

Diseño de arquitectura tecnológica de ciudadela inteligente Tecnipetrol, basado en industria 4.0 en Esmeraldas-Ecuador



Jefferson D. Lozada¹, Alex D. Bautista²

¹Maestría en Industria 4.0, Universidad Internacional de la Rioja,
Av. de la Paz, 137, 26006 Logroño, La Rioja, España

²Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación, Instituto Superior
Tecnológico Luis Tello, Propicia 1, frente a la cancha forestal, Esmeraldas, Ecuador

¹jdlozada1@gmail.com, ²alex.baes1310@gmail.com

RESUMEN

La transformación digital en todos los lugares del mundo direcciona a visualizar el futuro de las ciudadelas inteligentes cada vez más cerca, la conexión de lo que actualmente se realiza de forma manual y la automatización de estos procesos, darán como resultado el control, monitoreo y conocimiento de lo que está pasando y podría suceder en el entorno cotidiano. El objetivo del trabajo de investigación es plantear un diseño de arquitectura tecnológica que establezca un modelo para ciudadelas inteligentes en la ciudad de Esmeraldas, a través de las tecnologías del IoT, Machine Learning y Energías Renovables, amigables con el medio ambiente, para disminuir el consumo energético de fuentes de generación de combustibles fósiles, además, el uso de sensores inteligentes, actuadores, paneles solares, que facilitan hoy en día automatizar cualquier actividad diaria del ser humano. Todo esto se respalda en una encuesta realizada en dos ciudadelas.

Palabras Clave: Arquitectura tecnológica, industria 4.0, ciudadelas inteligentes, IoT, Machine Learning, energías renovables, sensores, actuadores.

Abstract: The digital transformation in all parts of the world directs to visualize the future of smart cities closer and closer, the connection of what is currently done manually and the automation of these processes will result in control, monitoring and knowledge of what is happening and could happen in the everyday environment. The objective of the research work is to propose a technological architecture design that establishes a model for smart citadels in the city of Esmeraldas, through the technologies of the IoT, Machine Learning and Renewable Energies, friendly to the environment, to reduce consumption energy from fossil fuel generation sources, in addition, the use of intelligent sensors, actuators, solar panels, which nowadays facilitate the automation of any daily human activity. All this is supported by a survey carried out in two citadels.

Introducción

En la investigación se describe el diseño de arquitectura tecnológica de ciudadela inteligente, como un reto por alcanzar en las ciudadelas convencionales dentro del campo de transformación digital, partiendo de la necesidad de tener una sociedad interconectada, que busca optimizar recursos.

Los factores característicos de este tipo de ciudadela inteligente son el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), el Big Data, la Domótica, el Ahorro Energético y el Cloud Computing que permiten establecer un mecanismo de análisis y procesamiento masivo de datos e información para establecer un modelo de ciudadela inteligente adaptado a las realidades de la ciudad de Esmeraldas. (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero , 2018)

Para iniciar esta investigación es necesario mencionar las causas que llevaron a realizarlo, una de ellas es afrontar los cambios tecnológicos, que son una realidad del mundo con la cuarta revolución industrial en el campo de las ciudades inteligentes, otra razón es mejorar los procesos manuales, donde todo esté conectado, y además, compuesto de sistemas integrados en funcionamiento donde podemos mencionar el uso del Big Data para el análisis y procesamiento de los datos de los habitantes, y a través de éstos realizar aplicaciones enfocadas a optimizar el consumo energético con la finalidad de automatizar las viviendas mediante el IoT.

En el marco de las ciudadelas inteligentes esta investigación se basó en establecer un diseño de arquitectura tecnológica fundamentado en la industria 4.0, teniendo como base modelos actuales de ciudades inteligentes como por ejemplo el propuesto por la Unión Europea FIWARE y la multinacional de telecomunicaciones Telefónica, de donde se tomaron algunas de sus características y tecnologías para ser plasmados y adecuados a lo que estableció en este proyecto como punto alcanzable y adaptable que es interconectar a los usuarios en una zona habitada y de tamaño menor a una ciudad. Este diseño será el punto de partida para en una posterior etapa y con la experiencia adquirida realizar un diseño de una ciudad inteligente en la ciudad de Esmeraldas, a partir de este modelo



obtenido como una referencia en la parte tecnológica, sistemas, sensores y actuadores.

Esta investigación está compuesta de varias fases, en la sección dos de fundamento teórico se revisará los habilitadores digitales seleccionados de acuerdo con la realidad de las ciudadelas inteligentes que son la base científica fundamental para la realización de la propuesta de diseño que se plantea. En la parte tres, denominada metodología se aborda el método utilizado para el desarrollo del proyecto partiendo del análisis de la encuesta de consumo energético y de conocimiento de tecnologías realizada de acuerdo al contexto de la ciudad, además de los puntos de vista y el esquema de la arquitectura tecnológica de la propuesta. En la cuarta parte, llamada discusión se presenta el análisis de los resultados de consumo energético de las ciudadelas Tecnipetrol y Nueva Concordia y para finalizar las conclusiones de la investigación realizada.

Fundamento teórico

Antes de comenzar con la propuesta, es necesario indicar cuál es el punto de partida de las tecnologías base y conceptos que se emplearon para realizar la arquitectura del diseño de ciudadela inteligente. Para esto se identificó las soluciones que se emplean en la actualidad que permiten resolver los tipos de casos similares al planteado en la investigación. El objetivo principal de este trabajo no es explicar detalladamente cómo funcionan las ciudadelas inteligentes y cada una de las tecnologías aplicadas o afines al caso sino más bien brindar un breve panorama de los conceptos más importantes y una arquitectura modelo.

Ciudades inteligentes

Dados los diversos contextos de realidades ciudadanas encaminadas en el cambio de transformación digital, podemos encontrar varias definiciones de ciudad inteligente:

Es aquella que ubica a los habitantes como el eje del desarrollo, concentra tecnologías de la información y comunicación en la gestión urbana y las usa como herramientas para obtener un gobierno eficiente que encierre procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al motivar un desarrollo integrado y sostenible permite que las Ciudades Inteligentes se vuelvan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, con una mejor calidad de vida para las personas. (Bouskela, Casseb, Bassi, De Luca, & Facchina, 2016)

Son espacios que buscan garantizar una mejora en la relación de los ciudadanos y las administraciones vigentes, respaldada en las tecnologías de la actualidad. El gobierno local confía en la interacción con los ciudadanos para gestionar prestación de servicios bajo los criterios de calidad. (Ontiveros, Vizcaíno, & López, 2016)

Si consideramos los ejes y atributo de las ciudades inteligentes debemos considerar que, los desafíos del actual entorno generan la necesidad de transitar en espacios de convivencia y desarrollo que creen el cumplimiento viable de las crecientes exigencias de la ciudadanía, sin tener que ejecutar mayor presión o restringir el eficiente crecimiento económico y bienestar social. (Alvarado López, 2017a)

Estos componentes o atributos de la figura 1 que participan en las ciudades inteligentes no son aislados a nuestro actual entorno, lo que marca la diferencia es que estos no mantienen un mismo enfoque y la base de la planificación para la implementación de ciudades inteligentes, con el uso de las nuevas tecnologías, radica en el desarrollo integral de todas las dimensiones:

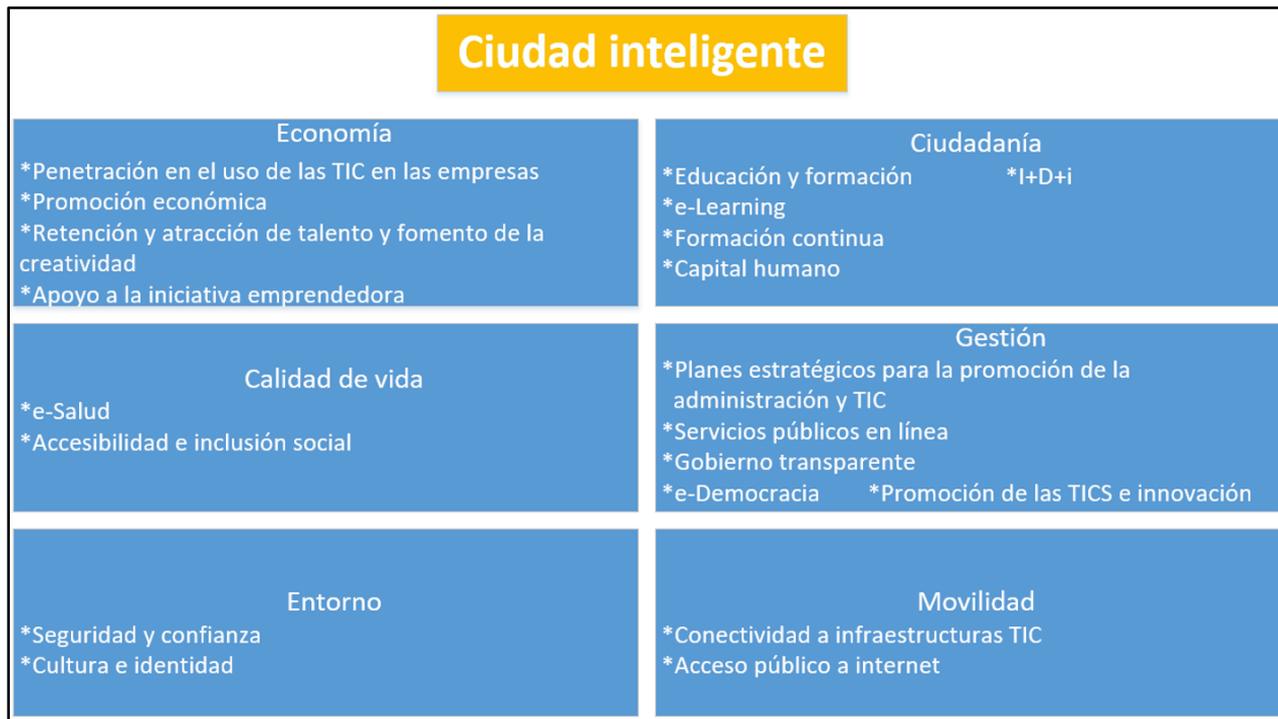


Fig. 1. Ejes de una ciudad inteligente (Alvarado López, 2017b)

Internet de las cosas

Esta frase es una traducción de la expresión en el idioma inglés Internet of Things (IoT), que se refiere a una realidad en la que las cosas más cotidianas están conectadas entre sí y generan información de las actividades realizadas. Esta implementación de herramientas tecnológicas tiene el objetivo de generar una interacción ágil y eficiente que permita día a día transformar nuestra realidad en un mundo completamente digital. (Valois, 2018)

Genera una realidad en el que, la mejora constante de la calidad de vida de las personas es una prioridad, permitiendo una amplia y accesible base de datos en las diferentes áreas de un entorno, desde la educación hasta el transporte público. Adicionalmente será el eje de crecimiento empresarial y productivo que a través de las herramientas tecnológicas permitirá que se puedan ofrecer bienes y servicios de forma personalizada. (Silvestre & Salazar, 2017)

En cuanto a las innovaciones sustentadas en las TICs que en mayor medida contribuyen a dotar de inteligencia a las viviendas de nuestras ciudades, destaca la domótica. (Mateus Cruz, Molina Castañeda, & Jaramillo Benavides, 2018)



Arquitectura de referencia del Internet Industrial

La Industrial Internet Reference Architecture (IIRA) del Consorcio de Internet Industrial documenta el resultado de aplicar el Industrial Internet Architecture Framework (IIAF) a su clase de sistemas de interés: Sistemas industriales de Internet de las cosas. Primero identifica y destaca las más importantes preocupaciones arquitectónicas comúnmente encontradas en los sistemas Industrial Internet of Things (IIoT) en todos los sectores industriales y clasifica en puntos de vista junto con sus respectivos grupos de interés. Luego describe, analiza y, en su caso, proporciona orientación para resolver estas preocupaciones en estos puntos de vista, lo que resulta en una cierta arquitectura abstracta representaciones. (Lin, et al., 2017a)

La IIRA es un modelo que obtiene características, factores y puntos de vistas fundamentales en su marco de arquitectura. Además, presenta su modelo de arquitectura tecnológica el cual se puede observar en la figura 2.

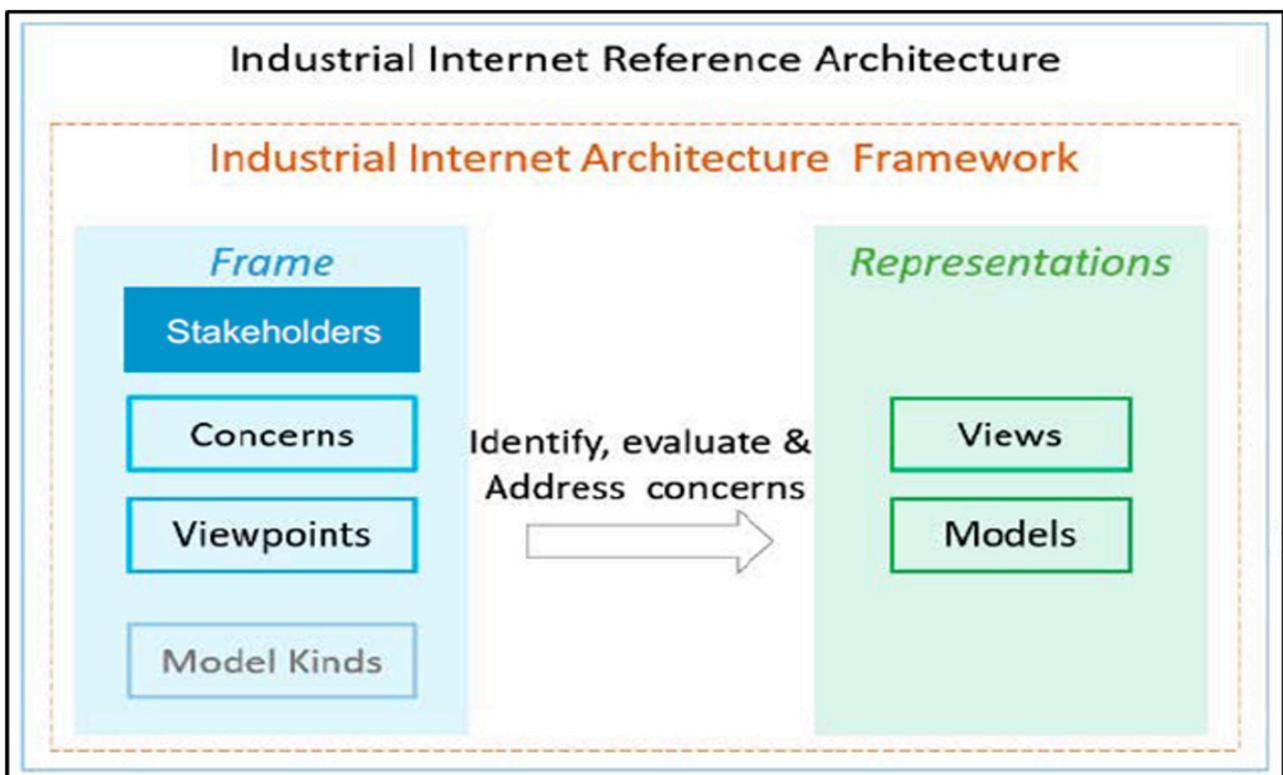


Fig. 2. Internet Industrial Arquitectura de Referencia. (Lin, et al., 2017b)

Big Data

Hace referencia a infinitos datos de los cuales se puede generar valor o definiciones de datos, gracias a esta tecnología, que es totalmente competente, se puede administrar la información de forma ágil y oportuna a partir del análisis de las tendencias de los usuarios, recreando un ambiente totalmente amigable de acuerdo con las preferencias de cada uno. (Benitez, 2017)

Micro Grid Solar

La Micro Grid solar es una tecnología que genera energía a través de paneles solares y permite alimentar sistemas del hogar para un funcionamiento óptimo y de consumo amigable con el medio ambiente. Es el conjunto de pequeñas herramientas, preparadas para realizar el monitoreo, estudio, proceder y emitir la información correspondiente con los demás aspectos que se encuentran interconectados a una misma red. Se puede considerar un luxómetro como dispositivo primordial para medir la luz de una habitación, y entorno a este un sensor; ambas unidades forman parte de un sistema equivalente, que envía información directamente a la red. (Duque & Romero, 2016)

Metodología

La investigación se basó en dos componentes, primero se realizó el levantamiento de información de consumo energético real y conocimiento de las tecnologías aplicadas o afines a la arquitectura plateada en las ciudadelas Tecnipetrol y Nueva Concordia de la ciudad de Esmeraldas. Como segunda parte se estudiaron los modelos de ciudades inteligentes, como fueron el de FIWARE de la Unión Europea y el de la Multinacional Telefónica, los cuales se adaptaron y contextualizaron a las ciudadelas antes mencionadas.

Como método de recopilación de información se aplicó la encuesta, con un formulario de la plataforma de Microsoft Forms que constó de 19 preguntas relacionadas al consumo de energía y de conocimiento de tecnologías actuales, que fue aplicado a dos ciudadelas de la zona sur de la ciudad, Tecnipetrol y Nueva Concordia. Considerando que la encuesta fue elaborada por un representante de cada hogar, y nos permitió obtener datos que representen de manera general el comportamiento de la ciudadela en cuanto al consumo de energía y el conocimiento que poseen de las tecnologías de ahorro energético.

Análisis de encuestas

En el proceso de planificación de esta investigación fue necesario establecer un punto de partida que sustente presentar un diseño de arquitectura tecnológica para la ciudadela inteligente, de tal manera que la mejor opción fue realizar un levantamiento de información sobre el consumo energético a 25 hogares de un total de 45 aproximadamente de cada una de las ciudadelas antes mencionadas, para establecer una comparativa de consumo entre ambas localidades habitacionales e identificar las deficiencias de consumo que se podrían evitar con el uso de las nuevas tecnologías del IOT.

Se obtuvieron los siguientes hallazgos en Tecnipetrol:

- En las 25 viviendas encuestadas la infraestructura es de 2 pisos y en mayor porcentaje habitan de 1 a 3 personas.
- El 71% de las viviendas utilizan los dos tipos de tensión de alimentación de energía 110V y 220V.
- Más del 50% de los hogares utilizan bombillos led, tienen más de 12 puntos de luz y no consideran que exista un consumo inapropiado de energía a través de estos.
- Los electrodomésticos y dispositivos con los que más cuentan las viviendas son televisión, lavadora, microondas, teléfono móvil, computador, teléfono fijo inalámbrico y ducha eléctrica.



- Más del 80% de los hogares utiliza el aire acondicionado como dispositivo de climatización y el uso más frecuente es de 3 a 5 horas diarias.
- Se destaca que los electrodomésticos son considerados por sus dueños como seminuevos en más del 70% y generan un consumo promedio de energía mensual desde UDS 50.
- El 86% de encuestados desconocen sobre las nuevas tecnologías para ahorro energético, sin embargo, la mayoría de los hogares estaría de acuerdo con que la ciudadela implemente estas.
- En todos los hogares consideran importante realizar un consumo de energía amigable con el medio ambiente y no tendrían inconvenientes en ser parte de la adquisición de los dispositivos y tecnologías automatizadas para las viviendas.

Hallazgos en la ciudadela Nueva Concordia:

En relación con Tecnipetrol, de acuerdo a los resultados obtenidos, existen las siguientes variaciones:

- El 67% de las familias cuenta con una vivienda de 2 pisos en la que habitan de 3 a 5 personas.
- Una diferencia importante es que en esta ciudadela si consideran que existe consumo innecesario de energía a través de los puntos de luz.
- Respecto al pago por consumo de energía, con referencia a la ciudadela Tecnipetrol, este va desde USD 70.

Existe un desconocimiento de las tecnologías actuales, que pueden facilitar el control de los dispositivos caseros, también se identificó que aún se usan bombillos incandescentes lo que contribuye al consumo de energía; se pudo identificar además que las casas no disponen de tecnología domótica.

Puntos de vista de arquitectura de referencia para ciudadela inteligente

La arquitectura de referencia de internet industrial (IIRA) (Lin, et al., 2017c) de la ciudadela inteligente Tecnipetrol está basada en los cuatro puntos de vista del Consorcio de Internet Industrial que es parte de la propuesta en el contexto de ciudadela inteligente:

- **Negocio:** Se estableció cuatro personas que intervienen en el control y monitoreo de los sistemas, además se definieron seis objetivos alcanzables de la ciudadela inteligente.

Tabla 1. Parámetros del punto de vista del negocio.

No	Parámetros	Descripción
1	Actores relevantes	Personal operador de la ciudadela, Personal de mantenimiento de ciudadela, operador de la red de energía renovable, Integradores de sistemas, Habitantes.
2	Visión	Obtener una ciudadela conectada e inteligente con control de identificación de los habitantes y que garantice un óptimo consumo energético.
3	Valores	Minimizar el consumo energético, conectar los dispositivos y permitir la autenticación de usuarios. Reducir los pagos promedios de energía invirtiendo en el uso de dispositivos inteligentes. Cumplir las regulaciones de gobierno del uso de energías renovables.
4	Objetivos claves	Disminuir los valores de pagos elevados de energía. Generación y autoabastecimiento de energía renovable. Mejorar la seguridad, así mismo el ingreso y salida de la ciudadela. Disminuir los apagones. Mejorar el uso de los dispositivos y equipos del hogar. Mejorar la iluminación pública de las calles
5	Capacidades fundamentales	Controlar y monitorizar los dispositivos del hogar para optimizar el consumo de energía. Funcionamiento independiente de la red eléctrica renovable. Predicción de recursos de energía para abastecimiento en función de la necesidad de consumo. Funcionamiento inteligente de iluminación pública en ciudadela.

- Uso: Se establecieron tres actividades y cuatro tareas que se realizarán en este sistema, así como el personal encargado.



Tabla 2. Parámetros del punto de vista del uso.

No	Parámetros	Descripción
1	Actividad	Automatización de viviendas con dispositivos IOT. Generación y autoabastecimiento de fuente de energía renovable. Automatización de alumbrado público
2	Parte	Operador de sistema IOT, Controlador Operador de red inteligente de energía, Controlador Operador de sistema de alumbrado público, Controlador
3	Rol	Director de inteligencia Operador de sistema IOT Operador de red inteligente de energía Operador de sistema alumbrado público Controlador
4	Tarea	Director de inteligencia: Prever la disponibilidad del sistema IOT, debe garantizar resiliencia y disponibilidad de dispositivos. Director de inteligencia: Previsión de disponibilidad de la red inteligente. Director de inteligencia: Prever la disponibilidad del sistema de alumbrado. Director de inteligencia: Encargado de crear un plan de operación. Controlador: Validar y ejecutar el plan de operación.

Una vez realizado el cuadro que identifica cada uno de los parámetros del punto de vista de uso de la arquitectura de referencia de la ciudadela Tecnipetrol, lo contextualizamos con el diagrama de uso del sistema inteligente que nos permite identificar de mejor manera su topología en la figura 3.

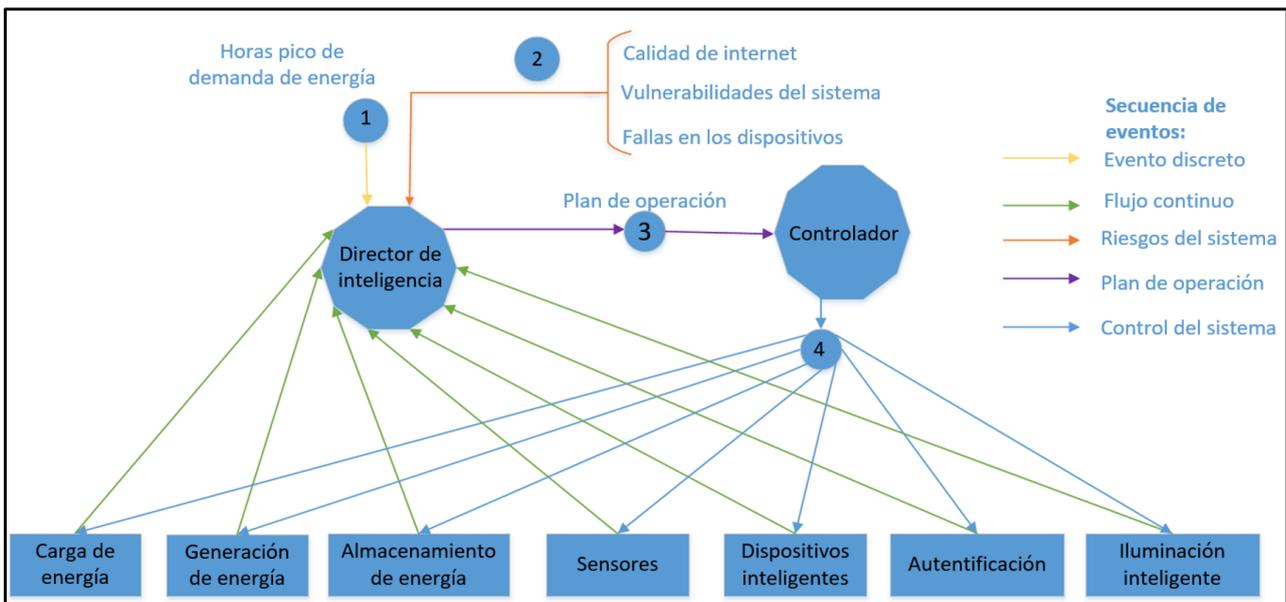


Fig. 3. Diagrama de punto de vista de uso de la IIRA de ciudadela inteligente.

- Funcional:** En cada uno de los dominios funcionales de la figura 4 se expresan los componentes y dispositivos y aplicaciones que integran el sistema de ciudadela inteligente, cada uno de estos componentes son esenciales para el perfecto funcionamiento y procesamiento de datos que permitirán que los diferentes sistemas en conjunto permitan la comunicación fluida de los datos de extremo a extremo desde el negocio hasta los sistemas físicos que son el medio de los habitantes de donde se obtendrán las variables y los datos.

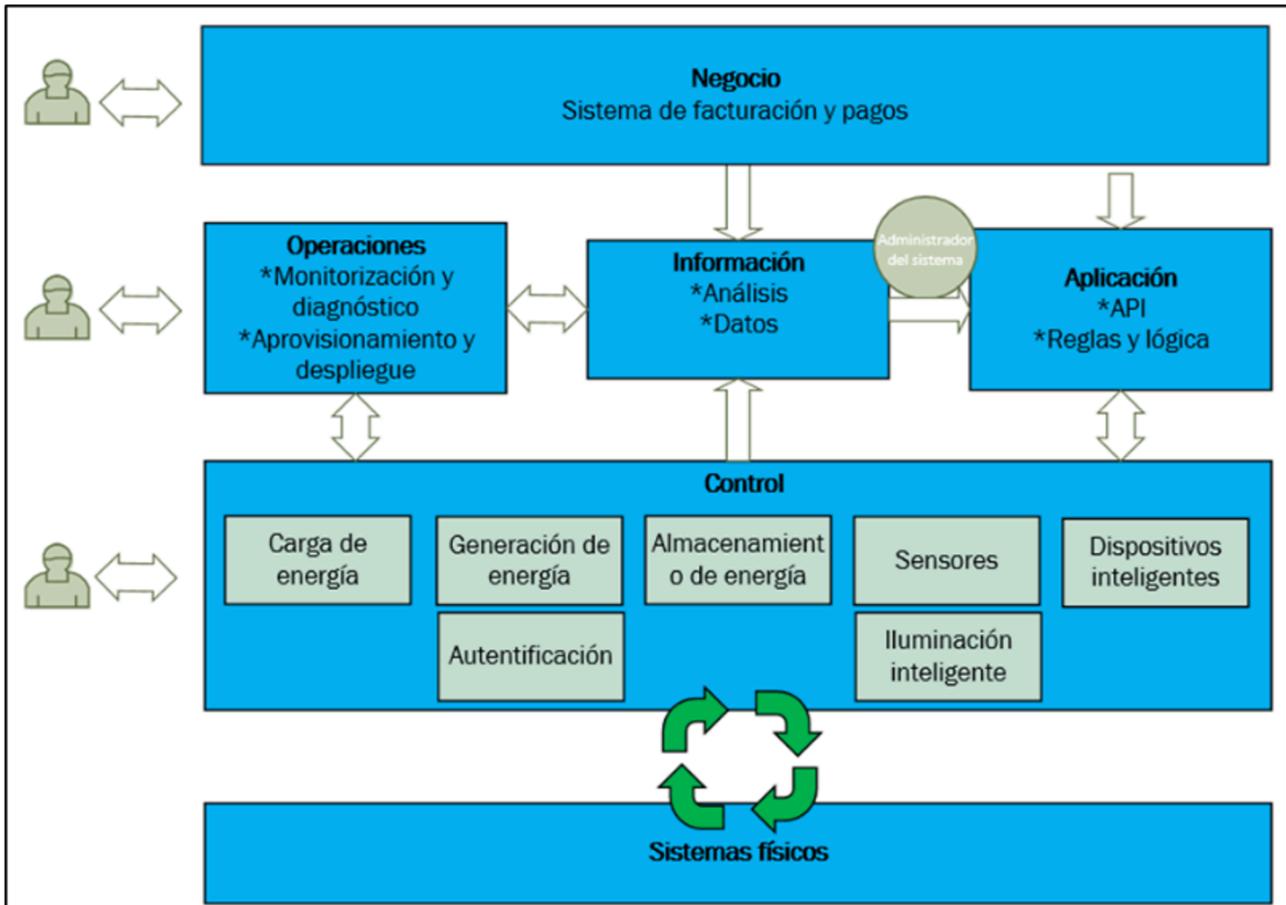


Fig. 4. Diagrama esquemático de punto de vista funcional de la IIRA de ciudadela inteligente.

- Implementación:** En los dispositivos físicos se consideró los sensores y actuadores que son los que reciben y ejecutan las señales, en la plataforma los diferentes componentes que se conectarán con los servicios para ejecutar acciones y tomar decisiones. Por último, en la capa de aplicación la interfaz que se relaciona directamente con el usuario para ejecutar y monitorizar acciones del negocio o el hogar. En la figura 5 se puede observar el diagrama de implementación de una ciudadela inteligente.

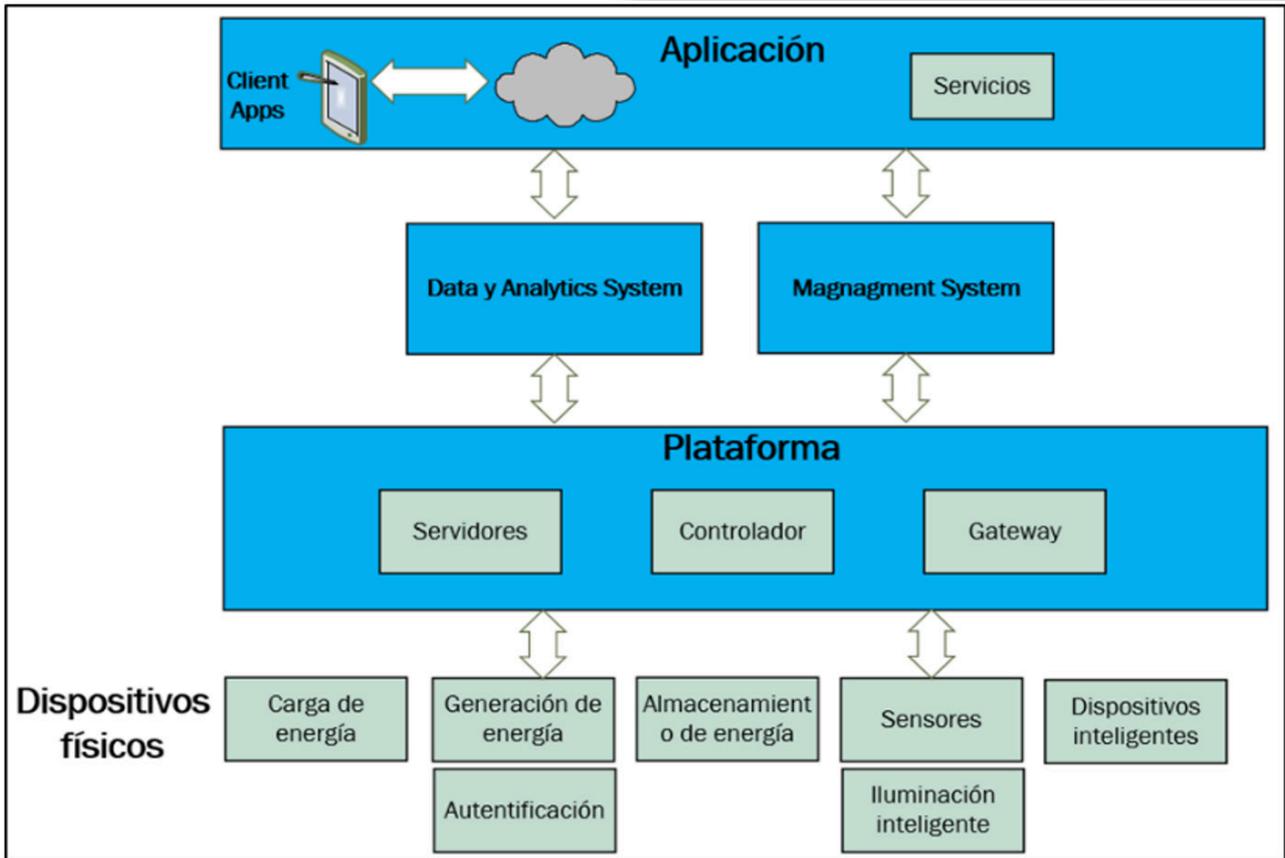


Fig. 5. Diagrama esquemático de punto de vista de implementación de la IIRA de ciudadela inteligente.

3.3 Esquema de Arquitectura de referencia de ciudadela inteligente Tecnipetrol

Parte fundamental de esta investigación es presentar una arquitectura de referencia propia para la ciudadela inteligente Tecnipetrol, que se desarrolló con los puntos de vista esenciales y necesarios como pilar tecnológico. En este apartado se presenta un esquemático de la arquitectura de referencia que nos indica cada una de las etapas o capas de forma genérica para que puedan ser tomados como referencia en las diversas aplicaciones de las diferentes tecnologías que existen en el ámbito industrial y comercial con las plataformas IoT y los servicios Cloud.

Este esquema de arquitectura se presenta como propuesta de la investigación, donde se ha estudiado los demás esquemas de referencia de diversas soluciones IoT e IIoT para llegar a una propuesta contextualizada a la realidad de las ciudadelas en la ciudad de Esmeraldas, aportando al proceso de transformación digital que deben someterse no solo este sector sino la provincia y el país.

En la figura 6 se puede observar cada una de las capas del esquemático de la arquitectura de referencia.

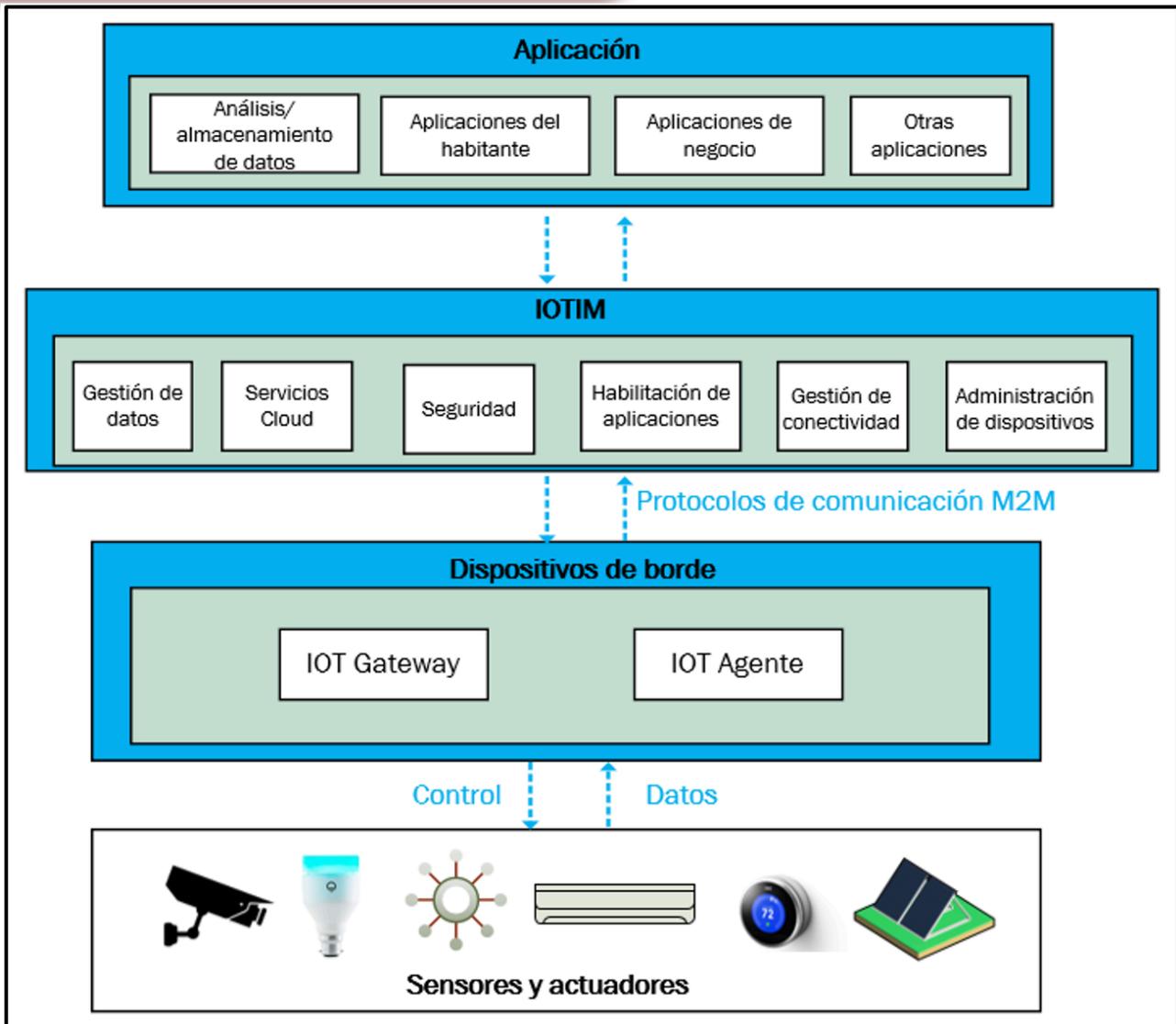


Fig. 6. Esquemático de arquitectura de referencia de ciudadela inteligente Tecnipetrol.

Discusión de resultados

Al ser una propuesta de arquitectura para la aplicación de nuevas tecnologías y en etapa de desarrollo en la actualidad, habiendo tenido como referencia las ciudadelas inteligentes desde el eje de eficiencia energética a través del uso de dispositivos y tecnologías inteligentes, se obtiene un modelo de arquitectura de referencia que cumple con los cuatro puntos de vista del Consorcio de Internet Industrial el cual está basado en la Norma ISO/IEC/IEEE 4010:2011. El esquema consta de cuatro (4) capas, sensores y actuadores, dispositivos de borde, middleware IoT y de aplicación para su posterior ejecución a detalle en proyectos de industria 4.0. Según Amazon Web Services un hogar inteligente debe poseer la siguiente arquitectura que se puede observar en la figura 7.

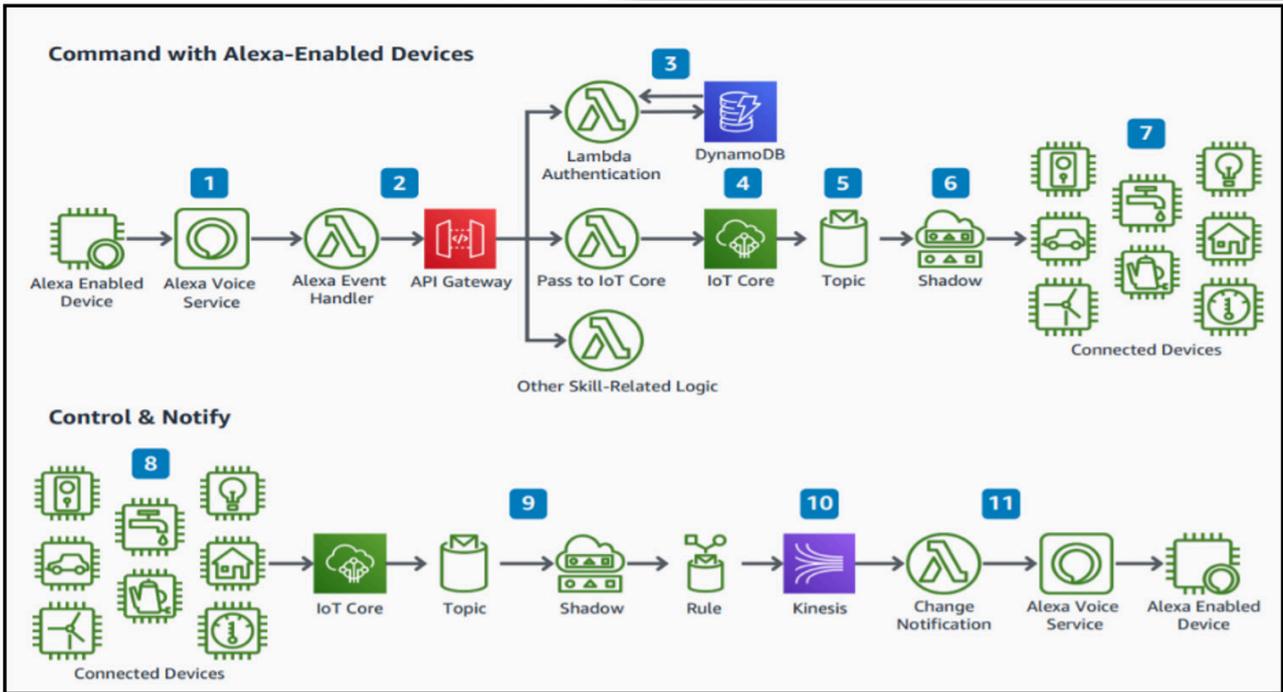


Fig. 7. Esquema de hogar conectado donde tenemos el comando y control, integrado con Alexa con sus dispositivos domésticos conectados. (Architecture, AWS Reference, 2019)

Tomando en consideración la arquitectura de Amazon Web Services se puede verificar que el esquema propuesto en su modelo de capas abarca los dispositivos y tecnologías planteadas en esta investigación de ciudadelas convencionales para transformarlas en inteligentes teniendo de esta manera, la capa de los sensores y actuadores, dispositivos de borde, el middleware IoT y la de aplicación que interactúa con el usuario u operador del sistema.

En base al análisis realizado del consumo energético en los hogares de las ciudadelas, se observa en la figura 8 que los datos de consumo energético en los hogares son inadecuados alcanzando valores elevados por parte del 100% de los hogares encuestados, por lo cual se considera necesario la implementación de dispositivos inteligentes para optimizar y mejorar el funcionamiento de los electrodomésticos. De la misma forma se puede identificar que es necesario que en las viviendas se realice un cambio de iluminación convencional a led, para disminuir el consumo energético, que también se ve afectado por el estado y tiempo de vida de los dispositivos eléctricos y electrónicos del hogar que en un 78% son seminuevos.

En el uso del aire acondicionado más del 80% de los encuestados consideran tener un alto consumo de energía, por esto se propone utilizar Microgrid solar para abastecer y mantener en funcionamiento este sistema; estableciendo una inversión a mediano plazo que servirá para disminuir los pagos mensuales de energía.

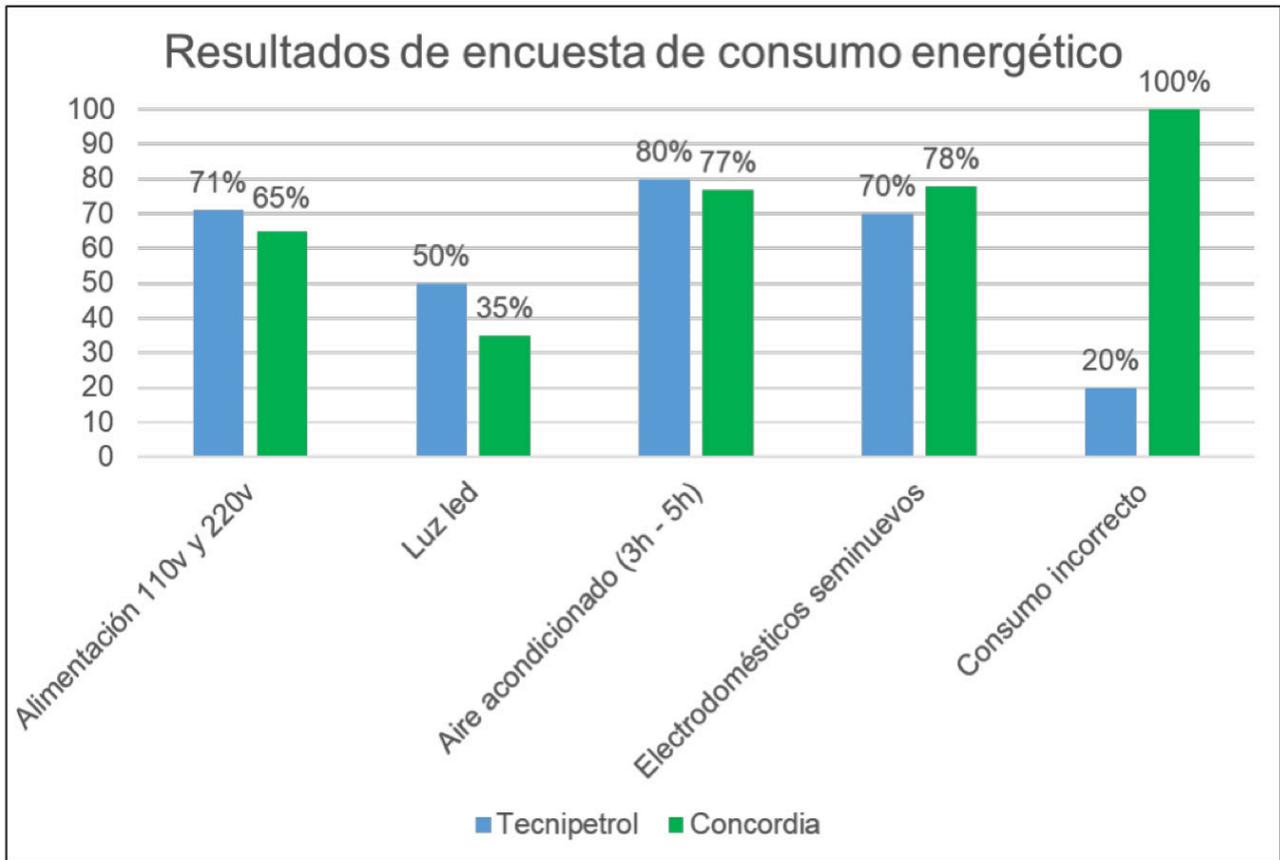


Fig. 8. Resultados de encuesta de consumo energético realizado a ciudadelas Tecnipetrol y Nueva Concordia.

No es el propósito de la investigación realizar una prueba experimental en viviendas del modelo de arquitectura planteado, sino más bien establecer la actualidad del consumo energético de los hogares encuestados de las ciudadelas de la zona y proponiendo un diseño acorde al contexto tecnológico de la ciudad de Esmeraldas.

Conclusiones

En el marco de referencia de la arquitectura tecnológica establecida para Tecnipetrol se tomaron como puntos base los modelos del Internet industrial y el IoT convencional, ya que ambos puntos de vista fueron esenciales para la conformación del esquema modelo de ciudadela inteligente tomando la seguridad del IIoT y los servicios del IoT como conceptos principales en el funcionamiento de los sistemas conectados a las cosas.

La recopilación de información de la ciudadela Tecnipetrol fue el punto de partida del presente trabajo, se identificó que más del 71% de las viviendas utilizan los dos tipos de tensión de alimentación de energía 110V y 220V lo cual se tomó en consideración en las propuestas presentadas. Así como también se identificó que los electrodomésticos y dispositivos que más cuentan en las viviendas son televisión, lavadora, microondas, teléfono fijo inalámbrico y ducha eléctrica con un alto consumo energético. El 70% de éstos son seminuevos generando un consumo promedio de energía mensual desde UDS 50.

Además, que más del 80% de los hogares utiliza el sistema de aire acondicionado como dispositivo de climatización y de manera frecuente de 3 a 5 horas diarias, por esto con una inversión en una Micro Grid solar se energizaría este sistema de alta demanda y se recuperaría la inversión a mediano plazo.

La propuesta de arquitectura de ciudadela inteligente para Tecnipetrol que se presentó en la sección tres, abarcó todos los campos y capas necesarios para cubrir con los servicios, tecnologías y dispositivos. Estas son la capa de sensores y actuadores, de dispositivos de borde, el middleware IoT y la capa de aplicación. Todas estas capas en conjunto permitirán tener un modelo referencial de ciudadelas con tecnologías y plataformas de la industria 4.0.

Referencias

- Alvarado López, R. (2017). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad, 10.
- Architecture, AWS Reference. (2019). AWS. Obtenido de <https://d1.awsstatic.com/architecture-diagrams/ArchitectureDiagrams/connected-home-command-control-diagram.pdf>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garneró, P. (2018). INDUSTRIA 4.0 FABRICANDO EL FUTURO. Buenos Aires. Obtenido de `<iframe frameborder="0" scrolling="no" style="border:0px" src="https://books.google.es/books?id=geiGDwAAQBAJ&lpg=PA8&ots=n_IUcqtBJ&dq=tecnologias%20de%20la%20industria%204.0%20&lr&hl=es&pg=PA2&output=embed" width=500 height=500></iframe>`
- Benitez, C. (17 de 03 de 2017). Power Data. Obtenido de <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/big-data-vs-tecnicas-de-mineria-de-datos>
- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). La ruta hacia las Smart Cities. Biblioteca Felipe. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/document/La-ruta-hacia-las-smart-cities-Migrando-de-una-gesti%C3%B3n-tradicional-a-la-ciudad-inteligente.pdf>
- Duque, M., & Romero, G. (2016). Smart-Grid Control Environment for Ecuador Save Energy Alternative. hLACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 5. Obtenido de <http://www.laccei.org/LACCEI2016-SanJose/RefereedPapers/RP252.pdf>
- ISO/IEC/IEEE42010. (2011). ISO. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/50508.html>
- Lin, S.-W., Miller, B., Durand, J., Graham, B., Amine, C., Martin, R., . . . Crawford, M. (2017). The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture. Industrial Internet Consortium. Retrieved from https://www.iiconsortium.org/IIC_PUB_G1_V1.80_2017-01-31.pdf
- Mateus Cruz, D. A., Molina Castañeda, J. E., & Jaramillo Benavides, M. C. (2018). Domótica, el hogar digital. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/37259788/Dom%C3%B3tica_el_hogar_digital
- Ontiveros, E., Vizcaíno, D., & López, V. (2016). Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles. Madrid: Ariel y Fundación Telefónica en colaboración con Editorial Planeta.
- Silvestre, S., & Salazar, J. (2017). TECHPEDIA. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/>

bitstream/handle/2117/100921/LM08_R_ES.pdf

Valois, M. A. (22 de 5 de 2018). HOSTGATOR. Obtenido de <https://www.hostgator.mx/blog/internet-de-las-cosas/>

