica Nacional en Quito, el cual se realizó debido al alto crecimiento que viene experimentando la domótica en el Ecuador enfocado a la eficiencia energética, bajo la metodología de investigación aplicada y como recursos técnicos la plataforma Arduino, basada en un microcontrolador de hardware y software libre; módulos WIFI, para poder conectarse y poder realizar cualquier acción de control desde cualquier dispositivo que tenga conexión a internet; un sistema de control de acceso, videovigilancia e iluminación con cerradura inteligente de cinco funciones de acceso. En el caso de iluminación se tiene lámparas inteligentes, lámparas halógenas, interruptores. Finalmente, para videovigilancia se utilizó una cámara WIFI y la cámara del asistente virtual Echo Show 5 de Alexa. Probando que el uso eficiente de un sistema domótico genera ahorro energético con el uso programado de sistemas de iluminación y control de ingresos.

Por lo que, para desarrollar sistemas domóticos, la República del Ecuador se fundamenta bajo la normativa reguladora del gobierno de España sobre las infraestructuras comunes de telecomunicaciones, para el acceso a los servicios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, teniendo como objeto garantizar el derecho de los ciudadanos a acceder a las diferentes ofertas de nuevos servicios de telecomunicaciones, eliminando los obstáculos que les impidan poder contratar libremente los servicios de telecomunicaciones que deseen, así como garantizar una competencia efectiva entre los operadores, asegurando la disposición de igualdad de oportunidades para hacer llegar sus servicios hasta las viviendas de sus clientes y normado en el decreto 401/2003 (Boletín Oficial del Estado [BOE], 2003).

Articulados a su vez, en apartados que engloban desde el ámbito de aplicación, normativa técnica aplicable, obligaciones y facultades de los operadores y de la propiedad, y adaptación de instalaciones existentes. Así mismo, el cumplimiento de las empresas instaladoras, aunado a las especificaciones técnicas mínimas de las edificaciones en materia de telecomunicaciones (Ruá y López-Mesa, 2012).

En cuanto a la domótica, se define como una tecnología que puede gestionar inteligentemente sistemas de iluminación, climatización, agua caliente sanitaria y electrodomésticos, aprovechando mejor los recursos naturales, y de esta manera, reducir el consumo eléctrico hasta un 80% (Asociación Española de Domótica [CEDOM], 2008; Hernández y Meza, 2011). Dentro de las prestaciones de este tipo de servicios se encuentran los sistemas de iluminación eficientes que adaptan el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar, la zona de la casa o la presencia de personas, ajustándola a las necesidades de cada momento. También el control automático inteligente de persianas y cortinas de la vivienda, y el control automático del encendido y apagado de todas las luces de la vivienda. Además, funciones como sistemas de regulación de la calefacción, adaptando la temperatura de la vivienda dependiendo de la variación de la temperatura exterior, la hora del día, la zona de la casa o la presencia de personas.

Otro de los servicios aportados por la tecnología domótica es la detección de la apertura y cierre de ventanas, notificando al usuario el estado para activar la climatización. Así como también el control de la puesta en marcha de electrodomésticos, sistematizando su funcionamiento en horarios en los que el precio de la energía es menor y detectando la gestión del consumo. Contribuyendo al monitoreo del consumo energético con gestión personalizada (consumo por franjas horarias, diario, mensual, entre otros) y detectando posibles fallas de los equipos del hogar.

Así pues, las normas y estándares de la domótica, como es muy común en los sistemas, tienen sus reglas para su ejecución, en este caso se deben tomar en cuenta los aspectos que se refieren a la interconexión de los dispositivos, las redes y la automatización y las comunicaciones en lo que se refiere al paso de información, adaptado a los sistemas de cada país, en este caso de la República del Ecuador, la cual se encuentra fundada por el Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL, 2022).

Por consiguiente, la tecnología que nos brindan los sistemas domóticos, tienen el fin de poder crear una red dentro de nuestro hogar, lo que se denomina una red doméstica, con esto lo que se logra es una integración de distintos sistemas que comúnmente se tienen en las viviendas o instalaciones, aunque no se encuentran conectados entre sí, donde el propósito de la interconexión es compartir la información que los dispositivos presenten en el sistema y también los recursos (Ruá y López, 2012). En cuanto a la creación de redes domésticas pretende integrar tres tipos de tecnologías que se detallan a continuación:

- Interconexión de dispositivos: este tipo de tecnologías tienen como principal objetivo conectar dos o más dispositivos para permitir el paso de información, para lograr conectar los equipos que queramos integrar no es necesario hacerlo mediante cables, ya que esta tecnología soporta la conectividad inalámbrica. La característica que define esta tecnología, es que cuando se usan las conexiones cableadas, ya sea mediante FireWire o USB, se definen mediante una topología de red tipo estrella o árbol, teniendo la necesidad de construir una arquitectura centralizada, comúnmente como controlador se puede usar un computador, donde se recopilará toda la información recibida.
- Redes de Control y Automatización: esta tecnología está encargada del paso de información mediante

pequeños paquetes de datos, lo que realiza esta es recoger la información acerca de los dispositivos, y la transmite por el sistema. En un principio lo que más se manejaba eran los estándares y protocolos que tienen como propósito la integración de sistemas inmóticos, esto es domótica para edificios y para empresas, estos sirven para la implementación de redes de control y automatización, en su mayoría el uso de estos estaba instalado en edificios de oficinas, hoteles, edificios de atención de transportes, entre otros.

Para la implementación de esta tecnología en los hogares se encontró soluciones para la transmisión de los datos por paquetes mediante las líneas eléctricas, logrando con esto reducir costes al no tener que crear nuevas instalaciones para los cables que conecten los dispositivos. El internet puede ser usado como una solución a nivel doméstico para el paso de información, ya que anteriormente este tipo de tecnologías era usado más en entornos más grandes y orientados a la industria.

- Redes de Datos: el objetivo de esta tecnología es el paso de la información mediante redes, la construcción física de estas depende mucho de que equipos se deseen usar y el espacio que se va a manejar para que los equipos estén conectados. La implementación para la transmisión de datos puede realizarse de varias maneras, si se desea el paso de la información mediante las redes de área local cableadas, esto nos ayudaría a conectar todos los dispositivos con cables estructurados y tiene una gran flexibilidad otra opción que usa cableado, es una iniciativa llamada HomePNA, que usa las redes telefónicas para el paso de información. Otra opción es la del paso mediante WiFi (Wireless Fidelity) que no incluye cables, el número de usuario y el alcance en radio son los parámetros que nos determinan la velocidad del paso de datos al momento de usar esta tecnología para conectar los equipos en red.

Ahora bien, los estándares domóticos, son documentos e indicaciones de carácter técnico que cumplen con características que incluyen especificaciones para aplicar al momento de construir un sistema domótico, estos son de aplicación voluntaria y se elaboran mediante consensos que incluyen todas las partes interesadas como fabricantes, usuarios y administradores. Se basan en resultados obtenidos por las experiencias en la implantación, viendo el desarrollo que se ha obtenido. Para la construcción de sistemas domóticos existen estándares propietarios o cerrados y abiertos. Siendo los más usados el FireWiew, el Bluetooth, la USB e Irda (Arias y Sarmiento, 2021).

La creación de estándares y normativas ha sido posible gracias al crecimiento de los sistemas domóticos a nivel mundial, esto implica que esto se deba regir a las asociaciones creadas por la integración de las empresas que producen equipos para integrarlos en sistemas domóticos, ya que son las que disponen las normas estándar para la implementación de estos. Se debe tener en cuenta que para el diseño e implementación de los sistemas de domótica las normas que se aplican en este caso son de tipo técnico, es decir, se debe tener en cuenta las guías y parámetros establecidos, estas además son de carácter voluntario, está basado en las experiencias de las entidades que aportan y también toman en cuenta la evolución tecnológica, las partes creadoras de estos deben estar de acuerdo en los temas integrados, y como resultado se tiene un documento técnico que debe ser libre de acceso al público, para poder permitir aportes y seguir desarrollando (Hernández y Meza, 2011).

Centrándonos en el tema de normas para domótica, estas deben contribuir al desarrollo de la creación para sistemas de este tipo, considerando elementos como dispositivos electrónicos para el hogar a nivel de casas y edificios, también deben estar basados en las normas que dictamina la sociedad de la información. El punto principal en este tema es poder crear una integración entre aplicaciones y equipos en entornos domésticos, con el fin de tener un control y gestión general del sitio donde ha sido instalado. A nivel internacional, se conoce la asociación que está vinculada con la estandarización de dispositivos electrónicos que es la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos por sus siglas en inglés, (The Institute of Electrical and Electronics Engineers), esta está encargada de crear normas de los equipos electrónicos que se integran en cualquier clase de sistema, que tenga relación con áreas técnicas y que use cualquier dispositivo de este tipo. En cuanto a asociaciones relacionadas con la domótica, existen asociaciones en la unión europea como la CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica), que ha organizado foros para la creación de estándares y normas.

En España se encuentra CEDOM (Asociación Española de Domótica), que tienen en sus miembros productores domóticos, fabricantes de arquitecturas y sistemas, y los encargados de las instalaciones de estos sistemas y gente para la capacitación y educación con respecto a este tema. Estas son las asociaciones más grandes que hay actualmente. Para tener una idea de la situación a nivel local, podemos observar que en los últimos años la tecnología que ha ido creciendo en el país ha sido relacionada en términos generales con la “tecnología abierta”, razones relacionadas con los costos, o las mejoras que se pueden realizar son las que se han tomado en cuenta; se puede ver en entidades de gobierno el auge que ha tenido este tema. La domótica en nuestro medio también es parte de esta tendencia. Las normas y estándares más usados o sugeridos son precisamente los que son abiertos precisamente por la capacidad de expansión y desarrollo que se puede obtener. Si hablamos de los estándares más usados a nivel mundial que tengan esta característica, a los tres que se les tiene más en cuenta debido a su crecimiento y desarrollo son Lonworks, X10 y ZigBee, que al seguir en expansión y ser más dinámicos, son los que se ofertan en nuestro medio.

Otro factor que se toma en cuenta en las ofertas que se realizan en el mercado son los costos, por lo que tener una arquitectura descentralizada sería importante para poder reducir los precios al momento de adquirir los equipos. Es por eso que es más factible trabajar con estos. Es importante considerar que para escoger un estándar, este pueda encajar en los aspectos considerados más importantes para los usuarios en nuestro medio, como se ha mencionado la mayor demanda está en que los sistemas domóticos tengan las características de ahorro de energía y seguridad, si bien, todos los estándares son capaces de soportar estos servicios, se debe tomar en cuenta al momento de la implementación de estos, cuál será el más conveniente una vez analizados todos los aspectos que el cliente necesita. Se debe considerar también como se manejará la información, es por eso que los estándares abiertos son muy importantes, ya que nos permiten una mejor adaptación de los equipos al sistema, en los mencionados anteriormente se puede manejar este tema del paso de órdenes tanto por cables como inalámbricamente. Para este aspecto es importante saber que, si por ejemplo, se usa la tecnología Wireless, se debe tener puntos para los accesos y el control (Hernández y Meza, 2011).

Para la recaudación bibliográfica se instó por el diseño metodológico documental, debido a que enfatiza criterios apoyados en la revisión de artículos científicos, investigaciones, repositorios web y así recopilar bases teóricas, autores y documentos literarios relacionados con el tema a estudiar (Chávez, 1994), intencionado en conocer un problema del cual existen ideas vagamente relacionadas (Hernández et al., 2014). Así mismo, permite discernir sobre las fuentes bibliográficas primarias y secundarias, permitiendo efectuar análisis interpretativos que aporten información innovadora y relevante por medio de la elaboración de consultas a través de documentos, libros, publicaciones periódicas, estadísticas y revisiones exhaustivas una vez delimitado el tema a estudiar (Arias, 1999).

RESULTADOS

La República del Ecuador fundamenta sus políticas públicas en defensa de la naturaleza, garantizando el desarrollo sustentable y la preservación del medio ambiente y los recursos naturales. Bajo este precepto, es importante resaltar la consolidación de producción de energía eléctrica a través de fuentes no convencionales ejecutando proyectos que potencien estrategias sostenibles en el campo social usando como generadores de energía recursos renovables como biomasa, fuente eólica, geotérmica y solar MINTEL (2022). Incluso, a través del balance nacional de energía eléctrica perteneciente a los años móviles en el periodo de enero a junio, se muestra el ahorro energético y la eficiencia energética usando energías alternativas tanto para consumo residencial, como potencia de importación (Figura 3), evidenciándose la gestación de medidas enfocadas al cuidado del medio ambiente.

Figura 3.

Consumo energético eléctrico del Ecuador periodo enero – junio 2022.

Energía Eléctrica	Potencia Instalada en Generación				Producción e Importaciones				Entregada a Servicio Público	
	Potencia Nominal		Potencia Efectiva		Total		Solo S.N.I.		GWh	%
	MW	%	MW	%	GWh	%	GWh	%		
Nacional (Renovable + No Renovable)	8.786,83	100,00%	8.152,75	100,00%	32.961,58	100,00%	28.967,00	100,00%	26.843,96	100,00%
Renovable	5.357,72	60,97%	5.313,23	65,17%	25.762,91	78,16%	25.742,94	88,87%	23.974,13	89,31%
Hidráulica 	5.155,30	58,67%	5.120,71	62,81%	25.252,92	76,61%	25.239,32	87,13%	23.694,35	88,27%
Eólica 	21,15	0,24%	21,15	0,26%	57,78	0,18%	55,64	0,19%	56,76	0,21%
Fotovoltaica 	28,65	0,33%	27,76	0,34%	37,31	0,11%	33,09	0,11%	36,34	0,14%
Biomasa 	144,30	1,64%	136,40	1,67%	375,07	1,14%	375,07	1,29%	147,00	0,55%
Biogas 	8,32	0,09%	7,20	0,09%	39,82	0,12%	39,82	0,14%	39,68	0,15%
No Renovable	3.429,11	39,03%	2.839,52	34,83%	6.810,16	20,66%	2.835,55	9,79%	2.481,32	9,24%
MCI 	2.023,64	23,03%	1.617,47	19,84%	4.582,67	13,90%	949,58	3,28%	717,07	2,67%
Turbogas 	943,85	10,74%	790,55	9,70%	908,28	2,76%	581,48	2,01%	562,36	2,09%
Turbovapor 	461,63	5,25%	431,50	5,29%	1.319,21	4,00%	1.304,48	4,50%	1.201,88	4,48%

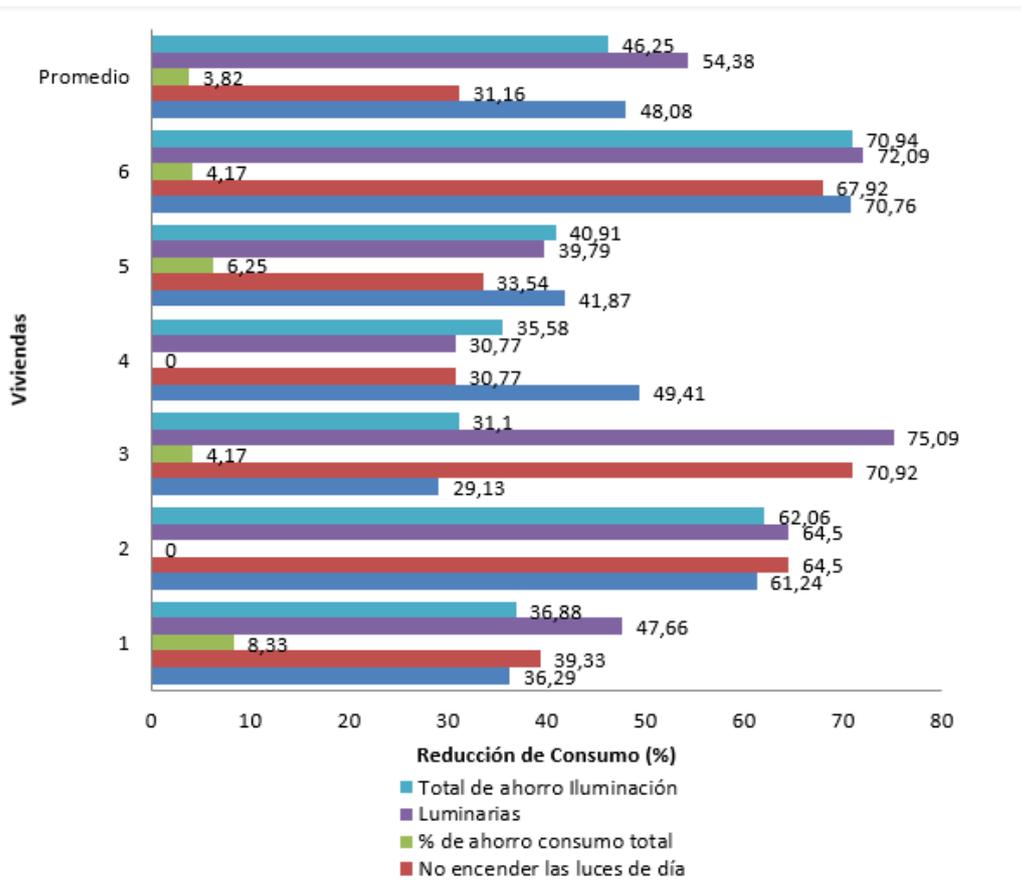
Nota: Balance Nacional de Energía Eléctrica del Ecuador (BNEE, 2022). Gobierno de la República del Ecuador.

Ahora bien, estas medidas tienen como base la domótica con tecnologías programables que administran los recursos eléctricos de muchas instalaciones, edificaciones y hogares, incrementando la eficiencia energética y disminuyendo el consumo por medio del control y automatización inteligente. Esto beneficia la reducción en tarifas, aportando confort, comunicación y seguridad; además, gestiona eficientemente el uso de la energía, favoreciendo el ahorro del agua, electricidad y combustible, así como la reducción de daños medioambientales (Moreno y López, 2022).

Estos sistemas son cada vez más habituales proporcionando numerosos beneficios, sin embargo, el principal se enfoca hacia la eficiencia energética por mitigar el consumo de la energía de un 30% a un 70% (Baquero y Quesada, 2016). Situación reflejada en la ciudad de Cuenca, donde con estrategias básicas basadas en tecnología domótica resultó un ahorro del 31.1 al 70.94%, estableciéndose un promedio de 46.25% de ahorro total con medidas apoyadas en un sistema domótico, llegando a un indicador de 9.92 kWh m⁻² año⁻¹ como el mínimo al que se puede reducir el consumo eléctrico en la ciudad, equivalente a un consumo mensual promedio de 104.99 kWh (Figura 4). Experiencia que puede ampliarse hacia otras ciudades de la nación contribuyendo con la eficiencia energética ecuatoriana.

Figura 4.

Ahorro energético eléctrico usando medidas básicas apoyadas en la domótica.



Nota: Porcentaje de ahorro logrado en la ciudad de Cuenca.

DISCUSIÓN

La domótica genera un beneficio como aplicación a la eficiencia energética apoyado en las diversas fuentes de generación eléctrica, donde la República de Ecuador actualmente produce de manera tradicional el 53,86% de la energía eléctrica consumida en el país (BNEE, 2022). Sin embargo, cuenta con condiciones geográficas climáticas donde prevalecen altas radiaciones solares, y dependiendo de la zonificación, la temperatura puede oscilar entre 23°C y 36°C con excelente recurso solar que según pronóstico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022) se prevén radiaciones en un rango de UV5-12. Así mismo, cuenta con centrales eólicas que producen unos 16,5 MW de energía limpia que no contamina y es inagotable.

En consecuencia, el implemento de energías alternativas para generar eficiencia energética contribuye con la preservación de los recursos naturales, apegada a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE, 2019) en el artículo 395, numeral 1, y a la Constitución Nacional en su artículo 19 número 8 indicando el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, ratificando que es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.

Por otro lado, la nación cuenta con sistemas de redes que permitan conexión en tiempo real, permitiendo que la tecnología domótica pueda aplicarse como eficiencia energética por tener las condiciones necesarias para su instalación (Moreno y López, 2022). Sin embargo, el costo de los equipos se encuentra dentro del alcance de la familia promedio clase media alta por lo que dificulta la adquisición de un sistema domótico para la población general ecuatoriana (Quesada, 2014). No obstante, en la actualidad sociotecnológica evolutiva constante, ciudades como Cuenca han mitigado el consumo de energía eléctrica optando por sistematizaciones apoyadas en la domótica como medio de eficiencia energética disminuyendo el consumo en viviendas en un rango de 30% a 70% dependiendo del sistema implementado (Baquero y Quesada, 2016).

Por lo que, en el 2022, Ecuador a través de empresas extranjeras se ha enfocado en ofrecer soluciones a servicios con dinámicas de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones que garanticen el derecho de los ciudadanos a servicios innovadores de telecomunicaciones, permitiendo una competencia efectiva entre los operadores, asegurando la disposición de igualdad de oportunidades para hacer llegar sus servicios hasta las viviendas de sus clientes (BOE, 2003). Situación que contribuye a la adquisición de sistemas que permitan la eficiencia energética a la población en general del país, en especial a aquellas zonas aledañas donde el servicio eléctrico es deficiente e inoperativo.

CONCLUSIONES

La influencia mayor en el consumo y eficiencia energética en el ámbito doméstico debe proceder de los hábitos de la población ecuatoriana, por lo que se debe impulsar la cultura de consumo eficiente a través de soluciones tecnológicas enfocado al ahorro de la energía eléctrica con controles sistematizados para la iluminación, calefacción y uso sensato de electrodomésticos.

La domótica es una decisión aplicada como eficiencia energética respecto al sistema instalado constructivo sin necesidad de nuevas instalaciones para su funcionamiento debido a que se apoya en las existentes bajo sistemas programables apoyada en telecomunicaciones de control y supervisión generando beneficios en ahorros sostenidos de un 30 a un 70%. Además, genera beneficios en estructuras domésticas (casas y edificios), industriales y aquellas edificadas en espacios abiertos que necesiten control energético eficiente de alumbrados funcionales como requisito mínimo.

Si se aplican estrategias domóticas básicas al ahorro energético, como es la sustitución de electrodomésticos y luminarias por equipos eficientes, y si se aprovecha la iluminación natural durante el horario donde las radiaciones solares sean más fuertes, se puede lograr un ahorro promedio de 46% en el consumo eléctrico total, lo que correspondería a un indicador de $9.78 \text{ kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. No obstante, se estima que pudiera disminuir

al 70% del consumo si el sistema domótico instalado incluye el control de electrodomésticos y sistema de calefacción.

El factor económico puede resultar muy influyente al momento de aplicar estrategias de ahorro energético en la República del Ecuador, debido a que gran parte de la población lo considere inapropiado por el costo que se requiere para beneficiarse del servicio y el mantenimiento.

Es importante que el Ecuador implemente un sistema de calificación energética de viviendas además de continuar con la concientización e información sobre buenos hábitos de consumo energético, con el fin de reducir el consumo del sector residencial.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para la aplicación de la tecnología domótica la utilización de energía renovable, y además para proyectos de vivienda nueva o rehabilitación, debe exigirse la aplicación de los conceptos de diseño bioclimático.

Dado que los sistemas domóticos necesitan wifi o conexiones en redes para funcionar, se debe tener buena cobertura de internet con la intención de que el sistema sea operativo y eficaz y así configurarse u operarse sin contratiempo desde cualquier dispositivo móvil.

En países como España, Argentina y Chile se tienen tarifas diferenciadas por horarios, para lo que se aplica la instalación de medidores inteligentes, esta es una estrategia importante que se recomienda aplicar en la nación ecuatoriana.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es resultado de los procesos realizados dentro del proyecto de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas titulado “Desarrollo metodológico para la eficiencia energética en centro de datos”.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Asociación Española de Domótica (2008). *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda. Gane en confort y seguridad*. Asociación Española de Domótica e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. España: AENOR Ediciones. http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11187_domotica_en_su_vivienda_08_3d3614fe.pdf, pp.28.
- Arias, F. (1999). *El proyecto de investigación. Guía para su elaboración*. 3era Edición. Episteme.
- Arias, G. y Sarmiento, C. (2021). *Aplicación de la domótica como estrategia de conservación preventiva en espacios interiores patrimoniales. Rediseño del Teatro Casa de la Cultura de la ciudad de Cuenca*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10977>

- Balance Nacional de Energía Eléctrica del Ecuador (BNEE, 2022). *Consumo energético eléctrico del Ecuador periodo enero – junio 2022*. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/balance-nacional-de-energia-electrica/>
- Boletín Oficial del Estado (BOE, 2003). Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de Telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. 115, 18459-18502. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2003/04/04/401>
- Baquero, M. y Quesada, F. (2016). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. MASKANA, 7(2), 147–165.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016). Informe Nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República del Ecuador. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40474/1/S1600584_es.pdf
- Chávez, C. (1994). *Introducción a la investigación educativa*. El Cid Editor.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (s.f.). División de Desarrollo sostenible. <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/>
- Echazarreta, M. (2021). *Tecnología en el hogar: los avances que debes saber para incluirlos en tu casa*. https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5024761/tecnologia-en-el-hogar-los-avances-que-debes-saber-para-incluirlos-en-tu-casa
- Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA, 2021). La domótica y el ahorro de energía. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/consejos-de-ahorro/domotica-ahorro-energia>
- Genera Renovables (2022). Sistemas de Paneles Solares en Ecuador. Genera Renovables. https://generarenovables.com/paneles-solares/?gclid=CjwKCAiAJoeRBhAJEiwAYY3nDE4hC8yORpZOg_gQ_knG3TKRVN8PghwRRJSssa30Lte_YI7vrV9opmhoCejgQAvD_BwE
- Hernández, H. y Meza, L. (2011). Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia energética para viviendas en Chile. *Revista de la Construcción*, 10(1), 53-63.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.).
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [@inamhi], (2022, 13 de septiembre). Pronóstico del índice máximoderadiaciónultravioleta[Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/inamhi/status/1569433311872950272>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2020). *Guía técnica de eficiencia energética en iluminación*. Madrid: IDAE-CEI Imprenta.
- Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (19 de marzo de 2019). <https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Ley-Eficiencia-Energe%CC%81tica.pdf>
- Martín, H. y Sáez, F. (2006). *Domótica: un enfoque sociotécnico*. Madrid: Fundación Rogelio Segovia.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2014). *Calificación energética de viviendas*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. <http://calificacionenergetica.minvu.cl/>
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2015). *Certificación de eficiencia energética de los edificios*. Ministerio de Industria Energía y Turismo de España. <http://www.minetur.gob.es/>
- Ministerio de Energías y Minas (2021). La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13%. [https://www.rekursyenergia.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/#:~:text=Quito%20D.M.%2C%2022%20de%20agosto%20de%202021&text=De%20acuerdo%20con%20la%20informaci%C3%B3n,gigavatios%20%E2%80%93%20hora%20\(GWh\)](https://www.rekursyenergia.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/#:~:text=Quito%20D.M.%2C%2022%20de%20agosto%20de%202021&text=De%20acuerdo%20con%20la%20informaci%C3%B3n,gigavatios%20%E2%80%93%20hora%20(GWh))
- Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador (2022). Plan de Servicio Universal 2022-2025. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2022/07/ACUERDO-No.-MINTEL-MINTEL-2022-014.pdf>
- Moreno, C. y López, A. (2022). Implementación de un módulo domótico didáctico para control de acceso, videovigilancia e iluminación para el LTI-ESFOT [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22194>
- Navarrete, J. (2005). Análisis de los sistemas de comunicación utilizados para la implementación de las aplicaciones de la domótica [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5042>
- Quesada, F. (2014). Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Hábitat Sustentable*, 4(1), 56-67.

- Ruá, M. y López, B. (2012). Certificación energética de edificios en España y sus implicaciones económicas. *Informes de La Construcción*, 64(527), 307-318.
- Sarmiento, J. (2011). Análisis de factibilidad técnica y económica de la implementación de energía fotovoltaica y termosolar para generación de electricidad y calentamiento de agua mediante paneles fijos y un seguidor de sol de construcción casera, para vivienda unifamiliar [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/681>
- Viteri, F. (2013). Diseño de un modelo estándar de domótica para hogares digitales basado en la tecnología INSTEON [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10104/TESIS-PUCE-Viteri%20Paz%20Fernando.pdf?sequence=1>

Autores

Arroyo Baquerizo, Robinson Eugenio

Ingeniero Mecánico

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas

robinzon.arroyo.baquerizo@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7931-6101>

Angulo Acunso, Juan

Ingeniero Mecánico

Flota Petrolera Ecuatoriana (FLOPEC)

acunzo_26_10@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4110-8678>