

Methodology for the determination of Electric Efficiency indicators in the Residential Zone

Metodología para la determinación de indicadores de Eficiencia Eléctrica en la Zona Residencial

J.C. Taco¹ L.F. Tipan¹

¹Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador
E-mail: jtacof@est.ups.edu.ec; ltipan@upsedu.ec

Abstract

This document presents an energy management model through the creation of efficiency indicators that allow reducing the consumption of electricity in the residential zone without altering the efficiency and quality of service in it, to achieve an efficient model and that show a significant saving in electricity consumption has been implemented a demand analysis in several households with different consumption and quantity of household appliances through measurements and surveys that constant the data obtained from the daily measurements and thus get the critical points that must be treated for the subsequent development of the necessary indicators that help to improve the system, which leads to the above-mentioned efficient and introduce it in a management model that can be used to raise awareness and guide the user to implement improvements In the residence.

Index terms— Consumption, Demand, surveys, management, Indicators, model and measurement.

Resumen

En este documento se presenta un modelo de gestión energética a través de la creación de indicadores de eficiencia que permitan reducir el consumo de electricidad en la zona residencial sin alterar la eficiencia y la calidad de servicio en el mismo, para lograr un modelo eficiente y que muestre un ahorro significativo en el consumo eléctrico se ha implementado un análisis de la demanda en varios hogares con distinto consumo y cantidad de electrodomésticos mediante mediciones y encuestas que constante los datos obtenidos de la mediciones diarias y así obtener los puntos críticos que se deban tratar para el posterior desarrollo de los indicadores necesarios que ayuden a la mejora del sistema, lo que conlleve a que sea eficiente lo anteriormente mencionado e introducirlo en un modelo de gestión que se pueda usar en busca de concientizar y guiar al usuario para que se implemente mejoras en la residencia.

Palabras clave—Consumo, Demanda, encuesta, gestión, Indicadores, modelo y medición.

Recibido: 30-10-2019, Aprobado tras revisión: 20-01-2020

Forma sugerida de citación: Taco, J.; Tipan, L. (2020). "Metodología para la determinación de indicadores de Eficiencia Eléctrica en el Sector Residencial". Revista Técnica "*energía*". No. 16, Issue II, Pp. 70-90

ISSN On-line: 2602-8492 - ISSN Impreso: 1390-5074

© 2020 Operador Nacional de Electricidad, CENACE

1. INTRODUCCIÓN

En la evolución y avance que se ha dado en la investigación sobre los modelos de gestión energéticos[1], así como su implementación en diversos lugares para lograr una mayor eficiencia al momento de considerar un aumento en la calidad de la energía sin afectar la calidad de servicio en cual quiera fuese la infraestructura, además del ingreso de cargas especiales con por ejemplo el vehículo eléctrico son condiciones que hacen indispensable el desarrollo de una gestión energética que mediante parámetros complementarios ayuden a cumplir con el ahorro económico dentro del hogar [2][3][4].

Las políticas internas de cada distribuidora, que tiene que ver con el método de determinarlo [8][9].

La preocupación como consumidor siempre ha sido hallar la manera de reducir el consumo eléctrico [12], para lo cual varias empresas periódicamente buscan actualizarse en el desarrollo de la domótica que busca cada vez minimizar los circuitos eléctricos o electrónicos y así puedan aportar a reducir consumos a si sean en mínima cantidad [13][14], pero que siempre contribuya con el ahorro en los usuarios[15][16].

Los modelos de gestión implementados para indicadores de eficiencia son muy usados en diferentes tipos de lugares y su cantidad de eficiencia depende del lugar de aplicación y de cómo se lo aplique ya que en la zona industrial es muy difícil reducir consumos, a diferencia de la zona comercial o residencial en donde aplicando indicadores de eficiencia mediante modelos de gestión se puede lograr la reducción mínima del consumo energético[17][18], en los indicadores de eficiencia se puede considerar que son parte en el avance de reducir costos y consumos sin dejar de lado la calidad y eficiencia[19][20][21] [27].

Existen varias maneras de hallar indicadores en la zona eléctrica residencial como por ejemplo al calcularlo en base al área de ocupación [22], la cantidad de artefactos eléctricos, el consumo mensual o anual, en base a horas en que se halla habitado el hogar, entre otras [23][24][25].

2. HERRAMIENTAS PARA LA CUANTIFICACION DEL USO DE INDICADORES

El concepto de eficiencia eléctrica, se puede describir en varios tipos de indicadores que podría usarse para mejorar la eficiencia energética y que refleje en la planilla mensualmente, logrando todo ello mediante el uso de modelos de gestión para lograr una mejor planificación del uso de la energía y creando una concientización hacia el uso racional de la energía y el beneficio de pagar menos con un buen uso del servicio.

2.1. Encuesta general de la zona residencial

Se realizó una encuesta a 303 hogares los cuales se encuentran divididos en:

198 casas, 18 departamentos en complejos habitacionales (urbanizaciones), 87 departamentos en edificios.

Estas encuestas sirven como referencias para determinar aspectos como: índice de ocupantes por vivienda uso de electrodomésticos entre otros, las muestras fueron tomadas de 3 residencias ubicadas en zonas norte y centro para con estos datos poder establecer los indicadores de eficiencia

En la Fig. 1 una distribución en porcentaje de ocupación de las viviendas encuestadas.

PORCENTAJE DE 303 DATOS DE ENCUESTAS

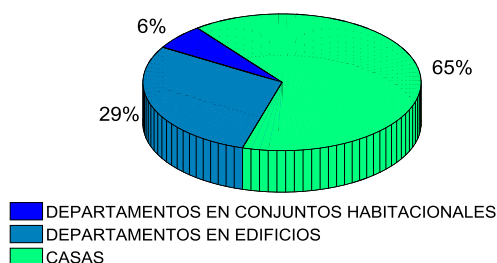


Figura 1: Número total de encuestas

Características generales:

Las encuestas dan resultados que un hogar promedio tiene 5,25 personas.

Por otro lado, también refleja que un hogar promedio tiene 6,72 habitaciones considerando baño y cocina.

Hábitos de consumo y uso de electrodomésticos:

La Fig. 2 se muestra una comparación de la cantidad de refrigeradoras nuevas con respecto a las antiguas. Un 68% de los hogares encuestados cuentan con un refrigerador nuevo y tan solo un 32% aun no lo tiene debido a varios factores, entre ellos el precio, el buen estado en el que se hallan, etc.

Cabe mencionar que el 77% de la población conoce la existencia del etiquetado o características, pero solo el 49% de la población tomo en cuenta este criterio al momento de adquirir un electrodoméstico.

Los refrigeradores son tomados como uno de los consumidores más importantes de energía en el hogar, además cabe mencionar a la lavadora, la cual es un gran consumidor de energía y que depende de la frecuencia de uso, partimos de un consumo base o promedio la cual está entre los 375 vatios, en la actualidad la población tiene dudas o dificultad económica para reemplazar las lavadoras antiguas por nuevas y ello refleja que hay un 68% de lavadoras nuevas y un 32% de antiguas como se observa en la Fig. 3.

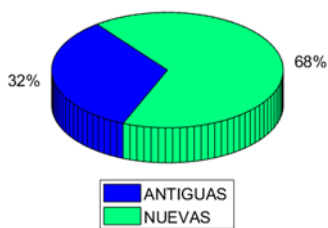


Figura 2: Refrigeradores nuevos vs antiguos

LAVADORAS NUEVAS VS ANTIGUAS



Figura 3. Porcentaje lavadoras nuevas vs antiguas

La potencia promedio entre lavadoras varía en factores como marcas, capacidad para lavado, que tipo de motor que dispone, frecuencia de uso, etc. En las encuestas realizadas se determinó un rango de potencia promedio de 180 a 1800 vatios.

El 25% de consumo de energía en nuestro país corresponde a acciones que van directamente relacionadas con hábitos que se tiene en los hogares y fuera de ellos en la capacidad de uso de electrodomésticos en general, ya que todo consumo suma y con ello se crea una mayor o menor demanda. En la Fig. 4 se expone en porcentajes la frecuencia de uso de varios electrodomésticos.

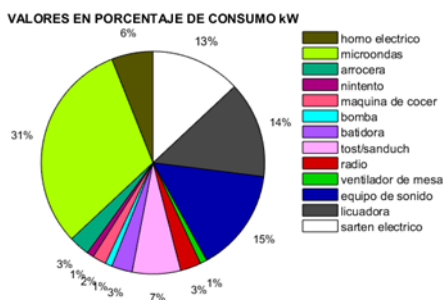


Figura 4: Porcentaje de cada electrodoméstico de uso mediano

Percepción de confort:

Mediante entrevistas se determinó que 10 personas de 303 usan calefacción en su hogar en temporada de invierno, por consecuente estos datos son poco significativos para la estadística como se lo ha representado en la Fig. 5.

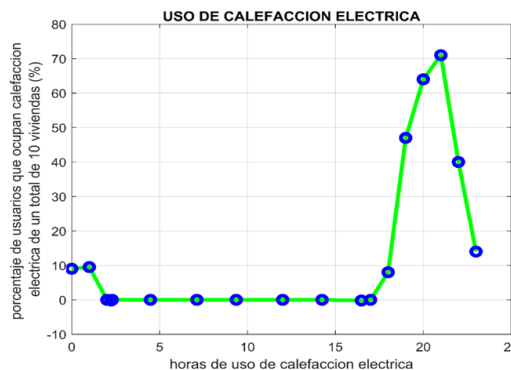


Figura 5: Uso de la calefacción eléctrica

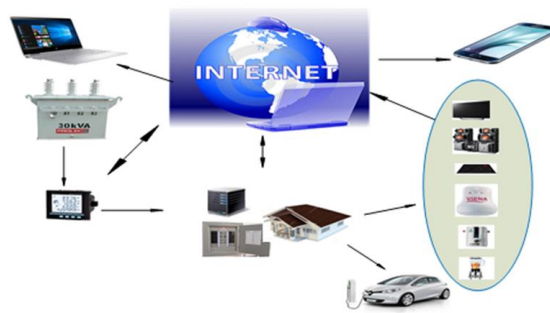


Figura 6: gestión óptima energética

Monitoreo del consumo energético.

En la Fig. 6 se observa la posibilidad de monitorear las 24 horas al día el consumo energético y teniendo un modelo de gestión energética mediante indicadores de eficiencia se puede controlar consumos innecesarios que se estuviera dando en el hogar.

Encuestas puerta a puerta.

Las encuestas sirven para tener una idea promedio o una tendencia de lo que puede causar la variación de consumo ya sea en baja o alta cantidad de energía, para nuestro análisis se ha tomado en cuenta factores como potencias, amperajes, horas de uso, frecuencia de uso, etc.

3. SISTEMAS DE CONSUMO ELECTRICO MAS UTILIZADO EN EL HOGAR

Sistemas de consumo eléctrico más utilizado en el hogar.

Para poder determinar indicadores de eficiencia se debe incursionar en todas las partes de análisis y es así como a continuación se menciona lugares dentro del hogar a ser estudiados, donde se tomará en cuenta los artefactos que se ocupa en cada uno de ellos y así obtener datos que ayuden a determinar los futuros indicadores.

- a) Calefacción hogar.
- b) Enfriamiento hogar.
- c) Calentamiento agua.



- d) Iluminación.
- e) Cocción.
- f) Aparatos electrodomésticos.
- g) Otros usos energéticos.

Como nuevos usos energéticos se menciona a futuro la introducción de los cargadores para vehículos eléctricos dentro del hogar. Estos dispositivos aún son poco conocidos en el medio, pero son la solución a futuro para el ahorro en el consumo de combustibles fósiles y contribuir con menos emisiones de CO2 al ambiente.

4. BALANCE ENERGETICO DE VARIAS ZONA EN EL CONSUMO FINAL

Balance energético de varias zonas en el consumo final.

El presente documento entra en un análisis estadístico acerca del manejo energético residencial que tiene gran influencia la zona donde se reside, para ello se ha planteado una clasificación en la cual se ha usado a la ciudad de Quito y una parroquia rural aledaña como Guayllabamba, tomando tres puntos de referencia base y distribuyéndolos en tres zonas como zona centro, norte y rural.

Se ha tomado estas tres zonas debido a que se pudo obtener datos lo que hace posible realizar los análisis respectivos.

A continuación, se presenta un análisis estadístico de tres residencias ubicadas en cada zona ya anteriormente mencionado:

4.1. Zona Centro

El centro de Quito dispone de mayores beneficios con respecto a las parroquias aledañas como por ejemplo internet por fibra óptica, servicio cable, telefonía, calefacción, aire acondicionado, entre otros, debido a que concentra la mayor parte de entidades públicas del país y ello conlleva a tener que siempre disponer de los mejores servicios. Todos estos beneficios tienen afectación a todo servicio y los hogares no es la excepción, lo que conlleva a que se debería tener un consumo elevado, pero no es así, existen factores que influyen a que esto no se dé, como por ejemplo el estilo de vida que se lleva a diario en un hogar promedio, donde los hogares quedan inhabitados en gran parte del día debido a que los integrantes de la casa salen a realizar diferentes tareas haciendo que las planillas reflejen consumos bajos.

En la Tabla 1 se observa artefactos eléctricos y su potencia promedio que son de uso común en la zona centro de la ciudad de Quito.

Esta residencia ha contado con la facilidad de tener un medidor inteligente, lo que ha hecho que se tenga mayor exactitud al momento se realizar todos los

cálculos necesarios para poder determinar valores como el consumo al día, mes y año, como se observa en la Fig. 7, donde se ha tomado como referencia el mes de marzo del 2017.

Tabla 1: Aparatos eléctricos de uso en la zona centro

APARATO ELECTRICICO	POTENCIA (W)
Puntos de iluminación	200
Computadora	200
Tv	400
Radio	150
Refrigerador	350
Lavadora	750
Calefactor	1200
Ducha	2500
Horno microondas	800
Plancha	500
Licuadora	350
Secador de pelo	220
Decodificador	90
Amplificador 5.1	440

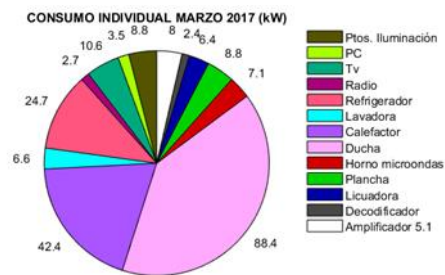


Figura 7: Consumo energético del mes de marzo del año 2017

Ahora la Fig. 8 muestra una gráfica del consumo energético de marzo del 2018.

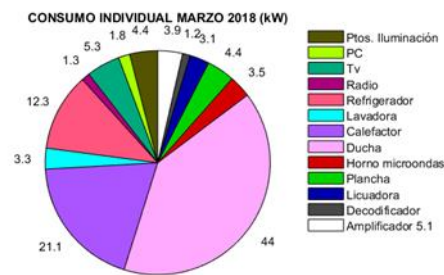


Figura 8: Consumo energético del mes de marzo del 2018

Para hallar el consumo individual se ha utilizado las siguientes formulas:

$$E(mes) = Pot * Num.Horas(mes) \quad (1)$$

$$\%cons = \frac{E.unitaria}{E.Total} * 100. \quad (2)$$

$$E.Total = \sum_{c/artefacto} E.unitaria. \quad (3)$$



Donde:

E(mes): Energía obtenida en el mes.

Pot: Potencia de cada artefacto.

%cons: (casa) Porcentaje de energía que consume cada artefacto dentro del hogar.

E.Total: Energía total de todas las energías de los artefactos dentro del hogar.

La potencia individual que se ha consumido durante el mes en cada artefacto eléctrico se aplica cálculos anteriores y la se muestra a continuación:

$$E \left(\frac{\text{artefacto}}{\text{mes}} \right) = \frac{\sum E_{med}(\text{mes}) \cdot \%cons}{100\%} \quad (4)$$

Donde:

E(artefacto/mes): Es la energía que consume cada artefacto durante el mes.

En la Fig. 9 se muestra el consumo energético que ha tenido cada artefacto del domicilio durante el año 2017 desde el mes de marzo hasta diciembre.

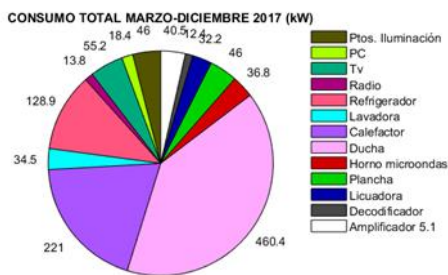


Figura 9: Consumo energético del año 2017 entre marzo y diciembre

Para obtener el consumo total de cada artefacto entre marzo y diciembre se usó la siguiente fórmula:

$$E_{tot} = \sum E_{tot}(\text{cada artef}) \quad (5)$$

$$E_{t.} \left(\frac{C}{\text{artef}} \right) = \sum E_{mes}(\text{mar} - \text{dic}) \quad (6)$$

$$\text{consu. indi. mes} = \frac{\sum E_{med} \cdot \%cons}{100\%} \quad (7)$$

Donde:

E t. Energía total: de cada artefacto eléctrico.

E tot (c/artef): La energía total de cada artefacto en cada mes.

consu.indi.mes: El consumo individual mes en el medidor expresada en porcentaje.

Así como se tuvo el consumo del año 2017 también se dispone del consumo que se ha dado de la primera mitad del año 2018 como se observa en la Fig. 10.

A continuación, se presenta las Figs. 11 y 12 que muestran en porcentajes los consumos de los años 2017 y 2018, los cuales muestran que existe un consumo similar.

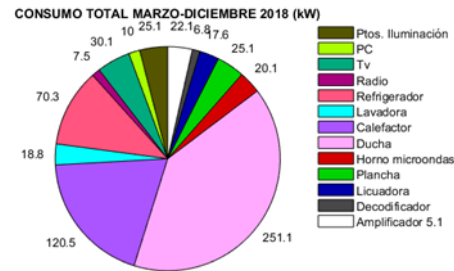


Figura 10: Consumo energético del año 2018 entre enero y junio



Figura 11: Consumo en porcentaje desde marzo a diciembre del 2017

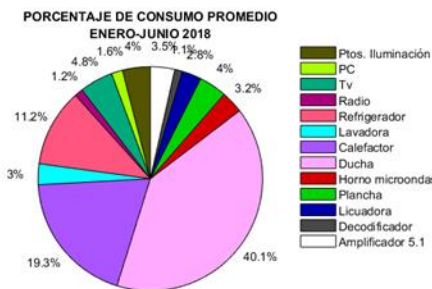


Figura 12: Consumo en porcentaje desde enero a junio del 2018

Para obtener las Figs. 11 y 12 se ha usado la siguiente ecuación:

$$\%conspro = \frac{\sum \text{consu. indi. mes}}{\text{numero de meses}} \quad (8)$$

Donde:

%conspro: Es el porcentaje de consumo promedio que tiene un hogar definido por una cantidad de meses o años.

4.2. Zona Norte

La zona norte contempla un consumo similar al de la zona centro debido a que goza de servicios importantes que ha mejorado la calidad de vida, además teniendo en cuenta de que algunas entidades como hospitales o dependencias públicas están ubicadas por allí, lo que hace que los servicios ya mencionados en la zona Centro también sean ubicados para esta zona. El



promedio de consumo de energía se mantiene similar debido a que en la actualidad se dispone de urbanizaciones, la cuales pasan inhabitadas la mayor parte del día, lo que refleja consumos mínimos durante el día, compensándolos en parte de la tarde, noche y las primeras horas de la mañana donde se registra mayor consumo. Para el estudio de la zona norte de la ciudad de Quito se ha tomado en cuenta una residencia promedio.

Este análisis se ha realizado mediante la obtención de datos en la toma de lecturas en el medidor de la residencia durante 4 meses, para establecer el comportamiento energético de la residencia, en la Tabla 2 se observa los artefactos eléctricos más usuales en una residencia de esta zona con su respectiva potencia.

Tabla 2: Aparatos eléctricos usuales dentro de la zona norte

APARATO ELECTRICO	POTENCIA (W)
Puntos de iluminación	99
Televisor	78
microondas	300
Refrigerador	150
cocina de induccion	6
ducha electrica	4000
licuadora	375
lavadora	490
equipo de sonido	650
telefono	4
batidora	250
arrozera	500
plancha	400
PC	250
aspiradora	1100
cargador de celular	0.26

Para esta residencia se ha tomado lecturas tres veces al día al medidor para tener datos que pudiesen ayudar a determinar la cantidad de energía que consume, además de ello también se determinó cuánto consume cada artefacto eléctrico al mes y con ello determinar cuál consume más, para ello presentamos a continuación la Fig. 13 donde podemos ver el consumo respectivo de cada artefacto en el mes, tomando para referencia el mes de enero. Estos datos fueron tomados de [36] información de la vivienda en mención.

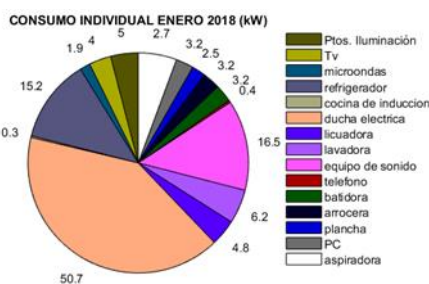


Figura 13: Consumo individual de enero del 2018

Ahora se presentará la Fig. 14 se muestra el consumo energético que se reunió durante los 4 meses que se tomó las lecturas.

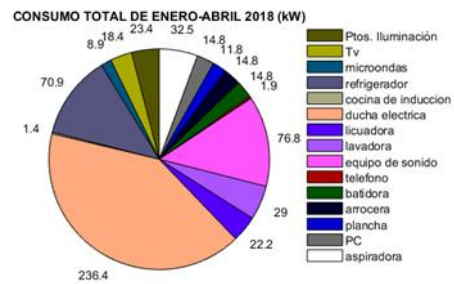


Figura 14: Consumo energético de enero a abril 2018

Por último, en la Fig. 15 se muestra el porcentaje de uso de los artefactos eléctricos dentro de la residencia obtenido de los análisis anteriores.

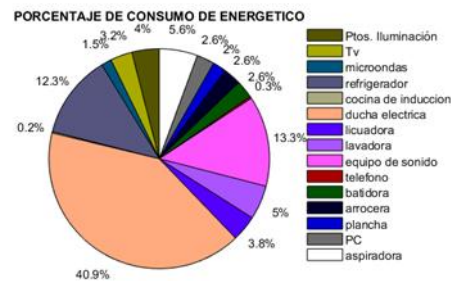


Figura 15: Porcentaje de consumo energético de cada artefacto en el hogar

4.3. Zona Rural

Se considera todas las comunidades, barrios, parroquias a las aledañas a la ciudad de Quito, por ello se ha tomado como referencia una residencia de la parroquia de Guayllabamba la cual se encuentra ubicada 20 minutos de la ciudad de Quito.

En la Tabla 3 se ilustra los artefactos eléctricos con sus respectivas potencias más usados en un hogar tipo de la zona.

Tabla 3: Aparatos eléctricos típicos en la zona Urbana

APARATO ELECTRICO	POTENCIA (W)
Puntos de iluminación	1800
Computadora	350
Impresora	550
TV	195
Refrigerador	290
plancha	550
lavadora	700
cocina de induccion	6
licuadora	375
calentador de agua	1500
equipo de sonido	180
telefono	4
microondas	1560
cargador de celular	0.26



Para determinar el consumo energético de la residencia se tomó lecturas al medidor, con tres mediciones diarias durante 4 meses de enero a abril y con todos estos datos poder determinar el consumo de cada artefacto durante el mes como se muestra en la Fig. 16 que muestra el consumo de cada artefacto de la residencia en el mes de enero tomado como referencia.

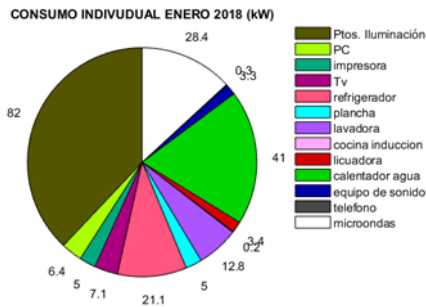


Figura 16: Consumo energético individual de enero 2018

La Fig. 17 presenta el consumo energético que ha tenido la residencia durante los 4 meses que ha recopilado los datos.

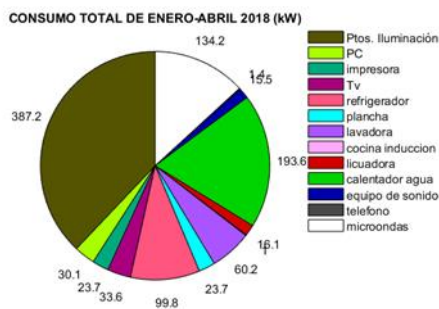


Figura 17: Consumo energético de enero a abril del 2018

Finalmente, en la Fig. 18 se puede observar el porcentaje de consumo promedios de cada artefacto dentro de la residencia.

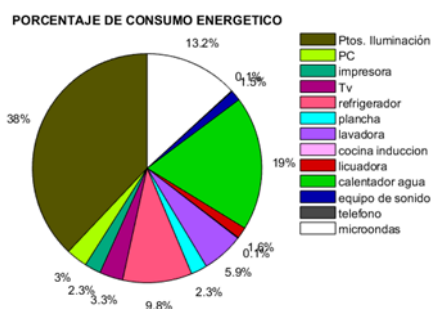


Figura 18: consumo de la residencia en porcentaje referente a cada artefacto

4.4. Comparación de las tres zonas

Una vez que se ha expuesto los datos mediante ilustraciones de cada uno de las zonas, podemos

compararlos entre sí y determinar que artefactos eléctricos dentro de los tres hogares son más comúnmente hallados, en la Tabla 4 se muestra desde el artefacto más comunes entre los 3, hasta los menos en usual.

Tabla 4: Artefactos en común de las 3 casas de distintas zonas

APARATOS ELECTRICOS EN COMUN	PORCENTAJE (%)
Puntos de iluminación	100%
Computadora	100%
Tv	100%
Refrigerador	100%
Lavadora	100%
Horno microondas	100%
Plancha	100%
Licuadora	100%
equipo de sonido	100%
cocina de induccion	67%
ducha electrica	67%
telefono	67%
cargador de celular	67%
Impresora	33%
Radio	33%
calefactor	33%
calentador de agua	33%
batidora	33%
arrozera	33%
secador de pelo	33%
decodificador	33%
aspiradora	33%

A continuación, en la Fig. 19 se muestra el consumo de las tres residencias entre los meses de enero y abril del 2018.

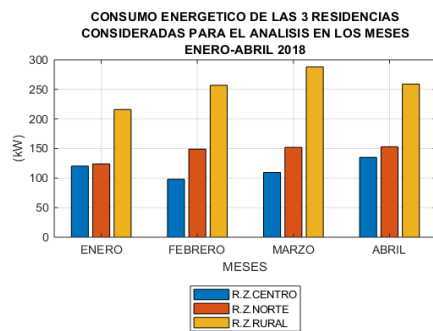


Figura 19: Comparación de las tres casas entre enero y abril del 2018

5. JERARQUIZACION DE LOS INDICADORES

Para que los indicadores a ser creados tengan un grado de comprensión sobre la tendencia en el consumo en una zona dependen de la cantidad de datos que se disponga.

El la Fig. 20 se tiene un enfoque piramidal, el cual parte desde un enfoque global hasta un nivel más detallado.





Figura 20: Pirámide de indicadores energéticos de la AIE

Mediante el enfoque piramidal partimos haciendo una zonificación de una residencia común, a la cual se la ha dividido en tres áreas, como se observa en la Fig. 21.

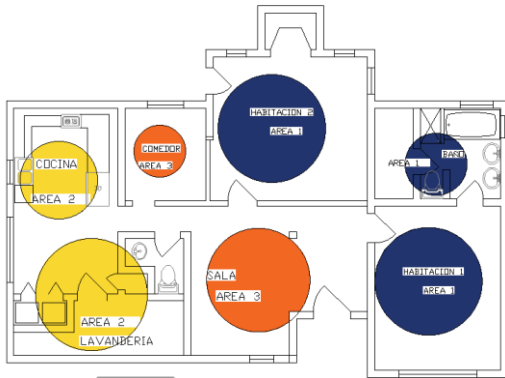


Figura 21: Distribución de un hogar tipo por zonas

Como se observa en la Fig. 21, tenemos un hogar tipo muy común, cual consta de dos dormitorios, una cocina, una sala, un comedor, un baño para los dormitorios, un baño para las visitas y un cuarto de lavandería.

La residencia se encuentra dividida en 3 áreas que son las siguientes:

- Área 1: B. master, Habit1 y Habit2.
- Área 2: cocina y C. lavandería.
- Área 3: sala y comedor.

5.1. Distribución por áreas de la residencia de la zona centro

La división por áreas de la residencia ha sido necesaria para determinar en qué parte se tiene mayor grado de incidencia la energía, a continuación se muestra la Tabla 5 donde tenemos la cantidad de artefactos eléctricos en cada área, con su respectiva potencia de cada uno de ellos, así también se puede observar la intensidad de uso de energía de cada artefacto (I.U.E.F) y por último tendremos la intensidad de energía por área (I.E.A.) que nos es más que la suma de todas las intensidades de usos de energía de los

artefactos.

Tabla 5: Área 1 residencia zona centro

A 1	APARATOS ELÉCTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	I.E.A. (W)
HABITACION 1, HABITACION 2, BAÑO	PUNTOS DE ILUMINACION	200	45	171.9
	TELEVISION	400	27	
	CALEFACCION	1200	36	
	SECADORA DE PELO	220	0.9	
	DECODIFICADOR	90	27	
	DUCHA	2500	36	
	TOTAL	4610	171.9	

Para tener un conocimiento de cómo se llegó a obtener la Tabla 5, presentamos las siguientes ecuaciones:

$$Pot. U(total) = \sum Pot \left(\frac{c}{artefacto} \right) \quad (9)$$

$$I. U. E. F = fu * Pot(artefacto) \quad (10)$$

$$fu = \frac{horas\ de\ uso}{24\ horas} \quad (11)$$

$$I. E. A = \sum I. U. E. F \quad (12)$$

Donde:

Pot.U(total): Potencia unitaria total.

I.U.E.F: Es la intensidad de usos de energía.

Fu: El factor de uso se define como la frecuencia de uso del artefacto eléctrico.

I.E.A: La intensidad energética por Área.

Con los datos obtenidos anteriormente construimos la pirámide 1 o área 1 de la residencia de la zona centro, y la visualizamos en la Fig. 22.



Figura 22: Area1 residencia zona céntrico

En la Tabla 6 se observa una descripción del área 2, donde tenemos descrito las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

En la Fig. 23 se encuentra implementada la pirámide donde se encuentra descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F) y también la intensidad energética por área (I.E.A).

Tabla 6: Área 2 residencia zona centro

A 2	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	IEA. (W)
COCINA, LAVANDERIA, BAÑO RECEPCION	RADIO	150	18	189
	REFRIGERADOR	350	72	
	LAVADORA	750	9	
	PUNTOS DE ILUMINACION	200	45	
	HORNO MICROONDAS	800	9	
	PLANCHA	500	18	
	LICUADORA	350	18	
TOTAL	3100	189		



Figura 23: Area2 residencia zona céntrico

En la Tabla 7 se observa la descripción del área 3, donde tenemos descrito las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

Tabla 7: Área 3 residencia zona céntrico

A 3	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	IEA. (W)
COMEDOR, SALA	PUNTOS ILUMINACION	200	45	108
	COMPUTADORA	200	18	
	AMPLIFICADOR	440	18	
	TELEVISOR	400	27	
	TOTAL	1240	108	

En la Fig. 24 se muestran la pirámide donde se encuentra descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).



Figura 24: Área 3 residencia zona céntrico

5.2. Distribución por áreas de la residencia de la zona norte

En la zona norte se ha hecho una división por áreas a

la residencia las cuales son necesarias para determinar el lugar dentro de la residencia con mayor incidencia, a continuación, se pone a consideración la Tabla 8 donde se detalla los artefactos eléctricos que se encuentran dentro del área, como potencia de cada artefacto, la intensidad de usos de energía final (I.U.E.F) y finalmente la intensidad energética por área (I.E.A.).

Tabla 8: Área 1 residencia zona norte

A 1	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	IEA. (W)
HABITACION 1, HABITACION 2, BAÑO	PUNTOS DE ILUMINACION	99	36	117
	TELEVISION	78	36	
	DUCHA	4000	9	
	CARGADOR CELULAR	0.26	36	
TOTAL	4177	117		

Con los datos de la Tabla 8 construimos la pirámide 1 o área 1 de la residencia de la zona norte, y la visualizamos en la Fig. 25.



Figura 25: Área 1 residencia zona norte

En la Tabla 9 se observa descrita el área 2, donde tenemos descrito las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

Tabla 9: Área 2 residencia zona norte

A 2	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	IEA. (W)
COCINA, LAVANDERIA, BAÑO RECEPCION	COCINA INDUCCION	6	36	189
	REFRIGERADOR	150	72	
	LAVADORA	490	9	
	PUNTOS DE ILUMINACION	99	36	
	HORNO MICROONDAS	300	4.5	
	PLANCHA	400	4.5	
	LICUADORA	375	9	
	BATIDORA	250	9	
	ARROCERA	500	4.5	
	ASPIRADORA	1100	4.5	
	TOTAL	3670	189	

En la Fig. 26 se encuentra implementada la pirámide donde esta descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).



Figura 26: Área 2 residencia zona norte

En la Tabla 10 se observa descrita el área 3, donde tenemos las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

Tabla 10: Área 3 residencia zona norte

A 3	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	I.E.A. (W)
COMEDOR, SALA	PUNTOS ILUMINACION	99	36	171
	COMPUTADOR	250	9	
	EQUIPO DE SONIDO	650	18	
	TELEVISOR	78	36	
	TELEFONO	4	72	
	TOTAL	1081	171	

En la Fig. 27 se encuentra implementada la pirámide esta descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).



Figura 27: Área 3 residencia zona norte

5.3. Distribución por áreas de la residencia de la zona rural

Para esta zona se ha tomado como ejemplo a una residencia tipo, ubicada en la población donde se va a realizar el análisis, a esta se la va a dividir en 3 áreas que será de mucha ayuda en la búsqueda de encontrar el lugar con mayor cantidad de incidencia de energía dentro del hogar.

A continuación, se presenta la Tabla 11 que muestra los artefactos eléctricos que dispone el área 1 de la residencia, donde se detalla cada artefacto con su respectiva potencia, intensidad de usos de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).

Tabla 11: Área 1 residencia zona rural

A 1	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	I.E.A. (W)
HABITACION 1, HABITACION 2, BAÑO	PUNTOS DE ILUMINACION	1800	45	136
	TELEVISION	195	36	
	CALENTADOR DE AGUA	1500	37	
	CARGADOR CELULAR	0.26	18	
	TOTAL	3495.3	136	

Con los datos de la Tabla 11 se ha construido la pirámide 1 o área 1 de la residencia de la zona norte, y la visualizamos en la Fig. 28.



Figura 28: Área 1 residencia zona rural

En la Tabla 12 se observa descrita el área 2, donde tenemos las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

Tabla 12. Área 2 residencia zona rural

A 2	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	I.E.A. (W)
COCINA, LAVANDERIA, BAÑO RECEPCION	COCINA INDUCCION	6	36	207
	REFRIGERADOR	290	72	
	LAVADORA	700	18	
	PUNTOS DE ILUMINACION	1800	45	
	HORNO MICROONDAS	1560	18	
	PLANCHA	550	9	
	LICUADORA	375	9	
	TOTAL	5281	207	

En la Fig. 29 se encuentra implementada la pirámide en donde se encuentra descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).

En la Tabla 13 se observa descrita el área 3, donde tenemos las partes de la casa que conforma esta área además de ello cada artefacto eléctrico y con ello todos los cálculos ya anteriormente mencionados.

En la Fig. 30 se encuentra implementada la pirámide donde se encuentra descrita tanto la potencia unitaria, intensidad de uso de energía final (I.U.E.F.) y la intensidad energética por área (I.E.A.).



Figura 29: Area2 residencia zona rural

Tabla 13: Area3 residencia zona rural

A 3	APARATOS ELECTRICOS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	LEA. (W)
COMEDOR, SALA	PUNTOS ILUMINACION	1800	45	198
	COMPUTADORA	350	18	
	EQUIPO DE SONIDO	180	18	
	TELEVISOR	195	36	
	TELEFONO	4	72	
	IMPRESORA	550	9	
	TOTAL	3079	198	



Figura 30: Area3 residencia zona rural

5.4. Análisis Final de las áreas

Una vez representado tanto en tablas como en pirámides los datos como potencia unitaria, intensidad de usos de energía final e intensidad energética por área de cada una de las residencias, podemos hallar el lugar con mayor grado promedio de incidencia y así determinar el área más expuesta a ello.

A continuación, en la Tabla 14 se puede observar cada uno de los datos de las tablas que ya se expusieron de las áreas.

Como podemos observar en la Tabla 14 se halla descrita todas las áreas, así como todos los datos ya obtenidos previamente con lo cual procedemos a los clasificamos en las Tablas 15, 16 y 17 que se muestran a continuación.

Con los datos distribuidos de mejor manera podemos observar claramente que el área 2 que la conforma la cocina, lavandería y baño de recepción, es la de mayor concentración de energía se tiene y con ello podemos determinar que tiene el mayor grado de incidencia dentro de la residencia.

Tabla 14: Suma de todas las áreas

TOTAL AREAS	POT (W)	I. U. E. F. (W)	LEA. (W)
AREA 1 residencia zona norte	4177.26	117	1486.9
AREA 2 residencia zona norte	3670	189	
AREA 3 residencia zona norte	1081	171	
AREA 1 residencia zona rural	3495.26	136	
AREA 2 residencia zona rural	5281	207	
AREA 3 residencia zona rural	3079	198	
AREA 1 residencia zona centrico	4610	171.9	
AREA 2 residencia zona centrico	3100	189	
AREA 3 residencia zona centrico	1240	108	
TOTAL	29733.52	1486.9	

Tabla 15: Áreas 1

AREAS 1	I.U.E.F (kW)
AREA 1 RESIDENCIA ZONA RURAL	136
AREA 1 RESIDENCIA ZONA NORTE	117
AREA 1 RESIDENCIA ZONA CENTRICO	171.9
TOTAL	424.9

Tabla 16: Áreas 2

AREAS 2	I.U.E.F (kW)
AREA 2 RESIDENCIA ZONA RURAL	207
AREA 2 RESIDENCIA ZONA NORTE	189
AREA 2 RESIDENCIA ZONA CENTRICO	189
TOTAL	585

Tabla 17: Áreas 3

AREAS 3	I.U.E.F (kW)
AREA 3 RESIDENCIA ZONA RURAL	198
AREA 3 RESIDENCIA ZONA NORTE	171
AREA 3 RESIDENCIA ZONA CENTRICO	108
TOTAL	477

6. ANALISIS Y DETERMINACION DE CONSUMOS RESIDENCIALES

Con todo lo anteriormente mencionado se puede tomar conciencia de los costos elevados y a su vez realizar la gestión necesaria, para mejorar la situación, todo esto se puede lograr partiendo de un consumo base y pasando a evaluarlo periódicamente a ver si es que se tiene mayor o menor consumo y con ello se podría avalar si tuvo o no éxito las medidas que se tomaron.

6.1. Análisis de consumos históricos de la E. Eléctrica en las residencias

Se ha partido de datos obtenidos de mediciones eléctricas diarias, además en la residencia de la zona céntrica se ha contado con un medidor inteligente, el cual ha provisto de datos con intervalos de entre 10 minutos de actualización, toda esta información ha sido recopilada a lo largo de cuatro meses para las

residencias de las zonas centro, norte y rural en el periodo de enero a abril del 2018 como se lo vera a continuación en la Fig. 31.

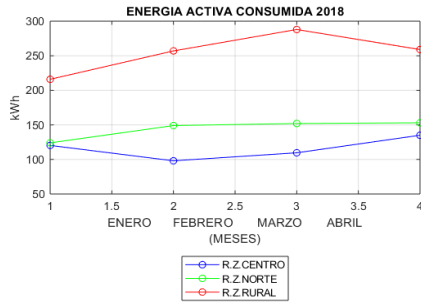


Figura 31: Energía activa 2018

La media aritmética de consumo mensual de la residencia de la zona centro, tuvo un valor de 115.73 kWh, así mismo un consumo mínimo mensual de 98.03 kWh registrado en febrero y un consumo máximo de 135 kWh en abril.

La media aritmética de consumo mensual de la residencia de la zona norte, tuvo un valor de 144.5 kWh, así mismo un consumo mínimo de 124 kWh en enero y un consumo máximo de 153 kWh en abril.

La media aritmética de consumo mensual de la residencia de la zona rural, tuvo un valor de 255 kWh, así mismo un consumo mínimo de 216 kWh ocurrido en enero y un consumo máximo de 288 kWh en marzo.

Algo a tener presente son los valores de consumo mes a mes del periodo en análisis que se muestra en la Fig. 32, donde el precio de los kWh depende de la cantidad de energía consumida.

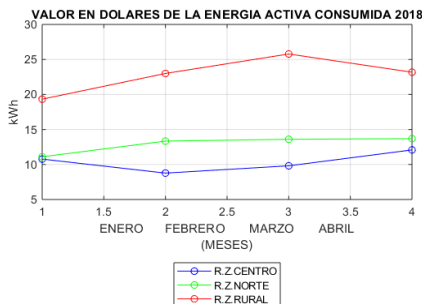


Figura 32: Valor en dólares consumo 2018

Si se analiza detenidamente las curvas de consumo de energía en dólares se puede observar que el comportamiento de los valores de los consumos, de cada una de las residencias, las cuales tienen bastante similitud a la energía activa consumida, en donde se pudo observar que el valor promedio para las residencias fue el siguiente:

- Zona centro: 9.60 (USD).
- Zona norte: 12.59 (USD).
- Zona rural: 25.24 (USD).

Así mismo conto con un valor mínimo de consumo

casa residencia el cual se detalla a continuación:

- S. céntrico: 7.98 (USD) en febrero.
- S. norte: 10.34 (USD) en enero.
- S. rural: 21.04 (USD) en enero.

A continuación, también se muestra los valores máximos que se dio en cada residencia los cuales son los siguientes:

- S. céntrico: 11.26 (USD) en abril.
- S. norte: 13.83 (USD) en abril.
- S. rural: 28.63 (USD) en marzo.

Ahora con todos los valores anteriormente mencionados y en base a la cantidad de datos recopilados podemos poner a consideración valores totales que se ha obtenido durante todo el análisis que se ha realizado a cada residencia, estos valores totales son los siguientes:

- Zona centro: 38.41 (USD)
- Zona norte: 50.34 (USD)
- Zona rural: 100.96 (USD)

La Tabla 18 tomada de los pliegos tarifarios de la empresa eléctrica quito, se muestra los rangos de consumo y el costo en dólares que tiene el kWh en función del consumo.

Tabla 18: Rango de consumo vs cargos tarifarios

RANGO DE CONSUMO (KW)	CARGOS TARIFARIOS (USD)
0-50 kw	0.0784
51-100 kw	0.0814
101-150 kw	0.0834
151-200 kw	0.0904
201-250 kw	0.0974
251-500 kw	0.0994

6.2. Distribución de consumos

Esta sección muestra diversos equipos instalados en las distintas áreas de las residencias. Para conocer de mejor manera cómo está realizada la distribución de la carga dentro de cada residencia se ha realizado un inventario de cada uno, donde se obtuvo información como frecuencias de uso, potencia de cada uno y por ende cuales son los que consumen en mayor o menor cantidad de energía, con ello se ha procedido a clasificarlos en sistemas de calefacción(CALEF), enfriamiento(ENFR), calentamiento de agua(CAL.A), iluminación(ILU), cocción(COC) y electrodomésticos (ELECTROD), a continuación se lo ha representado en la Fig. 33.

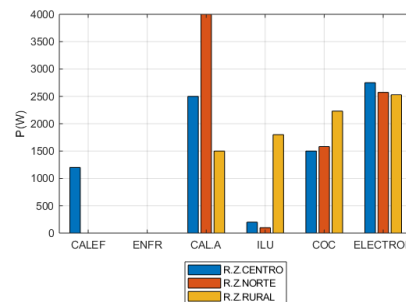


Figura 33: Potencia instalada en cada residencia



7. INDICADORES ENERGETICOS EN LOS ZONAS DE ANALISIS

Tomando en cuenta todos los resultados obtenidos anteriormente, se plantea algunos indicadores, como se describe a continuación.

7.1. Indicadores por área por residencia

Los indicadores tienen como objetivo el monitorear el consumo energético de cada residencia, a continuación, se expresa las principales características de este tipo de indicadores, que son las siguientes:

Aspecto medido:

Consumo de energía eléctrica relacionándola con el área de la residencia(kWh/mes-m²).

Potencia instalada en las diferentes areas de cada residencia (W/m²).

Frecuencia de medición: Valores de consumo de tres veces al día, lo más recomendable es tener una base de datos actualizada, para poder realizar el análisis e implementar los indicadores.

En las Tablas 19 - 27, se muestra la estructura una muestra de los indicadores propuestos, el valor y la fuente de información de donde se obtuvo los datos de cada residencia.

Tabla 19: Indicador energético y de potencia instalada área 1 R.Z.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA (AREA 1)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Habitacion 1	kWh/mes - m ²	3.04	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Habitacion 2		4.38	
	Baño master		6.85	
Indice de potencia instalada por area	Habitacion 1	W/m ²	7.30	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitacion 2		12.77	
	Baño master		26.64	

Tabla 20: Indicador energético y de potencia instalada area2 R.Z.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA (AREA 2)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Cocina	kWh/mes - m ²	3.04	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Lavanderia		5.48	
	Baño recencion		13.70	
Indice de potencia instalada por area	Cocina	W/m ²	18.70	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Lavanderia		13.23	
	Baño recencion		1.82	

Tabla 21.: Indicador energético y de potencia instalada área 3 R.Z.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA (AREA 3)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Sala	kWh/mes - m ²	3.13	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Comedor		4.38	
Indice de potencia instalada por area	Sala	W/m ²	8.49	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Comedor		1.82	

Tabla 22: Indicador energético y de potencia instalada área 1 R.Z.N.

RESIDENCIA ZONA NORTE (AREA1)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Habitacion 1	kWh/mes - m ²	10.13	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Habitacion 2		12.16	
	Baño master		25.33	
Indice de potencia instalada por area	Habitacion 1	W/m ²	11.82	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitacion 2		14.18	
	Baño master		683.17	

Tabla 23: Indicador energético y de potencia instalada área 2 R.Z.N.

RESIDENCIA ZONA NORTE (AREA2)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Cocina	$kWh/mes - m^2$	12.667	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Lavanderia		19	
	Baño recepcion		76	
Indice de potencia instalada por area	Cocina	W/m^2	140	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Lavanderia		261.13	
	Baño recepcion		49.5	

Tabla 24: Indicador energético y de potencia instalada área 3 R.Z.N

RESIDENCIA ZONA NORTE (AREA3)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Sala	$kWh/mes - m^2$	15.2	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Comedor		14.476	
Indice de potencia instalada por area	Sala	W/m^2	110.2	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Comedor		18.857	

Tabla 25: Indicador energético y de potencia instalada área 1 R.Z.R.

RESIDENCIA ZONA RURAL (AREA 1)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Habitacion 1	$kWh/mes - m^2$	27.80	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Habitacion 2		38.40	
	Baño master		44.72	
Indice de potencia instalada por area	Habitacion 1	W/m^2	192.57	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitacion 2		266.03	
	Baño master		512.42	

Tabla 26: Indicador energético y de potencia instalada área 2 R.Z.R.

RESIDENCIA ZONA RURAL (AREA 2)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Cocina	$kWh/mes - m^2$	18.46	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Lavanderia		22.86	
	Baño recepcion		72.00	
Indice de potencia instalada por area	Cocina	W/m^2	373.78	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Lavanderia		242.06	
	Baño recepcion		450.00	

Tabla 27: Indicador energético y de potencia instalada área 3 R.Z.R.

RESIDENCIA ZONA RURAL (AREA 3)				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por area	Sala	$kWh/mes - m^2$	16.46	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Comedor		72.00	
Indice de potencia instalada por area	Sala	W/m^2	278.80	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Comedor		450.00	

7.2. Indicadores para equipos clasificados en los sistemas principales

En el siguiente grupo de indicadores, el objetivo es tener un monitoreo del consumo específico de todos los sistemas en los que se ha clasificado dentro de la instalación en conjunto con la potencia instalada, todo esto con el único fin de encontrar un nivel tecnológico y aplicarlo en cada sistema evaluado. A continuación, se realiza una breve descripción de las características de este tipo de indicadores:

Elemento calificado: sistemas más comunes como calefacción, enfriamiento, calentamiento de agua, iluminación, cocción y electrodomésticos.

Parámetro a medir: consumo de energía eléctrica, así como también de la potencia instalada del equipo (kWh/mes-m² y W/m²).

Frecuencia de medición: Se obtener los datos de manera diaria, de ser posible tres mediciones al día, con todos los valores recopilados es más fácil el análisis, la interpretación y practicar las correcciones de ser necesarias.

En las Tablas 28 - 30, se muestra los indicadores que se ha propuesto, el valor y la fuente de donde se obtuvo la información para poder realizar el seguimiento.

Indicadores para cada una de las residencias de cada zona.

En la Fig. 34 se observa un número mínimo de personas en las residencias de 2 en el horario (10:00am - 12:00pm), un número máximo de personas en la residencia de la zona centro de 3, en la residencia de la zona norte de 4 y en la residencia de la zona rural de 2. De tal manera dando un promedio de 3 personas por residencia.

En las Tablas 31 - 33, se muestra los indicadores propuestos, el valor y la fuente de donde se extrajo la información para realizar este trabajo

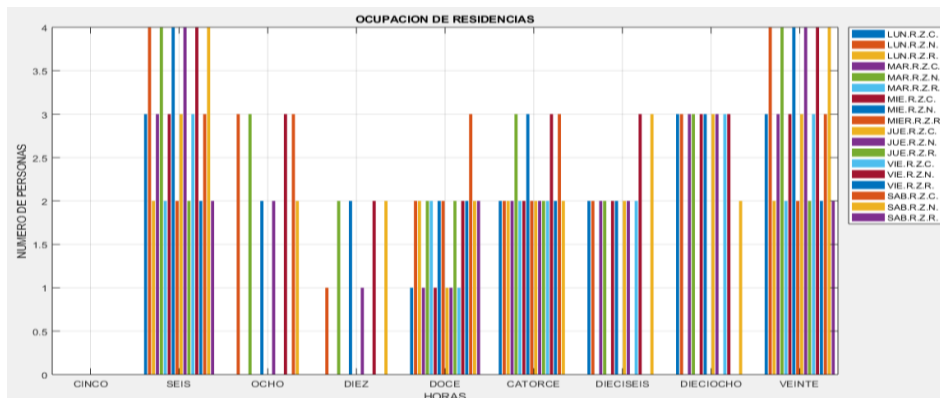


Figura 34: Ocupación residencias

Tabla 28: Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	$kWh/mes - m^2$	1.70	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		5.52	
	Iluminacion		0.04	
	Coccion		1.06	
	Electrodomesticos		0.28	
Indice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	W/m^2	48.00	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		156.25	
	Iluminacion		1.00	
	Coccion		41.67	
	Electrodomesticos		18.09	

Tabla 29: Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.N.

RESIDENCIA ZONA NORTE				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	$kWh/mes - m^2$	0.00	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		10.36	
	Iluminacion		0.08	
	Coccion		2.91	
	Electrodomesticos		0.85	
Indice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	W/m^2	0.00	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		666.67	
	Iluminacion		1.30	
	Coccion		131.75	
	Electrodomesticos		44.73	

Tabla 30: Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.R.

RESIDENCIA ZONA RURAL				
Indicador	Dependencia / area	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	$kWh/mes - m^2$	0.00	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m^2 .
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		8.49	
	Iluminacion		1.40	
	Coccion		4.55	
	Electrodomesticos		0.84	
Indice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefaccion	W/m^2	0.00	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Enfriamiento		0.00	
	Calentamiento agua		232.92	
	Iluminacion		23.08	
	Coccion		143.01	
	Electrodomesticos		39.79	

Tabla 31: Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA			
Indicador	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	0.55	Mediciones diarias de la energia electrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ ademas de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatacion de los datos.
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia	W/m^2	40.55	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendra en hojas de calculo de la EEQQ para la residencia.
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia	$kWh/mes - persona$	36.53	Numero total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia.
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	$W/persona$	2716.7	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda y calculado con cada parsona que vive en la residencia.

Tabla 32: Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.N.

RESIDENCIA ZONA NORTE			
Indicador	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	2	Mediciones diarias de la energia electrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ ademas de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatacion de los datos.
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia	W/m^2	113.8	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendra en hojas de calculo de la EEQQ para la residencia.
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia	$kWh/mes - persona$	38	Numero total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	$W/persona$	2163.1	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda y calculado con cada parsona que vive en la residencia.

Tabla 33: Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.R.

RESIDENCIA SECTOR RURAL			
Indicador	Unidad	Valor actual	Fuente de informacion
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	3.69	Mediciones diarias de la energia electrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ ademas de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatacion de los datos.
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia	W/m^2	103.34	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendra en hojas de calculo de la EEQQ para la residencia.
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia	$kWh/mes - persona$	144	Numero total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	$W/persona$	4030.13	Potencia total instalada y registrada mediante un calculo de la demanda y calculado con cada parsona que vive en la residencia.

Consideraciones para la medición de variables E. en las residencias.

Para lograr mayor exactitud en los indicadores es necesario tener una gran cantidad de datos que nos mejore la precisión en los puntos de análisis. En indicadores expuestos anteriormente se ha visto la necesidad de medir la energía eléctrica (E) en algunas áreas.

A continuación, se realiza una descripción más detallada de las condiciones mínimas que se necesita para la medición.

Variable a ser medida: Se va a medir la Energía eléctrica en forma diaria y acumulativa (kWh/mes).

Tipo de medidor: Actualmente son de tipo acumulativo el cual almacena el consumo que ha tenido la residencia en cada mes. También tenemos los medidores inteligentes que son de propiedad del dueño de la residencia, el cual cuenta con el registro de datos cada cierto tiempo programado por el usuario y que a su vez también es acumulativo.

Variables opcionales: Voltaje, corriente, factor de potencia, potencia activa, entre otras.

Observaciones: Se tiene una diferencia notable entre los medidores que los provee la E.E.Q.Q. con respecto a los medidores adquiridos por decisión del propietario de la residencia, se puede apreciar la calidad, precisión, los beneficios como poder el poder monitorear el consumo eléctrico en tiempo real en cualquier parte del mundo.

Gestión de los Indicadores

Con los indicadores planteados y con varias opciones de ahorro que existen en el mercado, en las Tablas 34 - 36 tenemos un listado de indicadores que se aplican para las comparaciones y las metas esperadas para cada uno de ellos, para lograrlo se plantea el uso de equipos de automatización, control, planificación del consumo por medio de horarios establecidos, entre otros que se podría plantear como continuación de este trabajo.

Tabla 34: Gestión indicadores R.Z.C.

RESIDENCIA ZONA CENTRICA			
Indicador	Unidad	Valor actual	Valor meta
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	0.55	0.49
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia.	W/m^2	40.55	36.49
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia	$kWh/mes - persona$	36.53	32.88
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	$W/persona$	2716.7	2445.0

Tabla 35: Gestión indicadores R.Z.N.

RESIDENCIA ZONA NORTE			
Indicador	Unidad	Valor actual	Valor meta
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	2	1.80
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia.	W/m^2	113.8	102.46
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia.	$kWh/mes - persona$	38	34.20
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia.	$W/persona$	2163.1	1946.8



Tabla 36: Gestión indicadores R.Z.R.

RESIDENCIA ZONA RURAL			
Indicador	Unidad	Valor actual	Valor meta
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las areas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	3.69	3.32
Indice de potencia instalada por el total de la suma de las areas de la residencia.	W/m^2	103.34	93.00
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia.	$kWh/mes - persona$	144	129.60
Indice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia.	$W/persona$	4030.13	3627.1

Con todos los indicadores deducidos se plantea la reducción de un consumo de la energía eléctrica en un 10%, siendo un valor meta que puede variar en función de la potencia instalada, además de ello es necesario hacer un seguimiento periódico a los indicadores.

Se ha realizado un análisis en tres residencias típicas de tres zonas distintos como el céntrico, norte y rural, todo ello para poder realizar una comparación entre indicadores de cada una de las residencias, donde interviene bastante la zona donde se halla ubicada la residencia y también el estilo de vida que se lleva dentro de la misma.

En la Tabla 37, se observa como varia el consumo en función de los indicadores en cada zona de

residencia. Además, de ello se realiza una nomenclatura de la tabla, donde tenemos el índice de consumo energético por elemento de calefacción (I.C.E.E.C.), el índice de consumo energético por elemento de enfriamiento (I.C.E.E.E.), índice de consumo energético por elemento de calentamiento de agua (I.C.E.E.C.A.), índice de consumo energético por elemento de iluminación (I.C.E.E.I.), índice de consumo energético por elemento de cocción (I.C.E.E.CO.), índice de consumo energético por elemento de electrodomésticos (I.C.E.E.EL.), el índice de consumo energético por el total de la suma de las áreas de la residencia (I.C.E.T.S.Z.R.) y el índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia (I.C.E.C.P.D.R.).

Tabla 37: Comparación de indicadores entre zonas

Indicador	Unidad	R. Z. Centrica	R. Z. Norte	R.Z. Rural	R.Z. Centrico Meta	R.Z. Norte Meta	R.Z. Rural Meta
Indice de consumo energetico por elemento (calefaccion)	$kWh/mes - m^2$	1.7	0	0	1.5	0	0
Indice de consumo energetico por elemento (enfriamiento)	$kWh/mes - m^2$	0	0	0	0	0	0
Indice de consumo energetico por elemento (calentamiento de agua)	$kWh/mes - m^2$	5.5	10.4	8.5	5.0	9.33	7.6
Indice de consumo energetico por elemento (iluminacion)	$kWh/mes - m^2$	0.04	0.1	1.4	0.04	0.1	1.3
Indice de consumo energetico por elemento (coccion)	$kWh/mes - m^2$	1.1	2.9	4.5	1.0	2.6	4.1
Indice de consumo energetico por elemento (electrodomesticos)	$kWh/mes - m^2$	0.3	0.8	0.8	0.3	0.8	0.8
Indice de consumo energetico por el total de la suma de las zonas de la residencia.	$kWh/mes - m^2$	0.5	2	3.69	0.5	1.80	3.3
Indice de consumo energetico por cada persona dentro de la residencia	$kWh/mes - persona$	36.5	38	144	32.9	34.2	129.6

8. ANALISIS DE RESULTADOS

En análisis de resultados se puede determinar que en la implementación de estos indicadores planteados, existe una aspiración de que tienda a reducirse el consumo proyectado en un 10%, un porcentaje muy alcanzable para lograr una reducción de consumo debido a que en la toma de mediciones y manipulación de datos se observó un comportamiento de reducción en ciertos meses, con todos los cálculos realizados consumo proyectado en un 10%, un porcentaje muy alcanzable para lograr una reducción de consumo debido a que en la toma de mediciones y manipulación de datos se observó un comportamiento de reducción en ciertos meses, con todos los cálculos realizados. En las Figs. 35 y 36 se presenta una comparación de los

indicadores, considerando los valores calculados y las metas.

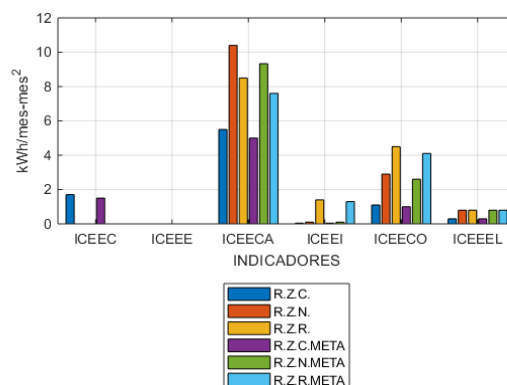


Figura 35: Comparación de indicadores de valores calculados y meta



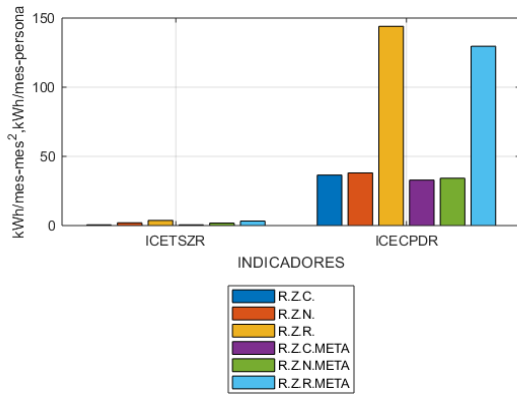


Figura 36: Comparación de indicadores de valores calculados y meta

9. CONCLUSIONES

Es importante enfatizar que al realizar el estudio solo en 3 hogares de las diferentes zonas de la ciudad, no se puede generalizar el comportamiento del cliente residencial ya que no se tomaron en cuenta otros factores como tipos de carga, área de construcción del hogar entre otros, sino más bien que se limitó a hogares en donde el acceso a la información así como a mediciones fue más factible ya que una de estas residencias contaba con un medidor inteligente.

Un aspecto a tener presente al momento de aplicar una gestión con indicadores de eficiencia, es el lugar donde se lo aplique ya que existe el pliego tarifario donde la empresa eléctrica Quito factura mediante los rangos de consumo que pueda tener la residencia en el mes, todo esto podría o no reflejar la aplicación de indicadores en la disminución de consumo.

La falta de conocimiento del tema también es una desventaja presente siempre, ya que el desconocimiento de usar la energía de una manera eficiente, a la final es dinero que no se quedara en el bolsillo del usuario.

Al definir un indicador energético con la metodología empleada tal y cual como se lo puede ver en [27] se logró determinar las áreas de más uso de energía eléctrica de un hogar tipo para tres diferentes zonas, luego de lo cual se podrá encontrar una oportunidad de ahorro y establecer una meta de ahorro energético.

Dividir por áreas una residencia ha permitido determinar que parte o área es la que más grado de incidencia tiene, y a su vez al tener identificada esa área se tiene la idea de en donde aplicar con más énfasis una gestión mediante indicadores de eficiencia.

El diseño, construcción y aplicación de los indicadores, permite comparar el nivel de eficiencia al que podemos llegar mediante las mejoras pertinentes, además de ello también se puede crear comparaciones entre las residencias aledañas en donde las familias desempeñen actividades similares.

Los valores obtenidos mediante la recopilación de datos en las residencias son aproximaciones reales de los consumos actuales en el país, lo que refleja que hay gestión de la energía en algunas de las residencias donde sin saberlo implementan normas de uso o adquieren elementos que ayuden a reducir consumo y lo más usual es encontrar hogares con focos ahorradores o leds, los cuales hoy en día han reemplazado a focos de otros tipo de material que consumía hasta 10 veces más que los de uso actual.

Mediante diversos cálculos realizados de las tres residencias en el análisis se obtuvo datos muy importantes dentro de lo que se tuvo como expectativa, y mediante esos resultados se definió un porcentaje meta de reducción de consumo el cual fue definido a un valor 10%, siendo un porcentaje accesible dentro de las tres residencias, gracias a indicadores que se ha definido en base a los comportamientos de consumo de la carga residencial, esto demuestra que si se plantea este porcentaje mínimo de meta, se puede reducir consumos energético y verlo reflejado en el aspecto económico.

Uno de los obstáculos para la implementación de modelos de gestión energéticos, así como de indicadores de eficiencia es la inversión inicial en equipos de menor consumo, equipos tecnológicos ya que dentro del mercado los medidores inteligentes tienen un costo elevado que no todos pueden acceder.

Es necesario empezar a tomar conciencia por propia voluntad con respecto al uso de la energía debido a que no solo afecta a la economía de la familia, sino también a factores como al deterioro de los artefactos eléctricos, los cuales tienen un tiempo de vida útil y que mientras más están en uso va tendiendo a deteriorarse y por ende a consumir un poco más de lo normal, con un uso más adecuado se reduce consumo energético y se alarga la vida útil del artefacto.

Se establecieron indicadores los cuales son aplicables en residencias promedio en nuestro medio, para residencias de gran área de construcción sería necesario proceder con cálculos similares, pero mientras más grande sea la residencia consumiría más energía eléctrica y sin una buena gestión de los indicadores sería bastante difícil poder hallar un camino para crear un ahorro mínimo.

Mediante el análisis del proceso de encuestas se ha concluido que existe una mayoría importante de personas que toman en cuenta al renovar sus aparatos eléctricos, en la búsqueda de hallar un ahorro en su planilla de luz, debido a que al transcurrir los años las personas han ido notando que la tecnología avanza y con ello presenta mejores opciones de aparatos eléctricos que no solo influye en el consumo eléctrico, sino también en aspectos como peso, eficiencia, capacidad, durabilidad, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Affonso and R. da Silva, "Demand Side Management of a Residential System using Simulated Annealing," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 13, no. 5, pp. 1355–1360, 2015.
- [2] K. Al-Jabery, Z. Xu, W. Yu, D. C. Wunsch, J. Xiong, and Y. Shi, "Demand-Side Management of Domestic Electric Water Heaters Using Approximate Dynamic Programming," *IEEE Trans. Comput. Des. Integr. Circuits Syst.*, vol. 36, no. 5, pp. 775–788, 2017.
- [3] A. Anvari-Moghaddam, J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, H. Monsef, and A. Rahimi-Kian, "Efficient energy management for a grid-tied residential microgrid," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 11, no. 1, pp. 2752–2761, 2017.
- [4] P. Pawar, "Design of Smart Socket for Power Optimization in Home Energy Management System," pp. 1739–1744, 2017.
- [5] F. Y. Melhem, O. Grunder, Z. Hammoudan, and N. Moubayed, "Optimization and Energy Management in Smart Home Considering Photovoltaic, Wind, and Battery Storage System With Integration of Electric Vehicles," *Can. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 40, no. 2, pp. 128–138, 2017.
- [6] A. Mirakhorli and B. Dong, "Occupant-behavior driven appliance scheduling for residential buildings," *Build. Simul.*, vol. 10, no. 6, pp. 917–931, 2017.
- [7] V. Pradhan, V. Balijepalli, and S. Khaparde, "An Effective Model for Demand Response Management Systems of Residential Electricity Consumers," *Ieee Syst.*, pp. 1–12, 2014.
- [8] R. Subbiah, A. Pal, E. K. Nordberg, A. Marathe, and M. V. Marathe, "Energy Demand Model for Residential Zona: A First Principles Approach," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 8, no. 3, pp. 1215–1224, 2017.
- [9] J. L. Wakabayashi and J. Merzthal, "Directrices para la implementación de un modelo de gestión de la relación con el cliente en el sector industrial: caso DAMERA," *Estud. Gerenciales*, vol. 31, no. 137, pp. 455–462, 2015.
- [10] M. Rastegar, M. Fotuhi-Firuzabad, H. Zareipour, and M. Moeini-Aghaieh, "A Probabilistic Energy Management Scheme for Renewable-Based Residential Energy Hubs," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 8, no. 5, pp. 2217–2227, 2017.
- [11] D. Setlhaolo, S. Sichilalu, and J. Zhang, "Residential load management in an energy hub with heat pump water heater," *Appl. Energy*, vol. 208, no. July 2012, pp. 551–560, 2017.
- [12] A. Anvari-moghaddam, H. Monsef, and A. Rahimi-kian, "Optimal Smart Home Energy Management Considering Energy Saving and a," vol. 6, no. 1, p. 5090, 2016.
- [13] M. Muratori and G. Rizzoni, "Residential Demand Response: Dynamic Energy Management and Time-Varying Electricity Pricing," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 31, no. 2, pp. 1108–1117, 2016.
- [14] A. D. Quevedo, E. G. Suarez, S. M. Arias, F. Santamaria, and J. A. Alarcon, "Assessment of Energy Efficiency indicators on a residential building with Plug-in Electric Vehicles and energy action plans for users," 2015 IEEE PES Innov. Smart Grid Technol. Lat. Am. ISGT LATAM 2015, pp. 881–886, 2016.
- [15] M. Beaudin, H. Zareipour, A. Kiani Bejestani, and A. Schellenberg, "Residential energy management using a two-horizon algorithm," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 4, pp. 1712–1723, 2014.
- [16] N. Boogen, S. Datta, and M. Filippini, "Dynamic models of residential electricity demand: Evidence from Switzerland," *Energy Strateg. Rev.*, vol. 18, pp. 85–92, 2017.
- [17] G. Brusco, A. Burgio, D. Menniti, A. Pinnarelli, and N. Sorrentino, "Energy management system for an energy district with demand response availability," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 5, pp. 2385–2393, 2014.
- [18] M. Nistor and C. Antunes, "Integrated Management of Energy Resources in Residential Buildings - a Markovian Approach," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 1, pp. 1–1, 2016.
- [19] G. Ciulla, A. D'Amico, and V. Lo Brano, "Evaluation of building heating loads with dimensional analysis: Application of the Buckingham π theorem," *Energy Build.*, vol. 154, pp. 479–490, 2017.
- [20] F. Farmani, M. Parvizimosaed, H. Monsef, and A. Rahimi-Kian, "A conceptual model of a smart energy management system for a residential building equipped with CCHP system," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 95, pp. 523–536, 2018.
- [21] A. Ouammi, H. Dagdougui, L. Dessaint, and R. Sacile, "Global energy management system for cooperative networked residential green buildings," *IET Renew. Power Gener.*, vol. 10, no. 8, pp. 1237–1244, 2016.
- [22] D. Fischer et al., "Modeling the Effects of Variable Tariffs on Domestic Electric Load

Profiles by Use of Occupant Behavior Submodels,” IEEE Trans. Smart Grid, vol. 8, no. 6, pp. 2685–2693, 2017.

- [23] O. Gomofov, P. F. Trov, and X. Kestelyn, “Adaptive Energy Management System Based on a Real-Time Model Predictive Control With Nonuniform Sampling Time for Multiple Energy Storage Electric Vehicle,” vol. 66, no. 7, pp. 5520–5530, 2017.
- [24] N. Good, E. Karangelos, A. Navarro-Espinosa, and P. Mancarella, “Optimization under Uncertainty of Thermal Storage-Based Flexible Demand Response with Quantification of Residential Users’ Discomfort,” IEEE Trans. Smart Grid, vol. 6, no. 5, pp. 2333–2342, 2015.
- [25] J. R. Paim Neto and D. Bianchini, “Analyzing Consumer Behavior on Residential Energy Efficiency Using Fuzzy Logic Model,” IEEE Lat. Am. Trans., vol. 13, no. 10, pp. 3269–3276, 2015.
- [26] J. A. Rumipamba, “Smart Electric Energy Meter using Raspberry Pi Electronic Board Medidor Inteligente de Energía Eléctrica utilizando la Tarjeta Electrónica Raspberry Pi,” no. 14, pp. 131–139, 2018.
- [27] Indicadores de Eficiencia energética: Fundamentos estadísticos:
https://webstore.iea.org/download/direct/935?fileNa=IndicadoresdeEficienciaEnergetica_Fundamento sEstadisticos.pdf

docencia e investigación relacionado con la Electrónica de Control basada en tarjetas inteligentes, domótica y, Electrónica de los Sistemas de Potencia en energías alternativas



Juan Carlos Taco.- nació en Cuenca, Ecuador, el 09 de diciembre de 1988. Se graduó de bachiller con especialización técnico en electricidad en el Colegio Nacional Técnico Ascázubi, Ecuador 2006. Egresado

de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo consiste en realizar un modelo de gestión energética para la determinación de indicadores de eficiencia eléctrica en el sector residencial



Luis Fernando Tipan. - nació en Quito, Ecuador, el 21 de junio de 1982. Se graduó de la Facultad de Ingeniería Eléctrica Como Ingeniero en Electrónica en Control en la Escuela Politécnica Nacional. sus estudios de postgrado los hizo en la Escuela

Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Mecánica, obteniendo el grado de Magister en eficiencia Energética. su campo acción lo dedico en gran parte a los procesos industriales, luego de lo cual se dedicó a la