

"TEMA"

**MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE
INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE
INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

**AUTOR:
JUAN CARLOS TACO FLORES**

**TUTOR:
LUIS FERNANDO TIPÁN VERGARA**

Quito, noviembre 2018

Juan Carlos Taco flores

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador 2018

Ingeniera Eléctrica

Reseña de autores e información de contacto:



Juan Carlos Taco Flores (Y'1988, D'09) 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.

jtacof@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Luis Fernando Tipán Vergara (Y'1982, J'21) 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.

ltipan@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

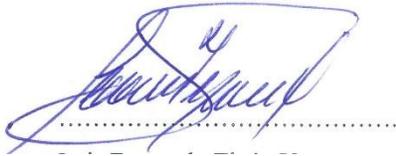
©2018 universidad Politécnica Salesiana

QUITO-ECUADOR

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo, Luis Fernando Tipán Vergara declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación *“Modelo de Gestión Energética para la Determinación de Indicadores de Eficiencia Eléctrica en el Sector Residencial”* realizado por Juan Carlos Taco Flores, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, noviembre del 2018



.....
Luis Fernando Tipán Vergara

Cédula de identidad:171732900-5

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Juan Carlos Taco Flores, con documento de identificación N° 172082103-0, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor/es del trabajo de grado/titulación intitulado: *“Modelo de Gestión Energética para la Determinación de Indicadores de Eficiencia Eléctrica en el Sector Residencial”*, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Nombre: Juan Carlos Taco Flores

Cédula:172082103-0

Fecha: noviembre del 2018

1. *INDICE GENERAL*

Abstract	1
1. Introducción	2
2. Herramientas para la cuantificación del uso de indicadores	3
2.1. Encuesta general al sector residencial.....	3
2.1.1. Características generales:	3
2.1.2. Hábitos de consumo y uso de electrodomésticos:.....	3
2.1.3. Percepción de confort:.....	4
2.2. Monitoreo del consumo energético.....	5
2.3. Encuestas puerta a puerta.....	5
3. Sistemas de consumo eléctrico más utilizado en el hogar.....	5
3.1. Calefacción hogar.....	5
3.2. Enfriamiento hogar.....	5
3.3. Calentamiento agua.....	6
3.4. Iluminación.....	6
3.5. Cocción.....	6
3.6. Aparatos electrodomésticos.....	6
3.7. Otros usos energéticos.....	6
4. Balance energético de varios sectores en el consumo final.....	6
4.1. Sector céntrico.....	6
4.2. Sector norte.....	8
4.3. Sector Rural.....	9
4.4. Comparación de los tres sectores.....	10
5. Jerarquización de los indicadores.....	11
5.1. Distribución por zonas de la residencia del sector céntrico.....	11
5.2. Distribución por zonas de la residencia del sector norte.....	13
5.3. Distribución por zonas de la residencia del sector rural.....	14
5.4. Análisis final de las zonas.....	15
6. Análisis y determinación de consumos residenciales.....	16
6.1. Análisis de Consumos históricos de la E. eléctrica en las residencias.....	16
6.2. Distribución de consumos.....	18
7. Indicadores energéticos en los sectores de análisis.....	18
7.1. Indicadores para zonas dentro de cada una de las residencias.....	18
7.2. Indicadores para equipos clasificados en los sistemas principales.....	20

7.3. Indicadores para cada una de las residencias de cada sector.	21
7.4. Consideraciones para la medición de variables E. en las residencias.	23
7.5. Gestión de los Indicadores.	23
8. Análisis de resultados.....	25
9. Conclusiones	26
10. Referencias	27
10.1. Estado del Arte.....	31

2. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número total de encuestas.	3
Figura 2. Refrigeradores nuevos vs antiguos.	3
Figura 3. Porcentaje lavadoras nuevas vs antiguas.	4
Figura 4. Porcentaje de cada electrodoméstico de uso mediano.	4
Figura 5. Uso de la calefacción eléctrica.	4
Figura 6. gestión óptima energética.	5
Figura 7. Consumo energético del mes de marzo del año 2017.	7
Figura 8. Consumo energético del mes de marzo del 2018.	7
Figura 9. Consumo energético del año 2017 entre marzo y diciembre.	8
Figura 10. Consumo energético del año 2018 entre enero y junio.	8
Figura 11. Consumo en porcentaje desde marzo a diciembre del 2017.	8
Figura 12. Consumo en porcentaje desde enero a junio del 2018.	8
Figura 13. Consumo individual de enero del 2018.	9
Figura 14. Consumo energético de enero a abril 2018.	9
Figura 15. Porcentaje de consumo energético de cada artefacto en el hogar.	9
Figura 16. Consumo energético individual de enero 2018.	10
Figura 17. Consumo energético de enero a abril del 2018.	10
Figura 18. consumo de la residencia en porcentaje referente a cada artefacto.	10
Figura 19. Comparación de las tres casas entre enero y abril del 2018.	11
Figura 20. Pirámide de indicadores energéticos de la AIE.	11
Figura 21. Distribución de un hogar tipo por zonas.	11
Figura 22. Zona1 residencia sector céntrico.	12
Figura 23. Zona2 residencia sector céntrico.	12
Figura 24. Zona 3 residencia sector céntrico.	13
Figura 25. Zona1 residencia sector norte.	13
Figura 26. Zona2 residencia sector norte.	14
Figura 27. Zona 3 residencia sector norte.	14
Figura 28. Zona1 residencia sector rural.	15
Figura 29. Zona2 residencia sector rural.	15
Figura 30. Zona3 residencia sector rural.	15
Figura 31. Energía activa 2018.	17
Figura 32. Valor en dólares consumo 2018.	17
Figura 33. Potencia instalada en cada residencia.	18
Figura 34. Ocupación residencias	22
Figura 35. Comparación de indicadores de valores calculados y meta.	25
Figura 36. Comparación de indicadores de valores calculados y meta.	26
Figura 37. Indicadores del Estado del Arte.	35

3. INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aparatos eléctricos de uso en el sector céntrico.	7
Tabla 2. Aparatos eléctricos usuales dentro del sector norte.	9
Tabla 3. Aparatos eléctricos típicos en el sector Urbano.	10
Tabla 4. artefactos en común de las 3 casas de distinto sector.	11
Tabla 5. Zona1 residencia sector céntrico.	12
Tabla 6. Zona2 residencia sector céntrico.	12
Tabla 7. Zona 3 residencia sector céntrico.	13
Tabla 8. Zona1 residencia sector norte.	13
Tabla 9. Zona 2 residencia sector norte.	13
Tabla 10. Zona3 residencia sector norte.	14
Tabla 11. Zona1 residencia sector rural.	14
Tabla 12. Zona2 residencia sector rural.	15
Tabla 13. Zona3 residencia sector rural.	15
Tabla 14. Suma de todas las zonas.	16
Tabla 15. Zonas 1.	16
Tabla 16. Zonas 2.	16
Tabla 17. Zonas 3.	16
Tabla 18. Rango de consumo vs cargos tarifarios.	17
Tabla 19. Indicador energético y de potencia instalada zona1 R.S.C.	18
Tabla 20. Indicador energético y de potencia instalada zona2 R.S.C.	18
Tabla 21. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.C.	19
Tabla 22. Indicador energético y de potencia instalada zona 1 R.S.N.	19
Tabla 23. Indicador energético y de potencia instalada zona2 R.S.N.	19
Tabla 24. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.N.	19
Tabla 25. Indicador energético y de potencia instalada zona 1 R.S.R.	19
Tabla 26. Indicador energético y de potencia instalada zona 2 R.S.R.	20
Tabla 27. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.R.	20
Tabla 28. Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.C.	21
Tabla 29. Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.N.	21
Tabla 30. Indicador de índice de energía eléctrica y potencia instalada R.S.R.	21
Tabla 31. Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.C.	22
Tabla 32. Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.N.	22
Tabla 33. Ind. de energía E. y potencia I. del área de construcción R.S.R.	23
Tabla 34. Gestión indicadores R.S.C.	24
Tabla 35. Gestión indicadores R.S.N.	24
Tabla 36. Gestión indicadores R.S.R.	24
Tabla 37. Comparación de indicadores entre sectores.	25
Tabla 38. Matriz estado del Arte.	31

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

Resumen

En este documento se presenta un modelo de gestión energética a través de la creación de indicadores de eficiencia que permita reducir el consumo de electricidad en el sector 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 los electrodomésticos mediante mediciones y encuestas que constante las 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.

Abstract

This document presents an energy management model through the creation of efficiency indicators that allow reduce the consumption of electricity in the residential sector 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.

Keywords: Consumption, Demand, surveys, management, Indicators, model and measurement.

1. Introducción

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].

En el análisis para determinar la demanda eléctrica se encontrado con diversos problemas que han sido objeto de análisis por científicos[5][6][7], entre los principales se hallan:

- Las políticas internas de cada distribuidora, que tiene que ver con el método de determinarlo[8][9].
- El poco seguimiento que tiene sectores como el rural, donde no se puede deducir exactamente la tasa de incremento anual que se puede dar, y como en varios documentos analizados solo se realiza una proyección que contiene falencias[10][11].

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 el sector industrial es muy difícil reducir consumos, a diferencia del sector 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].

Existen varias maneras de hallar indicadores en el sector eléctrico 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].

De manera general se puede decir que una buena gestión energética está basada en pilares como monitoreo periódico del lugar, en el método planteado para el análisis[26], la evolución que pueda llegar a tener la tecnología y su implementación en el lugar[27], con parámetros así se puede conducir cualquier lugar a tener mejoras que se pueden reflejar a largo plazo o de manera más clara puede definirse anualmente[28][29][30].

Un punto de análisis complejo es determinar cuánto influye la cantidad de usuarios dentro de una residencia debido a varios factores entre ellos se puede mencionar el horario de trabajo, horarios de comida, horarios de uso de duchas o calentadores eléctricos, horario de entretenimiento, etc. Esto no solo puede usarse en residencias, sino también en edificios, condominios, barrios, parroquias, ciudades, etc.[31]. La necesidad de equiparar costos frente a nivel de uso de la energía , hace que se busque maneras o formas de alcanzar un ahorro en las planillas de los usuarios y es donde se opta por

hacer investigaciones, en donde se puede desarrollar herramientas como indicadores enfocados a buscar maneras o formas de reducir el consumo en los artefactos[32][33], esto no quiere decir que se pueda manipular a cada artefacto, sino que se pueda llegar a usar de una manera más inteligente.

Los modelos de gestión energética son la agrupación de parámetros como monitoreo dentro de la residencia, índices de consumo mediante lo indicadores de eficiencia, control del uso de artefactos, entre otros; todo esto es con el fin de poder administrar el uso adecuado de la energía, tanto en horas valle y de la misma manera en horas pico, donde se busca encontrar un nivel de organización de los usuarios dentro del consumo que realiza a diario[34][35].

2. Herramientas para la cuantificación 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 al sector residencial.

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

- 198 casas.
- 18 departamentos en complejos habitacionales(urbanizaciones).
- 90.departamentos en edificios.

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

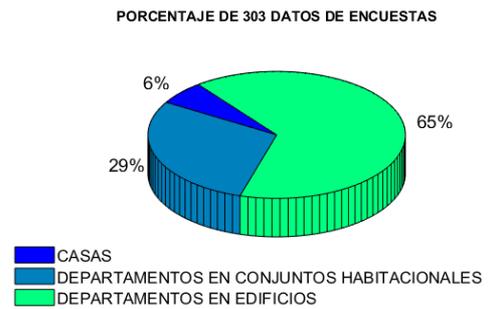


Figura 1. Número total de encuestas.

2.1.1. Características generales:

- Las encuestas dan resultados como 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.

2.1.2. Hábitos de consumo y uso de electrodomésticos:

- La figura 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.

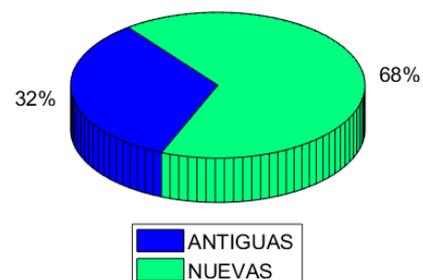


Figura 2. Refrigeradores nuevos vs antiguos.

- 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 watos, 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 figura3.



Figura 3. Porcentaje lavadoras nuevas vs antiguas.

- La potencia promedio entre lavadoras varia 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 watos.
- 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 figura 4 se expone en porcentajes la frecuencia de uso de varios electrodomésticos.

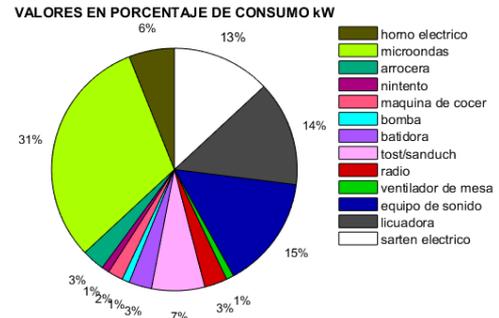


Figura 4. Porcentaje de cada electrodoméstico de uso mediano.

2.1.3. 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 figura 5.

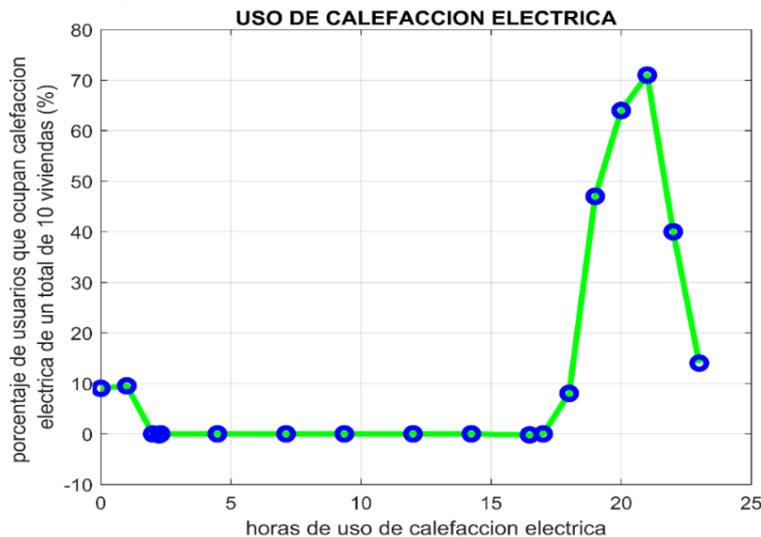


Figura 5. Uso de la calefacción eléctrica.

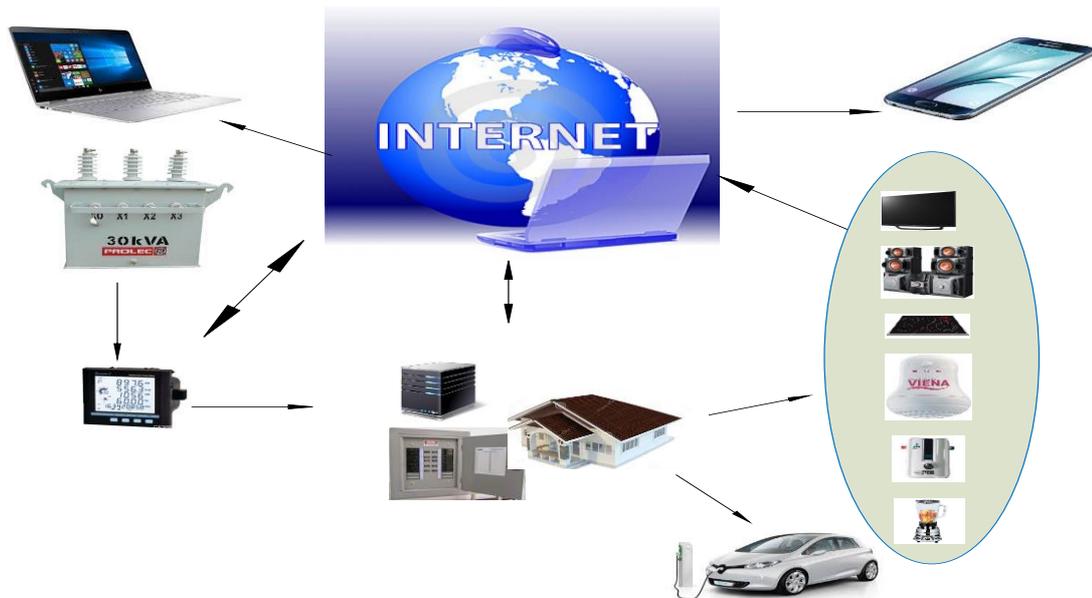


Figura 6. gestión óptima energética.

2.2. Monitoreo del consumo energético.

En la Figura 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.

2.3. 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, esto es posible realizar siempre y cuando se haya planteado las preguntas correctas en donde se especifique a donde se desea llegar, para nuestro análisis se ha tomado en cuenta factores como potencias, amperajes, horas de uso, frecuencia de uso, etc.

3. 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.

3.1. Calefacción hogar.

La calefacción consta de artefactos como por ejemplo calentadores eléctricos, calefactor por convención, calefacción eléctrica por sistemas de radiación, calefacción eléctrica por radiadores eléctricos, calefacción eléctrica por convección forzada

Ventajas:

- Facilidad de instalación respecto a otras alternativas.
- Mantenimiento en escasas ocasiones.
- Seguridad en este tipo de calefacción.
- Algunos modelos cuentan con radiadores de bajo consumo que permite tener un ahorro económico considerable.

3.2. Enfriamiento hogar.

Como elementos de enfriamiento tenemos varias opciones como lo son aires acondicionados, ventiladores, refrigeración por absorción, sistemas de refrigeración por compensación.

3.3. Calentamiento agua.

Como aparatos eléctricos que ayudan con el calentamiento de agua dentro del hogar tenemos calefones eléctricos, calderas eléctricas, calentadores punto, calentadores de paso, calentadores de acumulación.

Una ventaja significativa es que la temperatura del agua se mantiene de manera constante y una desventaja es el alto consumo de energía eléctrica.

3.4. Iluminación.

La iluminación tiene varios tipos de luminarias con diferentes compuestos o materiales, entre ellos focos led, incandescentes, de neón, ahorradores, fluorescentes, cada uno de ellos tienen ventajas como calidad de visualización, cobertura lumínica, así también desventajas entre ellas mayor consumo, costo, duración; en la actualidad los focos tipo led han alcanzado un ahorro considerable en consumo de energía y por consiguiente un ahorro económico, siendo su única limitante su costo inicial de implementación.

3.5. Cocción.

Los elementos que intervienen en la parte de cocción son frecuentemente las cocinas de inducción, hornos, microondas, extractor, refrigeradora, licuadoras, batidoras, etc.

3.6. Aparatos electrodomésticos.

Los electrodomésticos son artefactos de variada potencia entre los cuales tenemos aparatos como televisores, equipos de sonido, DVD, lavadoras, secadoras, planchas, etc.

3.7. 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 la reducción de las

emisiones de CO₂ al ambiente, evitando así posibles daños a los seres vivos del entorno que rodea a o a las residencias.

4. Balance energético de varios sectores en el consumo final.

El presente documento entra en un análisis estadístico acerca del manejo energético residencial que tiene gran influencia el sector 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 sectores como sector céntrico, norte y rural.

Se ha tomado estos tres sectores 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 sector ya anteriormente mencionado:

4.1. Sector céntrico.

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 tiene 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 el sector céntrico de la ciudad de Quito.

Tabla 1. Aparatos eléctricos de uso en el sector céntrico.

APARATO ELÉCTRICO	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
Licudadora	350
Secador de pelo	220
Decodificador	90
Amplificador 5.1	440

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 figura 7, donde se ha tomado como referencia el mes de marzo del 2017.

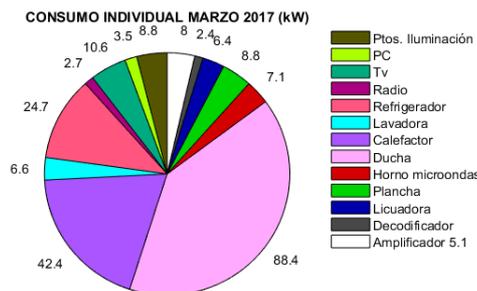


Figura 7. Consumo energético del mes de marzo del año 2017.

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

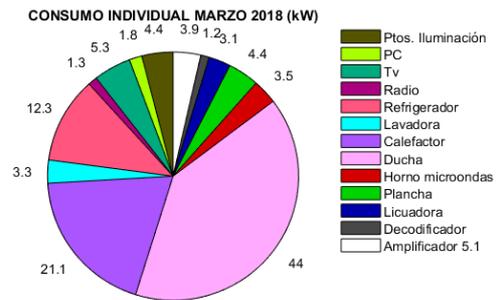


Figura 8. Consumo energético del mes de marzo del 2018.

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

$$E(\text{mes}) = Pot * Num. horas(\text{mes}) \quad (1)$$

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

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

Donde:

$E(\text{mes})$ 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:

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

Donde:

$E\left(\frac{\text{artefacto}}{\text{mes}}\right)$ Es la energía que consume cada artefacto durante el mes. En la figura 9 se muestra el consumo energético que ha tenido cada artefacto del domicilio durante el año 2017 desde el mes de marzo hasta diciembre.

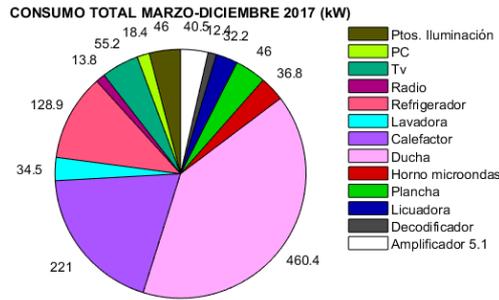


Figura 9. Consumo energético del año 2017 entre marzo y diciembre.

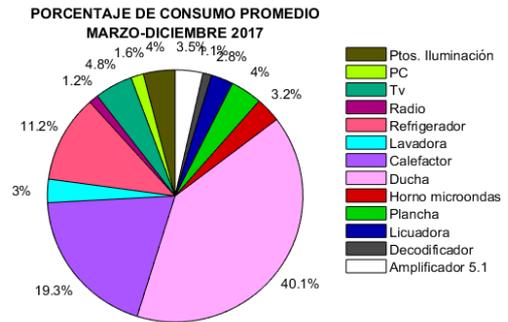


Figura 11. Consumo en porcentaje desde marzo a diciembre del 2017.

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

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

$$E_{t.(c/artef)} = \sum E_{mes}(\text{mar} - \text{dic}) \quad (6)$$

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

Donde:

$E_{t.}$ Energía total de cada artefacto eléctrico.

$E_{t.(c/artef)}$ 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 figura 10.

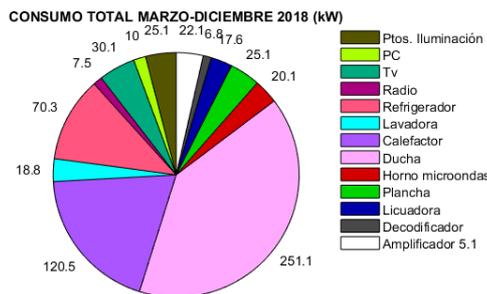


Figura 10. Consumo energético del año 2018 entre enero y junio.

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

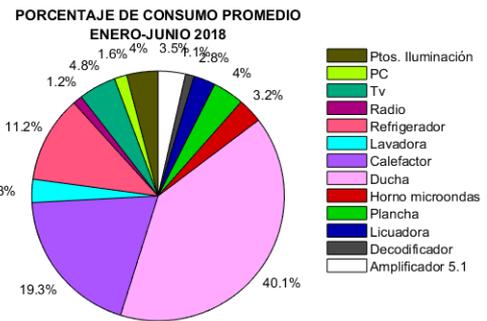


Figura 12. Consumo en porcentaje desde enero a junio del 2018.

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

$$\%conspro = \frac{\sum \text{consu. indi. mes}}{\text{numero de meses}} * 100\% \quad (8)$$

Donde:

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

4.2. Sector norte.

El sector norte contempla un consumo similar al sector céntrico debido a que goza de servicios importantes que ha hecho mejorar la calidad de vida, además teniendo en cuenta de que algunas entidades como hospitales o dependencias públicas están ubicadas por el sector, lo que hace que los servicios ya mencionados en el sector céntrico también sean ubicados para este sector. 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 del sector 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 del año 2018, para establecer el comportamiento continuo energético de la residencia, en la tabla 2 se observa los artefactos eléctricos más usuales que se puede hallar en una residencia de este sector con su respectiva potencia instalada.

Se acota que en este tipo de residencia no existen cargas especiales y que se toma como referencia únicamente artefactos usuales.

Tabla 2. Aparatos eléctricos usuales dentro del sector norte.

APARATO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)
Puntos de iluminación	99
TV	78
microondas	300
Refrigerador	150
cocina de inducción	6
ducha eléctrica	4000
licuadora	375
lavadora	490
equipo de sonido	650
teléfono	4
batidora	250
arrocera	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 figura 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.

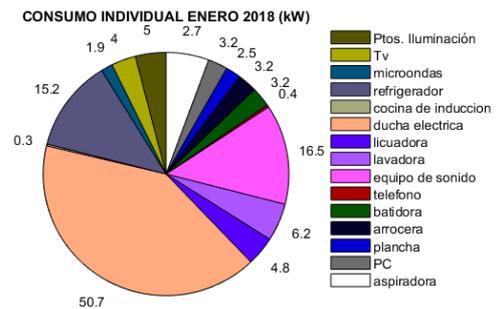


Figura 13. Consumo individual de enero del 2018.

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

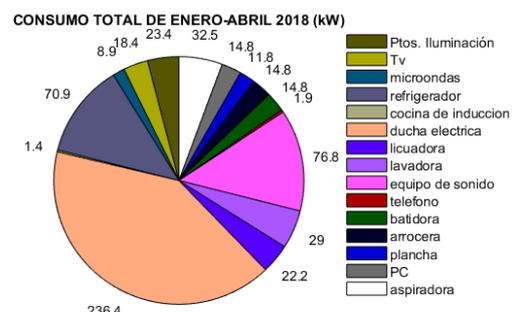


Figura 14. Consumo energético de enero a abril 2018.

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

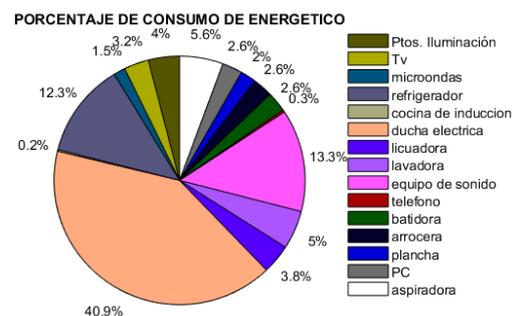


Figura 15. Porcentaje de consumo energético de cada artefacto en el hogar.

4.3. Sector 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 del sector de estudio.

Tabla 3. Aparatos eléctricos típicos en el sector Urbano.

APARATO ELÉCTRICO	POTENCIA (W)
Puntos de iluminación	1800
Computadora	350
Impresora	550
TV	195
Refrigerador	290
plancha	550
lavadora	700
cocina de inducción	6
licuadora	375
calentador de agua	1500
equipo de sonido	180
teléfono	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 figura 16 que muestra el consumo de cada artefacto de la residencia en el mes de enero tomado como referencia.

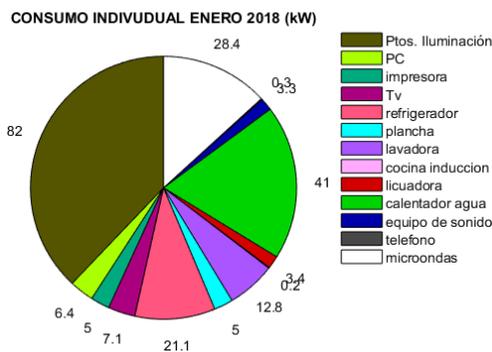


Figura 16. Consumo energético individual de enero 2018.

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

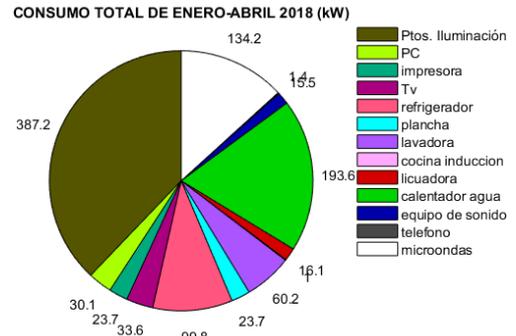


Figura 17. Consumo energético de enero a abril del 2018.

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

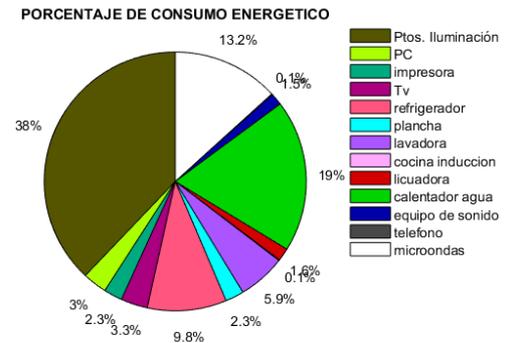


Figura 18. consumo de la residencia en porcentaje referente a cada artefacto.

4.4. Comparación de los tres sectores.

Una vez que se ha expuesto los datos mediante ilustraciones de cada uno de los sectores, podemos compararlos entre sí y determinar que artefactos eléctricos dentro de los tres hogares son más comúnmente hallados y cuál es su porcentaje de uso que puede llegar a tener dentro de la residencia, en la tabla 4 se muestra desde el artefacto que más comúnmente se halla en uso entre los 3 hogares, hasta los menos usuales y que por ende es el de menor consumo diariamente.

Lo anteriormente explicado es un análisis general que se puede aplicar a residencias promedio que se puede hallar en el medio.

Tabla 4. artefactos en común de las 3 casas de distinto sector.

APARATOS ELÉCTRICOS 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 inducción	67%
ducha eléctrica	67%
teléfono	67%
cargador de celular	67%
Impresora	33%
Radio	33%
calefactor	33%
calentador de agua	33%
batidora	33%
arrocera	33%
secador de pelo	33%
decodificador	33%
aspiradora	33%

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

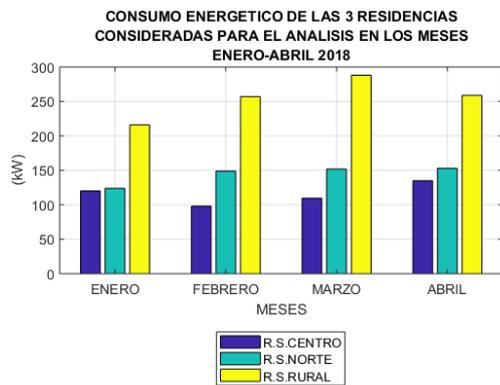


Figura 19. Comparación de las tres casas entre enero y abril del 2018.

5. Jerarquización de los indicadores.

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

En la figura 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 zonas, como se observa en la figura 21.

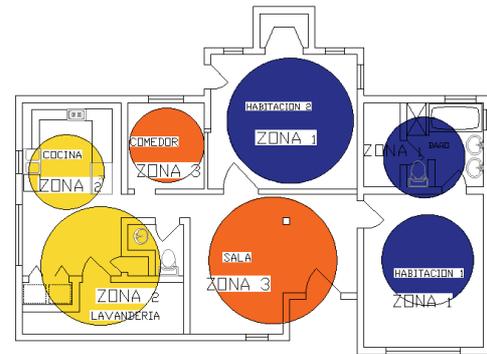


Figura 21. Distribución de un hogar tipo por zonas.

Como se observa en la figura 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 zonas que son las siguientes:

- Zona1: B. master, Habit1 y Habit2.
- Zona2: cocina y C. lavandería.
- Zona3: sala y comedor.

5.1. Distribución por zonas de la residencia del sector céntrico.

La división por zonas 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 zona, 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 ultimo tendremos la intensidad de energía sectorial(I.E.S.) que nos es más que la suma de todas las intensidades de usos de energía de los artefactos.

Tabla 5. Zona1 residencia sector céntrico.

Z 1	Aparatos Eléctricos	Pot. (W)	I.U.E .F. (W)	I. E. S. (W)
Habi. 1	Pts. Ilumina.	200	45	171.9
	TV	400	27	
Habi. 2	calefacción	1200	36	
	Secad. de pelo	220	0.9	
baño	Decodific. ducha	90	27	
		2500	36	
	total	4610	171.9	

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

$$Pot. U(total) = \sum Pot_{(artefacto)} \quad (9)$$

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

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

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

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. S La intensidad energética sectorial.

Con los datos obtenidos anteriormente construimos la pirámide 1 o zona 1 de la residencia del sector céntrico, y la visualizamos en la figura 22.

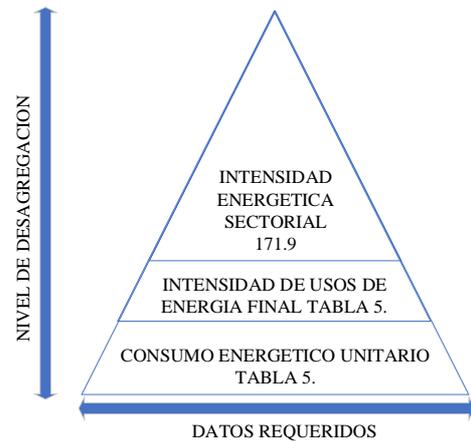


Figura 22. Zona1 residencia sector céntrico.

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

Tabla 6. Zona2 residencia sector céntrico.

Z 2	Aparato Eléctricos	Pot (W)	I. U. E. F. (W)	I.E. S. (W)
Cocina, Lavandería, Baño Recep.	radio	150	18	189
	Refri.	350	72	
	lavadora	750	9	
	Pts. Ilumina.	200	45	
	Microond.	800	9	
	plancha	500	18	
	licuadora	350	18	
	total	3100	189	

En la figura 25 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 sectorial (I.E.S).



Figura 23. Zona2 residencia sector céntrico.

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

Tabla 7. Zona 3 residencia sector céntrico.

Z 3	Aparato Eléctricos	Pot (W)	I. U. E.F. (W)	I. E.S. (W)
Comedor, sala	Pts. Ilumina.	200	45	108
	PC	200	18	
	Amplificad.	440	18	
	TV	400	27	
	total	1240	108	

En la figura 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 sectorial (I.E.S.).



Figura 24. Zona 3 residencia sector céntrico.

5.2. Distribución por zonas de la residencia del sector norte.

En el sector norte se ha hecho una división por zonas 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 de la zona, como potencia de cada artefacto, la intensidad de usos de energía final (I.U.E.F.) y finalmente la intensidad energética sectorial (I.E.S.).

Tabla 8. Zona 1 residencia sector norte.

Z 1	Aparato Eléctricos	POT. (W)	I.U. E.F. (W)	I. E. S. (W)
habita.1, habita.2, baño	Pts. Ilumina.	99	36	117
	TV	78	36	
	ducha	4000	9	
	Cargador celular	0.26	36	
	total	4177.3	117	

Con los datos de la tabla 8 construimos la pirámide 1 o zona 1 de la residencia del sector norte, y la visualizamos en la figura 25.



Figura 25. Zona 1 residencia sector norte.

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

Tabla 9. Zona 2 residencia sector norte.

Z 2	Aparato Eléctricos	Pot. (W)	I.U.E.F. (W)	I.E.S. (W)
cocina	C. inducción	6	36	189
	Refri.	150	72	
lavand.	lavadora	490	9	
	Pts. Ilumina.	99	36	
baño recep.	Microond	300	4.5	
	plancha	400	4.5	
	licuadora	375	9	
	batidora	250	9	
	arrocera	500	4.5	
	aspiradora	110	4.5	
	total	3670	189	

En la figura 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 sectorial (I.E.S.).

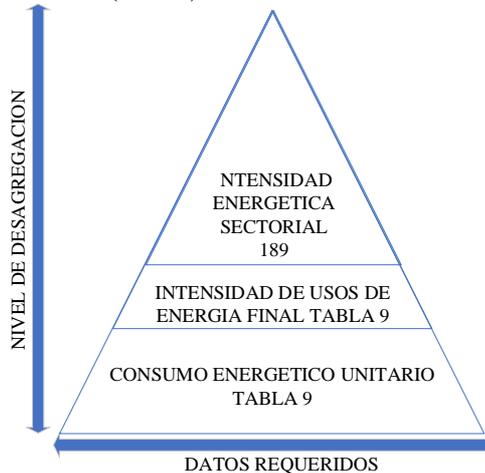


Figura 26. Zona2 residencia sector norte.

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

Tabla 10. Zona3 residencia sector norte.

Z 3	Aparato Eléctricos	Pot. (W)	I.U. E.F. (W)	I.E.S. (W)
sala,	Pts. Ilumina.	99	36	171
	PC	250	9	
comedor.	E. de sonido	650	18	
	TV	78	36	
	teléfono	4	72	
	total	1081	171	

En la figura 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 sectorial (I.E.S.).

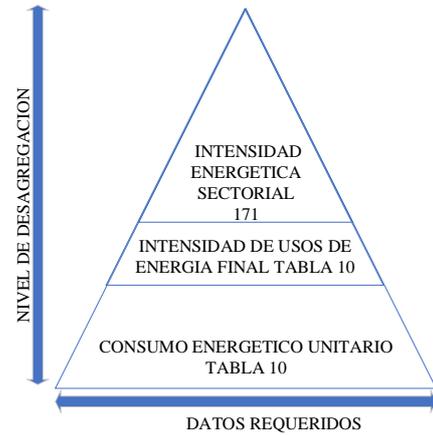


Figura 27. Zona 3 residencia sector norte.

5.3. Distribución por zonas de la residencia del sector rural.

Para este sector 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 zonas 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 la zona 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 sectorial (I.E.S.).

Tabla 11. Zona1 residencia sector rural.

Z 1	Aparato Eléctricos	Pot. (W)	I.U. E. F. (kW)	I.E.S. (kW)
habita.1, habita.2, baño	Pts. Ilumina.	1800	45	136
	TV	195	36	
	calentador agua	1500	37	
	cargador celular	0.26	18	
	total	3495	136	

Con los datos de la tabla 11 se ha construido la pirámide 1 o zona 1 de la residencia del sector norte, y la visualizamos en la figura 28.

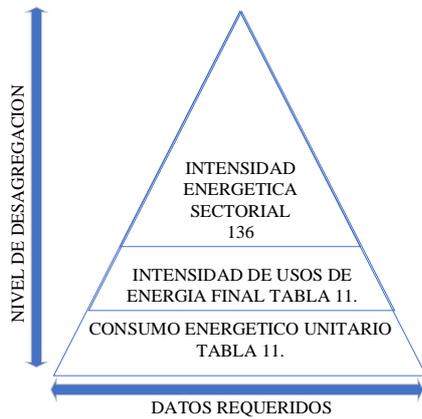


Figura 28. Zona1 residencia sector rural.

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

Tabla 12. Zona2 residencia sector rural.

Z 2	Aparato Eléctricos	Pot. (W)	I.U. E.F. (kW)	I. E.S. (kW)
cocina	C. inducción	6	36	207
	Refri.	290	72	
lavand.	lavadora	700	18	
	Pts. Ilumina.	1800	45	
baño recep.	Microond	1560	18	
	plancha	550	9	
	licuadora	375	9	
	total	5281	207	

En la figura 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 sectorial (I.E.S.).



Figura 29. Zona2 residencia sector rural.

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

Tabla 13. Zona3 residencia sector rural.

Z 3	Aparato Eléctricos	Pot. (W)	I.U. E.F. (kW)	I. E.S. (kW)
sala	Pts. Ilumina.	1800	45	198
	PC	350	18	
	E. de sonido	180	18	
comedor	TV	195	36	
	teléfono	4	72	
	impresora	550	9	
	total	3079	198	

En la figura 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 sectorial (I.E.S.).



Figura 30. Zona3 residencia sector rural.

5.4. Análisis final de las zonas.

Una vez representado tanto en tablas como en pirámides los datos como potencia unitaria, intensidad de usos de energía final e intensidad energética sectorial de cada una de las residencias, podemos hallar el lugar con mayor grado promedio de incidencia y así determinar la zona 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 zonas.

Tabla 14. Suma de todas las zonas.

TOTAL, DE ZONAS	Pot (W)	I.U. E.F. (kW)	I. E. S. TOTAL (kW)
Z1 residencia sector norte	4177.26	117	1486.9
Z2 residencia sector norte	3670	189	
Z3 residencia sector norte	1081	171	
Z1 residencia sector rural	3495.26	136	
Z2 residencia sector rural	5281	207	
Z3 residencia sector rural	3079	198	
Z1 residencia sector centro	4610	171.9	
Z2 residencia sector centro	3100	189	
Z3 residencia sector centro	1240	108	
TOTAL	29733.52	1486.9	

Como podemos observar en la tabla 14 se halla descrita todas las zonas, 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.

Tabla 15. Zonas 1.

ZONAS 1	I.U.E.F. (kW)
zona 1 residencia sector rural	136
zona 1 residencia sector norte	117
zona 1 residencia sector céntrico	171.9
Total	424.9

Tabla 16. Zonas 2.

ZONAS 2	I.U.E.F. (kW)
zona 2 residencia sector rural	207
zona 2 residencia sector norte	189
zona 2 residencia sector céntrico	189
total	585

Tabla 17. Zonas 3.

ZONAS 3	I.U.E.F. (kW)
zona 3 residencia sector rural	198
zona 3 residencia sector norte	171
zona 3 residencia sector céntrico	108
total	477

Con los datos distribuidos de mejor manera podemos observar claramente que la zona 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.

6. Análisis y determinación de consumos residenciales.

El análisis del consumo y valor que se tiene de las facturas de energía es necesario realizarlo periódicamente y así llevar de mejor manera un control y monitoreo constante de lo que se debe analizar en determinado momento.

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 del sector céntrico 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 los sectores céntrico, norte y rural en el periodo de enero a abril del 2018 como

se lo vera a continuación en la figura 31.

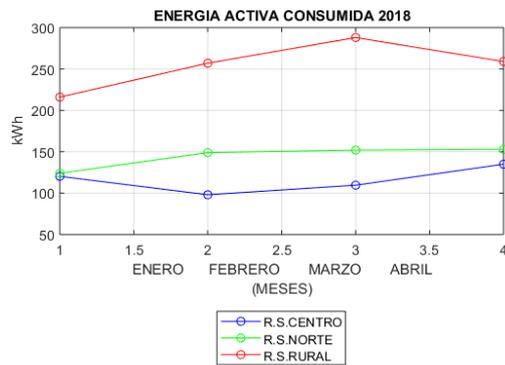


Figura 31. Energía activa 2018.

La media aritmética de consumo mensual de la residencia del sector céntrico, 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 del sector 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 del sector 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 figura 32, donde el precio de los kWh depende de la cantidad de energía consumida.

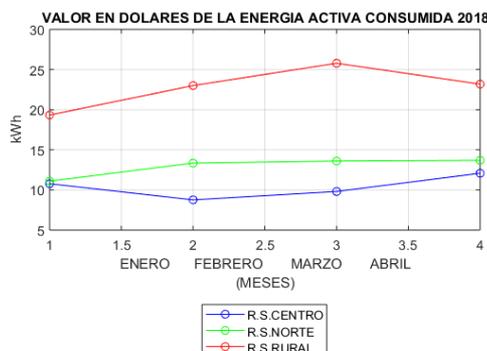


Figura 32. Valor en dólares consumo 2018.

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:

- Sector céntrico: 9.60 (USD).
- Sector norte: 12.59 (USD).
- Sector 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 mencionado 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:

- Sector céntrico: 38.41 (USD).
- Sector norte: 50.34 (USD).
- Sector 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 zonas 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 figura 33.

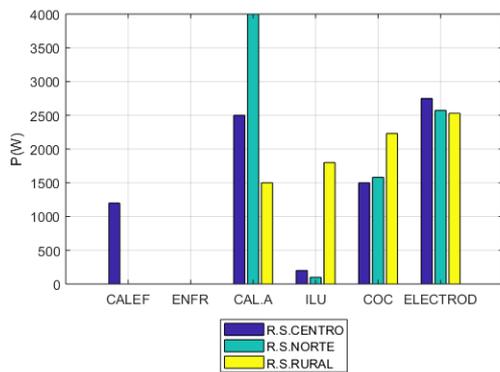


Figura 33. Potencia instalada en cada residencia.

7. Indicadores energéticos en los sectores de análisis

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

7.1. Indicadores para zonas dentro de cada una de las residencias.

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:**

1. Consumo de energía eléctrica relacionándola con el área de la residencia(kWh/mes-m²).
2. Potencia instalada en las diferentes zonas 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 zona1 R.S.C.

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.) (ZONA 1)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	Habitación 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 .
	Habitación 2		4.38	
	Baño master		6.85	
Índice de potencia instalada por zona	Habitación 1	W/m ²	7.30	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitación 2		12.77	
	Baño master		26.64	

Tabla 20. Indicador energético y de potencia instalada zona2 R.S.C.

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.) (ZONA 2)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	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 .
	Lavandería		5.48	
	Baño recepción		13.70	
Índice de potencia instalada por zona	Cocina	W/m ²	18.70	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	lavandería		13.23	
	Baño recepción		1.82	

Tabla 21. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.C.

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.) (ZONA 3)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	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	
Índice de potencia instalada por zona	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 zona 1 R.S.N.

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.) (ZONA1)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	Habitación 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 .
	Habitación 2		12.16	
	Baño master		25.33	
Índice de potencia instalada por zona	Habitación 1	W/m ²	11.82	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitación 2		14.18	
	Baño master		683.17	

Tabla 23. Indicador energético y de potencia instalada zona2 R.S.N.

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.) (ZONA2)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	Cocina	kWh/mes – m ²	12.6667	Es el consumo que se tiene en los medidores y las dimensiones del lugar construido en m ² .
	Lavandería		19	
	Baño recepción		76	
Índice de potencia instalada por zona	Cocina	W/m ²	140	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Lavandería		261.125	
	Baño recepción		49.5	

Tabla 24. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.N

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.) (ZONA3)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	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		14.4762	
Índice de potencia instalada por zona	Sala	W/m ²	110.2	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Comedor		18.8571	

Tabla 25. Indicador energético y de potencia instalada zona 1 R.S.R.

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R.) (ZONA 1)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	Habitación 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 .
	Habitación 2		38.40	
	Baño master		44.72	
Índice de potencia instalada por zona	Habitación 1	W/m ²	192.57	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Habitación 2		266.03	
	Baño master		512.42	

Tabla 26. Indicador energético y de potencia instalada zona 2 R.S.R.

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R.) (ZONA 2)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	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 .
	Lavandería		22.86	
	Baño recepción		72.00	
Índice de potencia instalada por zona	Cocina	W/m ²	373.78	Potencia instalada o inventario de equipos de uso en todo el lugar construido.
	Lavandería		242.06	
	Baño recepción		450.00	

Tabla 27. Indicador energético y de potencia instalada zona 3 R.S.R.

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R.) (ZONA 3)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por zona	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	
Índice de potencia instalada por zona	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.

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

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		0.04	
	Cocción		1.06	
	Electrodomésticos		0.28	
Índice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		1.00	
	Cocción		41.67	
	Electrodomésticos		18.09	

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

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		0.08	
	Cocción		2.91	
	Electrodomésticos		0.85	
Índice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		1.30	
	Cocción		131.75	
	Electrodomésticos		44.73	

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

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R)				
INDICADOR	DEPENDENCIA / ZONA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		1.40	
	Cocción		4.55	
	Electrodomésticos		0.84	
Índice de potencia instalada por sistemas/servicios comunes	Calefacción	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	
	Iluminación		23.08	
	Cocción		143.01	
	Electrodomésticos		39.79	

7.3. Indicadores para cada una de las residencias de cada sector.

En la figura 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 del sector

céntrico de 3, en la residencia del sector norte de 4 y en la residencia del sector 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

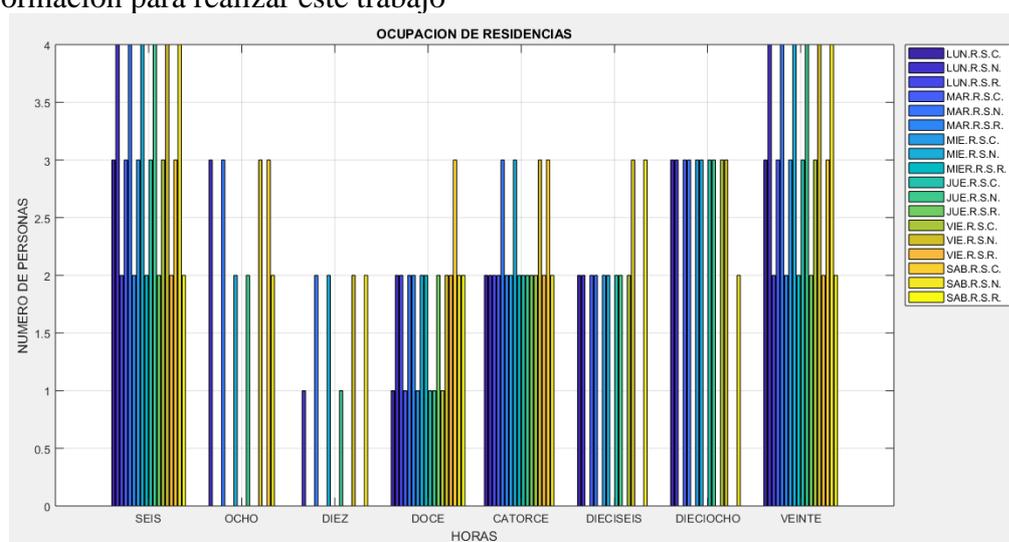


Figura 34. Ocupación residencias

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

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.)			
INDICADOR	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	0.55	Mediciones diarias de la energía eléctrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ además de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatación de los datos.
Índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia	W/m ²	40.55	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendrá en hojas de cálculo de la EEQQ para la residencia.
Índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia	kWh/mes – persona	36.53	Número total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia.
Índice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	W/persona	2716.7	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda y calculado con cada persona que vive en la residencia.

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

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.)			
INDICADOR	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	2	Mediciones diarias de la energía eléctrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ además de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatación de los datos.
Índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia	W/m ²	113.8	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendrá en hojas de cálculo de la EEQQ para la residencia.
Índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia	kWh/mes – persona	38	Número total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia
Índice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	W/persona	2163.1	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda y calculado con cada persona que vive en la residencia.

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

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R.)			
INDICADOR	UNIDAD	VALOR ACTUAL	FUENTE DE INFORMACIÓN
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	3.69	Mediciones diarias de la energía eléctrica que es registrada en el medidor provisto por la EEQQ además de las planillas provistas por la misma empresa mes a mes, para constatación de los datos.
Índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia	W/m ²	103.34	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda de los equipos que se tiene o tendrá en hojas de cálculo de la EEQQ para la residencia.
Índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia	kWh/mes – persona	144	Número total de habitantes de la residencia y se calcula cuanto consume cada habitante en la residencia
Índice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	W/persona	4030.13	Potencia total instalada y registrada mediante un cálculo de la demanda y calculado con cada persona que vive en la residencia.

7.4. 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 zonas. 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.

7.5. 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.S.C.

RESIDENCIA SECTOR CÉNTRICO (R.S.C.)			
Indicador	Unidad	Valor Actual	Valor Meta
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	0.55	0.49
Índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia	W/m ²	40.55	36.49
Índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia	kWh/mes – persona	36.53	32.88
Índice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia	W/persona	2716.7	2445.0

Tabla 35. Gestión indicadores R.S.N.

RESIDENCIA SECTOR NORTE (R.S.N.)			
Indicador	Unidad	Valor Actual	Valor Meta
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	2	1.80
Índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia.	W/m ²	113.8	102.46
Índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia.	kWh/mes – persona	38	34.20
Índice de potencia instalada por cada persona dentro de la residencia.	W/persona	2163.1	1946.8

Tabla 36. Gestión indicadores R.S.R.

RESIDENCIA SECTOR RURAL (R.S.R.)			
Indicador	Unidad	Valor Actual	Valor Meta
Índice de consumo energético por el total de la suma de las zonas de la residencia.	kWh/mes – m ²	3.69	3.32
índice de potencia instalada por el total de la suma de las zonas de la residencia.	W/m ²	103.34	93.00
índice de consumo energético por cada persona dentro de la residencia.	kWh/mes – persona	144	129.60
índice 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 sectores 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 el sector 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 sector 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 zonas 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 sectores.

INDICADOR	UNIDAD	R. S. CÉNTRICO	R. S. NORTE	R. S- RURAL	R. S. CÉNTRICO META	R. S. NORTE META	R. S. RURAL META
Í.C.E.E. C.	kWh/mes – m ²	1.7	0	0	1.5	0	0
Í.C.E.E. E.	kWh/mes – m ²	0	0	0	0	0	0
Í.C.E.E.C. A.	kWh/mes – m ²	5.5	10.4	8.5	5.0	9.33	7.6
Í.C.E.E. I.	kWh/mes – m ²	0.04	0.1	1.4	0.04	0.1	1.3
I.C.E.E. CO.	kWh/mes – m ²	1.1	2.9	4.5	1.0	2.6	4.1
I.C.E.E. EL.	kWh/mes – m ²	0.3	0.8	0.8	0.3	0.8	0.8
I.C.E.T.S. Z.R.	kWh/mes – m ²	0.5	2	3.69	0.5	1.80	3.3
I.C.E.C. P.D.R	kWh/mes – persona	36.5	38	144	32.9	34.2	129.6

8. Análisis 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 traducimos de la tabla 36 en las figuras 35 y 36, donde la figura 35 expresa los indicadores con respecto a los kWh mes en metros cuadrados mientras la figura 36 expresa indicadores frente a los kWh mes metro cuadrado y kWh mes persona, todo esto se muestra a continuación.

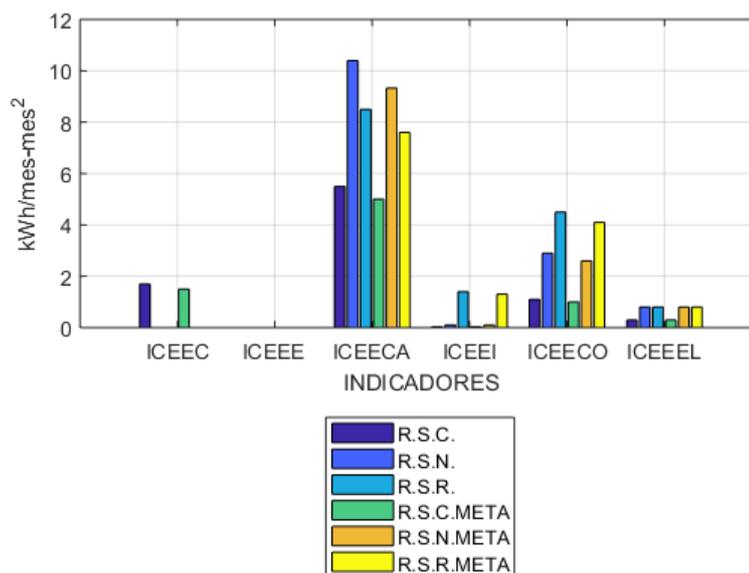


Figura 35. Comparación de indicadores de valores calculados y meta.

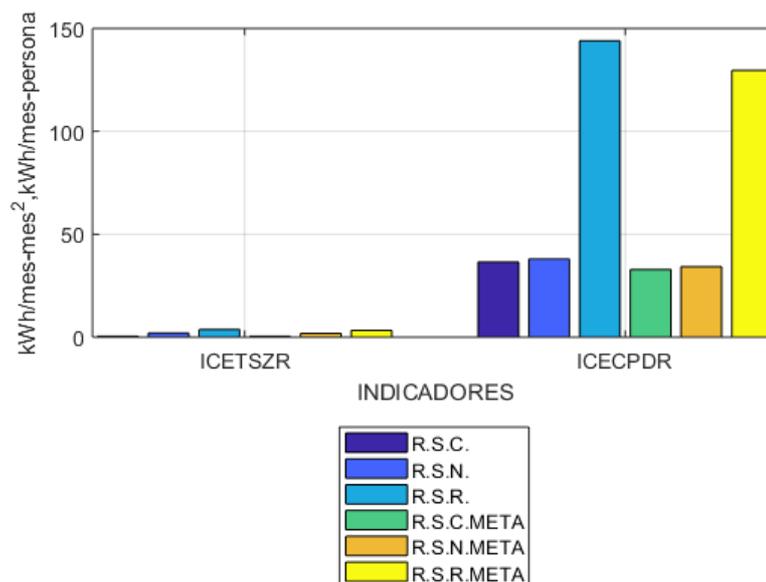


Figura 36. Comparación de indicadores de valores calculados y meta.

9. Conclusiones

Para determinar consumos se ha utilizado de herramientas de muestreo y análisis de datos, los cuales fueron obtenidos por medidores inteligentes.

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.

Dividir por zonas una residencia ha permitido determinar que parte o zona es la que más grado de incidencia tiene, y a su vez al tener identificada esa zona 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.

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.

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.

10. Referencias

- [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 Sector: A First Principles Approach," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 8, no. 3, pp. 1215–1224, 2017.
- [9] J. L. Wakabayashi and J. Merzthal, "Guidelines for the implementation of a management model of the relationship with the client in the industrial sector: DAMERA case," *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. Parvizmosaed, 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] Y. Hayashi *et al.*, “Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities,” *Proc. IEEE*, vol. 106, no. 4, pp. 594–612, 2018.
- [27] E. Hurtado Aguirre, J. Pablo, and E. Mejía, “Integral Energy Demand Management Model,” vol. XXIII, no. 2, pp. 137–147, 2015.
- [28] L. Igualada, C. Corchero, M. Cruz-Zambrano, and F. J. Heredia, “Optimal energy management for a residential microgrid including a vehicle-to-grid system,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 4, pp. 2163–2172, 2014.
- [29] J. Li, X. Lin, S. Nazarian, and M. Pedram, “CTS2M: concurrent task scheduling and storage management for residential energy consumers under dynamic energy pricing,” *IET Cyber-Physical Syst. Theory Appl.*, vol. 2, no. 3, pp. 111–117, 2017.
- [30] L. Liu, G. A. Keoleian, and K. Saitou, “Replacement policy of residential lighting optimized for cost, energy, and greenhouse gas emissions

OPEN ACCESS Replacement policy of residential lighting optimized for cost , energy , and greenhouse gas emissions,” pp. 11–13, 2017.

- [31] D. Cervan, “Energy security model applied to Latin American countries,” no. November, 2016.
- [32] R. H. Byrne and T. U. A. Nguyen, “Energy Management and Optimization Methods for Grid Energy Storage Systems,” pp. 13231–13260, 2018.
- [33] C. David and R. Díaz, “HOUSEHOLD ELECTRICAL ENERGY ON ANDROID PLATFORM,” pp. 1–7.
- [34] J. Han, C. Choi, W. Park, I. Lee, S. Kim, and A. S. Architecture, “Smart Home Energy Management System Including Renewable Energy Based on ZigBee and PLC,” vol. 60, no. 2, pp. 198–202, 2014.
- [35] C. Zheng, W. Li, and Q. Liang, “An Energy Management Strategy of Hybrid Energy Storage Systems for Electric Vehicle Applications,” *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 9, no. 4, pp. 1880–1888, 2018.
- [36] 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.

10.1. Estado del Arte.

Tabla 38. Matriz estado del Arte.

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA																						
ITEM	AÑO	DATOS	TEMÁTICA					FORMULACIÓN DEL PROBLEMA			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA				
			MODELOS ENERGETICOS	EFICIENCIA ELECTRICA	DEMANDA ELECTRICA	OPTIMIZACION USO DE LA ENERGIA ELECTRICA	CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA	MINIMIZACION DE COSTOS	CONSUMO PROMEDIO SECTOR RESIDENCIAL	CARACTERIZACION DEL USO DE LA ENERGIA	COSTOS	CONDICIONES DE LA RESIDENCIA (CATEGORIZACION)	TIPOS DE CARGAS	POCA DIFUSION DEL PROBLEMA	ENCUESTAS	OPTIMIZACION DEL USO DE LA CARGA	CONTROL DEL USO DE POTENCIA DE LA CARGA	CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA	EFICIENCIA ENERGETICA	INDICADORES DE EFICIENCIA ELECTRICA	MODELOS DE GESTION ENERGETICA	AHORRO ENERGETICO
1	2015	Assessment of energy efficiency indicators on a residential building with plug-in electric vehicles and energy action plans for users	X	X	X	X			X						X	X	X	X	X			
2	2015	Optimization Under Uncertainty of Thermal Storage-Based Flexible Demand Response With Quantification of Residential Users' Discomfort			X	X		X							X	X				X	X	X
3	2017	Optimization and Energy Management in Smart Home Considering Photovoltaic, Wind, and Battery Storage System With Integration of Electric Vehicles	X			X		X	X		X				X		X	X		X	X	
4	2014	Optimal Energy Management for a Residential Microgrid Including a Vehicle-to-Grid System	X			X		X	X		X	X			X					X	X	X
5	2015	Demand Side Management of a Residential System using Simulated Annealing	X		X				X	X	X		X		X					X	X	X
6	2017	CTS2M: concurrent task scheduling and storage management for residential energy consumers under dynamic energy pricing		X		X	X	X			X					X	X	X		X	X	X
7	2014	Residential Energy Management Using a Two-Horizon Algorithm	X		X			X							X					X		

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA

ITEM	DATOS		TEMÁTICA				FORMULACIÓN DEL PROBLEMA			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA					
	AÑO	MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL	MODELOS ENERGÉTICOS	EFICIENCIA ELÉCTRICA	DEMANDA ELÉCTRICA	OPTIMIZACIÓN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	MINIMIZACIÓN DE COSTOS	CONSUMO PROMEDIO SECTOR RESIDENCIAL	CARACTERIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA	COSTOS	CONDICIONES DE LA RESIDENCIA (CATEGORIZACIÓN)	TIPOS DE CARGAS	POCA DIFUSIÓN DEL PROBLEMA	ENCUESTAS	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA CARGA	CONTROL DEL USO DE POTENCIA DE LA CARGA	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	EFICIENCIA ENERGÉTICA	INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA	MODELOS DE GESTIÓN ENERGÉTICA	AHORRO ENERGÉTICO	MEJOR ADMINISTRACIÓN
8	2014	Energy Management System for an Energy District With Demand Response Availability	X		X		X			X	X				X	X		X		X			X
9	2016	Global energy management system for cooperative networked residential green buildings		X			X	X			X		X		X	X	X			X	X	X	X
10	2017	Efficient energy management for a grid-tied residential microgrid		X	X		X	X			X	X			X	X	X	X			X	X	X
11	2018	Design of Smart Socket for Power Optimization in Home Energy Management System	X			X	X		X	X	X	X			X	X		X					X
12	2016	Residential Demand Response: Dynamic Energy Management and Time-Varying Electricity Pricing			X	X		X		X		X			X	X	X			X	X		
13	2016	An Effective Model for Demand Response Management Systems of Residential Electricity Consumers	X		X	X		X		X			X		X	X		X		X			X
14	2016	A Probabilistic Energy Management Scheme for Renewable-Based Residential Energy Hubs		X			X		X			X					X					X	
15	2017	Energy Demand Model for Residential Sector: A First Principles Approach			X	X		X	X		X	X			X	X		X				X	X
16	2017	Occupant-behavior driven appliance scheduling for residential buildings				X			X		X		X			X	X	X				X	
17	2017	Residential load management in an energy hub with heat pump water heater				X		X			X		X					X				X	X
18	2017	Evaluation of building heating loads with dimensional analysis: Application of the Buckingham π theorem			X	X		X			X				X		X						X
19	2017	Dynamic models of residential electricity demand: Evidence from Switzerland	X		X	X			X			X	X			X	X						X

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA

ITEM	AÑO	DATOS	TEMÁTICA					FORMULACIÓN DEL PROBLEMA			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA				PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA			
			MODELOS ENERGETICOS	EFICIENCIA ELECTRICA	DEMANDA ELECTRICA	OPTIMIZACION USO DE LA ENERGIA ELECTRICA	CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA	MINIMIZACION DE COSTOS	CONSUMO PROMEDIO SECTOR RESIDENCIAL	CARACTERIZACION DEL USO DE LA ENERGIA	COSTOS	CONDICIONES DE LA RESIDENCIA (CATEGORIZACION)	TIPOS DE CARGAS	POCA DIFUSION DEL PROBLEMA	ENCUESTAS	OPTIMIZACION DEL USO DE LA CARGA	CONTROL DEL USO DE POTENCIA DE LA CARGA	CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA	EFICIENCIA ENERGETICA	INDICADORES DE EFICIENCIA ELECTRICA	MODELOS DE GESTION ENERGETICA	AHORRO ENERGETICO
20	2018	A conceptual model of a smart energy management system for a residential building equipped with CCHP system		X	X	X		X	X	X					X	X				X		
21	2017	Replacement policy of residential lighting optimized for cost, energy, and greenhouse gas emissions				X	X		X							X		X			X	
22	2017	Modelling the Effects of Variable Tariffs on Domestic Electric Load Profiles by Use of Occupant Behavior Submodels	X		X			X	X			X				X						X
23	2015	Optimal Smart Home Energy Management Considering Energy Saving and a Comfortable Lifestyle	X				X	X				X					X			X		X
24	2018	Integrated Management of Energy Resources in Residential Buildings—A Markovian Approach	X		X	X	X	X				X				X	X			X	X	X
25	2017	Demand-Side Management of Domestic Electric Water Heaters Using Approximate Dynamic Programming	X		X			X					X			X		X		X	X	
26	2018	Adaptive Energy Management System Based on a Real-Time Model Predictive Control With Nonuniform Sampling Time for Multiple Energy Storage Electric Vehicle		X			X			X				X			X					X
27	2015	Guidelines for the implementation of a management model of the relationship with the client in the industrial sector: DAMERA case	X				X		X								X			X		

MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA

DATOS		TEMÁTICA					FORMULACIÓN DEL PROBLEMA			RESTRICCIONES DEL PROBLEMA			PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA				SOLUCIÓN PROPUESTA						
ITEM	AÑO	MODELOS ENERGÉTICOS		EFICIENCIA ELÉCTRICA	DEMANDA ELÉCTRICA	OPTIMIZACIÓN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	MINIMIZACIÓN DE COSTOS	CONSUMO PROMEDIO SECTOR RESIDENCIAL	CARACTERIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA	COSTOS	CONDICIONES DE LA RESIDENCIA (CATEGORIZACIÓN)	TIPOS DE CARGAS	POCA DIFUSIÓN DEL PROBLEMA	ENCUESTAS	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA CARGA	CONTROL DEL USO DE POTENCIA DE LA CARGA	CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	EFICIENCIA ENERGÉTICA	INDICADORES DE EFICIENCIA ELÉCTRICA	MODELOS DE GESTIÓN ENERGÉTICA	AHORRO ENERGÉTICO	MEJOR ADMINISTRACIÓN
28	2017	Versatile Modeling Platform for Cooperative Energy Management Systems in Smart Cities					X		X			X				X	X			X			
29	2014	Integral Energy Demand Management Model		X				X		X			X		X	X					X	X	
30	2015	Analyzing Consumer Behavior on Residential Energy Efficiency Using Fuzzy Logic Model			X	X	X		X		X	X			X			X	X				
31	2016	Energy security model applied to Latin American countries			X	X	X	X				X			X		X	X		X		X	
32	2018	Energy Management and Optimization Methods for Grid Energy Storage Systems		X	X		X	X		X			X					X		X			
33	2014	Household Electrical Energy On Android Platform		X		X			X	X	X				X						X		
34	2014	Smart Home Energy Management System Including Renewable Energy Based on ZigBee and PLC			X		X	X		X					X	X	X				X		
35	2018	An Energy Management Strategy of Hybrid Energy Storage Systems for Electric Vehicle Applications		X	X	X			X	X		X	X		X	X	X	X		X			
		18	12	19	18	14	23	16	9	22	12	14	12	0	22	19	18	17	3	19	18	19	

Figura 37. Indicadores del Estado del Arte.

