



Facultad de Ingeniería Mecánica



**TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO
DE MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

***Título: Principales indicadores y variables de control de la
Eficiencia Energética en una vivienda, aplicada a un modelo
típico en el municipio Cabimas del estado Zulia***

Autor: Lcda. Ana Patricia Ochoa Martínez.

Tutora: Dra. Margarita Lapido Rodríguez

Cabimas, 2012

“Año 54 de la Revolución.”



Facultad de Ingeniería Mecánica



***TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO
DE MASTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA***

***Título: Principales indicadores y variables de control de la
Eficiencia Energética en una vivienda, aplicada a un modelo
típico en el municipio Cabimas del estado Zulia***

Autor: Lcda. Ana Patricia Ochoa Martínez.

Tutora: Dra. Margarita Lapido Rodríguez

Cabimas, 2012

“Año 54 de la Revolución.”



Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos: “Carlos Rafael Rodríguez” como parte de la culminación de los estudios de la Maestría en Eficiencia Energética, autorizado a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación del autor.

Firma del Autor

La abajo firmante, certifica que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Firma del tutor

Información Científico Técnica
Nombres y Apellidos

Computación
Nombres y Apellidos

DEDICATORIA

A nuestro PADRE ETERNO, forjador de todos mis triunfos, que me dio la VIDA, la SABIDURIA y la posibilidad de DISCERNIR y me brindo la oportunidad de realizar este proyecto de vida. Gracias Padre que ya me has escuchado...

A mis padres: Ana y Héctor, por mostrarme el camino a seguir con su invaluable ejemplo.

A Yubaldo, por seguir siendo mi eterno amor...

Muy Especialmente a mis hijos: José, César, Oriana y Samuel por ser el motor que me ha permitido mantener a flote, crecer tanto como el universo y ser tan fuerte como la vida.

A todos los que por formar parte de mi vida, tienen en este trabajo, un pedazo de su tiempo y de sus corazones empeñados...

AGRADECIMIENTOS.

No puedo dejar de agradecer a las personas, que han hecho posible que hoy esté aquí.

Primero, a la Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt” (UNERMB), por poner en nuestras manos, a través del Convenio Cuba-Venezuela, la Maestría en Eficiencia Energética y por apoyarnos con su Gestión Administrativa, Académica y Social para la realización de estos estudios conjuntamente con la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” y el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de Cuba (CEEMA).

Al Lcdo. Maikelniel Richards, muy especialmente a la Dra. Magalis Flores y al Dr. Félix Gómez. Coordinadores de la Maestría, por su aporte y su apoyo incondicional para la culminación de este proyecto de vida.

A mi tutora y gran Amiga la Dra. Margarita Lapido Rodríguez por mostrarme el camino a seguir con su valioso aporte. A usted... gracias por estar y por brindarme su apoyo incondicional y desinteresado. Que el Eterno la colme de bendiciones.

A todos los profesores que formaron parte de la maestría en Eficiencia Energética y que, con su invaluable aporte, me ayudaron a subir cada peldaño hasta alcanzar la cima contribuyendo al logro de este sueño.

A mi gran amigo Marcos López, por su apoyo incondicional y colaboración en la recta final de este trabajo. Que Dios lo bendiga.

A todos mil Gracias...

INDICE

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I: Metodología para el establecimiento, planificación y uso de indicadores de eficiencia y la obtención de variables de control.....	8
Antecedentes. Reseña Histórica.....	8
1.1.-Valoración de la situación energética actual en el contexto internacional nacional y local.....	10
1.1.1 Panorama energético internacional.....	10
1.1.2 Panorama energético nacional y local.....	14
1.2 Sistema de Gestión Energética.....	17
1.2.1 Etapas en la implementación de un Sistema de Gestión Energética	18
1.2.1.1. Análisis preliminar de los consumos energético.....	18
1.2.1.2.-Formulación de un programa de ahorro.....	18
1.2.1.3 Sistema de monitoreo y control.....	19
1.2.2.- Diagnósticos o auditorías energética.....	19
1.2.2.1.- Tipos de diagnósticos energéticos.....	20
1.2.2.2. Diagnóstico Energético Preliminar.....	20
1.2.2.3. Diagnóstico Energético de Nivel 1 (DEN 1).....	21
1.2.2.4. Diagnóstico Energético de Nivel 2 (DEN2).....	22
1.2.3. Actividades de un diagnóstico o Auditoría Energética.....	22
1.3.- Conceptos fundamentales de indicadores.....	23

1.3.1 - Indicadores de consumo	24
1.3.2. Índices de consumo	25
1.4.- Variables de control de la eficiencia energética para las viviendas.....	25
CONCLUSIONES PARCIALES.....	27
CAPITULO II: Caracterización energética de las viviendas y descripción de la propuesta metodológica.....	28
2.1.- Descripción general de la población.....	29
2.2.- Descripción general de la muestra	29
2.3.- Caracterización Energética de las viviendas.....	30
2.4.-Metodología para el control de la eficiencia energética en el Sector residencial.....	30
2.4.1.- Análisis del comportamiento energético en las viviendas y sus principales indicadores de eficiencia.....	30
2.4.2.-Gastos energéticos y consumos energéticos.....	32
2.4.3. Indicador de consumo de energía eléctrica como indicador de eficiencia.....	33
2.5.- Metodología para el establecimiento y seguimiento del indicador de eficiencia energética.	33
2.6.- Principales ventajas del método para la determinación y seguimiento de indicadores de eficiencia propuesto.....	37
2.7.- Herramientas básicas para la implementación de un sistema de gestión en el sector residencial.....	38
2.7.1 Gráfico de consumo de energía en el tiempo (E kWh vs. T).....	38
2.7.2 Diagramas de Consumo de Energía – PPV (E vs. PPV).....	38
2.7.3. Diagrama Índice de Consumo – PPV (IC vs. PPV).....	39
2.7.4 Gráfico de Tendencia.....	39
2.7.5 Diagrama De Pareto.....	39
2.7.6 Estratificación.....	39

CONCLUSIONES PARCIALES.....	40
CAPITULO III: Aplicación de la Metodología Propuesta, evaluación de impactos, análisis de los resultados y Plan de Mejoras	41
3.1.- Diagnostico Energético Preliminar.....	42
3.2. Diagnostico Energético del Nivel 1 (DEN1).....	42
3.3.- Datos utilizados para el proceso de caracterización energética.....	49
3.4- Estratificación de los gastos energéticos.....	53
3.5.- Análisis de la tarifa eléctrica.....	54
3.5.1.- Comportamiento del consumo eléctrico por vivienda.....	55
3.6.- Validación de los indicadores de eficiencia energética actuales.....	62
3.6.1.- Validación de la confiabilidad del indicador.....	63
3.7.- Gráfico de Tendencia del consumo de energía eléctrica en las viviendas.....	63
3.8.- Diagrama de Consumo de Energía Eléctrica vs PPV.....	67
3.9.-Índices fundamentales de consumo, de eficiencia y de economía energética de las viviendas típicas	68
3.10.- Diagrama de Índice de Consumo en función de las personas que permanecen en las viviendas.....	70
3.11 Propuesta de un análisis de mejoras como parte de la implementación del Sistema de Gestión Energética.....	72
CONCLUSIONES PARCIALES.....	77
CONCLUSIONES GENERALES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

RESUMEN

El siguiente trabajo titulado:” **Principales indicadores y variables de control de la Eficiencia Energética en una vivienda, aplicada a un modelo típico en el Municipio Cabimas del Estado Zulia**”enfocado a la gestión de la eficiencia energética y a las principales oportunidades de ahorro a nivel residencial tiene como objetivoDeterminar los indicadores y principales variables de control de la Eficiencia Energética para lo cual se ejecutó una investigación del tipo experimental y de campo, a través de la revisión bibliográfica encaminada a ofrecer una panorámica del sector nacional e internacional en cuanto a los consumos energéticos. Para determinar el estado actual de los indicadores de eficiencia se analizan los consumos energéticos del periodo comprendido del año 2010 y 2011 con el objeto de establecer un método de monitoreo de su desempeño, que consista en actividades de registro, comparación y análisis sobre variables de control. Al concluir se refiere que para que un indicador sea confiable los parámetros que los componen deben tener una correlación significativa entre sí. Luego, Existe una correlación significativa entre la variación del consumo de energía de las viviendas y la permanencia de personas en la misma (PPV), probado a través del cálculo del coeficiente determinación de la muestra. Los resultados de la validación del indicador utilizado para determinar su eficiencia energética, sugieren que el mismo es totalmente confiable para evaluar la eficiencia energética y por tanto, está en capacidad de evaluar el nivel de eficiencia energética de las actividades que se realizan en las viviendas.

INTRODUCCIÓN

Los aspectos de sustentabilidad energética con respecto a los recursos naturales y el medio ambiente son tratados con la convicción de que la fuente energética constituye una parte muy importante dentro de los recursos naturales y que el impacto de las actividades del sector energético sobre el medio ambiente es múltiple. El ahorro y el mejor uso de la energía implican una disminución del impacto sobre el ambiente global. En este contexto la aplicación de criterios de diseño energético y ambientalmente eficiente para los componentes edilicios, especialmente en la envolvente arquitectónica conlleva a un ahorro de los gastos de materia, energía, emisiones, residuos, entre otros. (Herminia, 2007)

Por otra parte, los indicadores empleados en el Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (S.G.T.E.E.), (Jaime, 2003) deben satisfacer las necesidades actuales de optimizar la eficiencia energética y actuar sobre las variables que permiten alcanzar permanentemente el uso racional de la energía en las viviendas venezolanas.

La producción del hábitat humana puede así, mediante un adecuado diseño, ser más sustentable y generar menos impacto en el medio natural pero, es fundamental remarcar que la eficiencia energética no es el único criterio del diseño, ya que la calidad del hábitat no sólo depende de los recursos energéticos disponibles, sino también del costo de insumos en relación con los recursos económicos disponibles y, sobre todo de las condiciones ambientales que se logran: a esto apunta la eficiencia energética. (Compagnoni, 2005)

La selección de las condiciones, así como la determinación de los indicadores y las variables de control de un diseño arquitectónico, resultan de gran importancia en la realización de un proyecto de vivienda, ya que de ellas dependen fundamentalmente los resultados de la estimación de la carga y de la selección más económica de los materiales y accesorios para que esta carga, pueda ser vencida de un modo más eficiente. (Herminia, 2007)

Uno de los elementos fundamentales de cualquier sistema de gestión son los indicadores de eficiencia. En particular los indicadores de eficiencia energética cumplen una variedad de funciones que van desde el monitoreo, el establecimiento, análisis y la evaluación de políticas energéticas hasta la valoración de adquisición de nuevas tecnologías.

Un indicador de eficiencia energética es aquel que puede medir lo realmente consumido y compararlo con lo que se debería haber consumido para el servicio realizado. La eficiencia está en lograr consumir igual o menos de lo que debería consumirse para el servicio realizado (Jacobo Guillermo, 2004).

Otro problema no menos importante en la actividad de la gestión energética es la inexistencia de una estandarización de las variables de control energético que permitan, ante desviaciones del indicador de eficiencia seleccionado, analizar en poco tiempo sus causas y adoptar en tiempo real, las acciones preventivas y correctivas pertinentes. Hoy, la identificación de causas de incrementos de consumos energéticos se trata a través de diagnósticos energéticos discontinuos de diferentes tipos que investigan todavía poco; en aspectos que no tengan que ver con cambios

tecnológicos de algún tipo, obviando en gran medida, los que tienen que ver con la gestión energética.

Tomando como premisa lo expuesto anteriormente se plantea la **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO** donde se define que el objetivo del tema propuesto es determinar los principales indicadores y variables de control de la eficiencia energética en una vivienda, aplicada a un modelo típico en el municipio Cabimas del estado Zulia.

Por otra parte, los indicadores empleados en el Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (S.G.T.E.E.), (Campos Carlos, 2009; Jaime, 2003) deben satisfacer las necesidades actuales de optimizar la eficiencia energética y actuar sobre las variables que permiten alcanzar permanentemente el uso racional de la energía en las viviendas venezolanas y mediante un adecuado diseño, ser más sustentable y generar menos impacto en el medio natural.

La tesis propuesta pretende aportar a la solución para nuevos puntos de vista metodológicos acerca del establecimiento de los indicadores de eficiencia energética y las variables de control energético en una vivienda del municipio Cabimas del estado Zulia.

En el trabajo se presenta una propuesta justificada: qué debe ser un indicador de eficiencia energética, cómo debe determinarse, cómo deben ser sus herramientas de monitoreo y control.

La propuesta desarrollada se valida en una vivienda típica y los resultados se presentan en el último capítulo de éste trabajo.

La importancia de esta propuesta es que puede constituir el camino para solucionar la carencia de indicadores y variables de control de la eficiencia energética en las viviendas.

Constituye, por tanto para la eficiencia energética de una vivienda, un **PROBLEMA CIENTÍFICO** los altos consumos energéticos que son provocados en parte, por la carencia de un sistema de gestión energética que establezca las estrategias operacionales más eficaces y eficientes que permitan reducir los costos energéticos sin afectar las condiciones de confort y satisfacción de quienes habitan en el hogar.

El planteamiento anterior conlleva a definir como **HIPÓTESIS:** determinar los indicadores y obtener las variables de control de la eficiencia que afectan los consumos eléctricos de las viviendas y proponer medidas que conlleven a un uso eficiente de la energía y al establecimiento de un Sistema de Gestión.

El objeto de la tesis que se presenta es aportar a la solución de éste problema científico, nuevos puntos de vista acerca del establecimiento de los indicadores de eficiencia energética y las variables de control energético en una vivienda del municipio Cabimas del estado Zulia.

Partiendo de la toma de conciencia sobre el entorno que es lo que lleva a formular modelos donde se considera a la gestión energética como el menor consumo de todos los recursos, tomando en consideración los principales indicadores y las posibles variables de control de la eficiencia energética en una vivienda, se desarrolla el presente proyecto de investigación donde se plantea como **OBJETIVO GENERAL** del mismo: determinar los indicadores y principales variables de control de

la eficiencia energética en una vivienda, aplicada a un modelo típico en el municipio Cabimas del estado Zulia.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Investigar las principales tendencias mundiales para el modelaje de viviendas orientadas al ahorro energético.
- 2) Realizar la caracterización energética de las viviendas del municipio Cabimas desde una perspectiva energética ambiental con el propósito de conocer el estado de los consumos energéticos actuales y en qué manera contribuyen o no, a favorecer un uso eficiente de la energía.
- 3) Determinar nuevos índices de consumo con la estimación de los indicadores y variables de control de la eficiencia energética que valore la problemática energética ambiental de una casa en el municipio Cabimas.

Para lograr estos objetivos se plantea el desarrollo de la siguientes **TAREAS DE INVESTIGACIÓN:**

Revisión bibliográfica acerca de la construcción de viviendas orientadas al ahorro energético.

Definir metodologías para la estimación y evaluación de los potenciales de ahorro.

Realizar acciones específicas relacionadas con el desarrollo de diagnósticos energéticos, para la estimación y evaluación de los indicadores que permitan medir aspectos de la eficiencia en viviendas.

Establecer la metodología para identificar y evaluar las variables de control y los potenciales de ahorro de la eficiencia energética de las viviendas.

Evaluar los potenciales de ahorro, y determinar el potencial máximo de reducción del consumo y el establecimiento de metas alcanzables en la reducción del mismo por la vía de la eficiencia energética.

Proponer alternativas de modificación basadas en los resultados obtenidos.

Aplicar los indicadores de eficiencia energética propuesta y sus herramientas de planificación y evaluación de desempeño para las viviendas orientadas al ahorro energético.

Para el desarrollo de la investigación se aplica un **DISEÑO METODOLÓGICO** donde se emplean herramientas propias de las tareas investigativas, como la observación, la consulta de documentos, la entrevista y el trabajo con expertos.

Finalmente, los **BENEFICIOS ESPERADOS** como resultado de esta investigación radican en la determinación de los indicadores de eficiencia energética y las variables de control de la misma que permitan disminuir los consumos energéticos y con ello el gasto energético, para así dar cumplimiento a las políticas energéticas nacionales.

El aporte del trabajo consiste en la obtención de una herramienta para la determinación de indicadores de eficiencia energética y variables de control y proponer medidas que conlleven a un uso eficiente de la energía en las viviendas.

Se espera: poder llevar a cabo programas con vistas a realizar acciones por la mejora energética en el ámbito productivo, social y en el sector residencial, tomar una serie de medidas con el objetivo de aumentar el ahorro de recursos energéticos

así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación en ellas de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía en el sector residencial.

El presente trabajo de investigación ha sido estructurado de la siguiente forma: Introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y anexos. **El capítulo I**, expone un análisis teórico del Estado del Arte del tema de investigación dentro del contexto de la aplicación de criterios de diseño energético y ambientalmente eficiente y el estado de sus indicadores energéticos a nivel mundial, en Venezuela y en Cabimas. **El Capítulo II** hace una caracterización del lugar en estudio, de los indicadores de eficiencia energética y las variables de control energético en una vivienda típica del municipio Cabimas utilizada en el proyecto seleccionado y propone la metodología a emplear para realizar dichos cálculos. **El Capítulo III**, muestra el desarrollo de la aplicación de dicha metodología, los cálculos y resultados de la aplicación de las mismas y propone un análisis de mejoras para optimizar estos indicadores y las variables de control energético a un modelo típico de viviendas en el municipio Cabimas estado Zulia y la propuesta de un plan de mejoras en los proyectos de viviendas como parte de la implantación del Sistema de Gestión Energética.

Capítulo I: Estado del arte sobre el uso de indicadores de eficiencia y la obtención de variables de control.

En este capítulo se comprenderá toda la información referencial bibliográfica sobre el análisis de los indicadores de eficiencia energética en una vivienda y las variables de control energético que resulte de interés para el desarrollo y comprensión del presente trabajo. Se comienza con una reseña introductoria de cómo surge y se desarrolla el tema; se aborda el tema por diferentes autores y se describen brevemente algunas de las diferentes metodologías de evaluación que se han aplicado en otros estudios, a partir del criterio de varios autores reconocidos, además se hace alusión a varios estudios en diferentes países que aplican esta herramienta.

Antecedentes: reseña histórica

En esta fase se hace referencia a la revisión de trabajos de grado efectuados y los cuales tienen pertinencia con la variable de estudio que estructura la presente investigación.

Para tal efecto, se consultaron los trabajos de Investigación realizados por:

CARLOS EYMEL CAMPOS RODRIGUEZ (2009). **Propuesta de Indicadores de Eficiencia y Variables de Control para Sistemas de Gestión Energética.** El objetivo general fue desarrollar una metodología y sus herramientas de trabajo para establecer nuevos indicadores de eficiencia y obtener variables de control de la eficiencia energética aplicada al S.G.T.E.E en las instalaciones turísticas en Cuba donde a partir del análisis de los indicadores energéticos que se manejan en el sector turístico a nivel nacional y mundial se aprecia la necesidad de establecer

indicadores que permitan evaluar el desempeño de la eficiencia con que se usa la energía, diferenciándolos de aquellos que evalúan sus consumos absolutos.

JOSE CARLOS ESCOBAR PALACIOS (2004) **Análisis estacional del comportamiento energético del Hotel Jagua.** El trabajo investiga los factores que influyen en los consumos eléctricos del Hotel “Jagua” para las diferentes épocas del año. Para ello se realiza una caracterización energética de la instalación y se determina la influencia de diversos factores como la carga térmica, la cantidad de habitaciones días ocupadas y los servicios ofrecidos por el hotel (restaurante y cabaret) en el consumo total de éste, obteniéndose las ecuaciones correspondientes.

Además se evalúan los consumos energéticos de las enfriadoras de agua (“chillers”) y se determinan los factores que influyen en los consumos de estas. Se valoran medidas que disminuyen la cantidad de electricidad usada por el sistema de climatización centralizado, justificándose en términos económicos y ambientales el efecto de la parada de uno de estos equipos.

1.1.- Valoración de la situación energética actual en el contexto internacional nacional y local.

1.1.1 Panorama energético internacional:

A medida que ha pasado el tiempo, el hombre ha ido dependiendo cada vez más de los recursos energéticos para la satisfacción de necesidades como: iluminación, calefacción, refrigeración y transporte. Esta dependencia energética ha acarreado un gran abuso específicamente de combustibles fósiles, recursos no renovables. La sociedad de consumo se extiende cada vez más, utilizando recursos para un mayor

confort y, a esta visible mejora de calidad de vida son llevados los países en vías de desarrollo sin contar con condiciones que le sean favorables para formar parte de ese modelo, donde la mayor parte de la estructura de oferta de energía primaria está basada en petróleo y gas en casi el 90 % a nivel mundial.

La súper población mundial acelera la excesiva dependencia de los portadores energéticos, especialmente en los países en vías de desarrollo. En términos energéticos están involucrados otros aspectos, como la economía y política de cada país.

Esta alteración de precios también está dada por la cantidad de reservas estratégicas de un país, que es poco claro por no existir un inventario real.

La situación energética actual es muy controvertida y debe ser planteada como una crisis, el consumo aumenta y es previsible que siga aumentando. Las fuentes disponibles son múltiples pero sólo unas pocas tienen una importante aportación al abastecimiento, justamente aquellas que por sus previsibles efectos futuros o experiencias del pasado, han ocasionado un importante rechazo popular como la energía nuclear. Está la humanidad frente a un dilema energético: se necesita más energía pero no se aceptan las fuentes que permiten su abastecimiento.

Definitivamente, no se puede continuar con el actual modelo de desarrollo que no cumple con su rol principal, el cual no es la ganancia empresarial, sino asegurar que los habitantes tengan acceso a los recursos energéticos para garantizar buenas condiciones de vida, y obviamente, cuidar el medio ambiente. Se necesita encontrar una estrategia de salida de la era de los combustibles fósiles, para asegurar el futuro de la civilización. Sin embargo, las grandes empresas de energía, de electricidad y servicios públicos, siguen trabajando sin un análisis adecuado de

investigación y desarrollo suficiente para explorar alternativas energéticas nuevas y sustentables, algunas de estas fuentes son: energía eólica, solar, geotérmica, hidráulica, biogás, biocombustibles, a partir del hidrógeno, para asegurar el futuro de la civilización. No se puede sustituir completamente las energías convencionales por las renovables pero, sí se puede reducir progresivamente la dependencia excesiva de combustibles fósiles. El mundo enfrenta grandes problemas relacionados con la energía, sin embargo las medidas tomadas respecto a ésta no son suficientes, teniendo en cuenta los daños que le ocasionan al ambiente. Es por esto que en los problemas referidos anteriormente, mucho ha tenido que ver el desarrollo despiadado de las industrias, por no contar con un respaldo medio ambiental desde el punto de vista jurídico, que sirviera de contraparte, en cuanto al uso racional del petróleo, también porque durante muchos años el panorama energético se centraba en el mercado de la oferta, pero éste dio un rol a partir del creciente consumo mundial de petróleo, por tanto pasó a mercado de demanda; es decir los productores son los que tienen el control y los consumidores deben apostar por los precios y volúmenes de petróleo que se les deben entregar. Éste análisis ha prestado su mayor atención en la evaluación de las posibilidades futuras de suministro y en la utilización de todos los tipos de energía en su conjunto. Más recientemente, el desarrollo sostenible, como nuevo concepto del desarrollo económico, se presenta como un proceso en que la política energética, entre otras muchas, debe formularse de manera de lograr un desarrollo que sea sostenible desde el punto de vista económico, social y ecológico.

Por otro lado es necesario destacar que los países miembros de la OPEP producen el 40 % el crudo mundial y el 14 % del gas natural, y donde los costos de producción de los países de esta organización en el Golfo Pérsico están entre los más bajos a nivel mundial, variando entre \$1.00 y \$1.50 dólares por barril, y la inversión de capital requerida para aumentar su capacidad de producción en un barril/día es menor a \$5.00 dólares. (Mercosur, 2006)

En Estados Unidos se consume el 25% de la energía mundial (con una participación de la productividad del 22% y con un 5% de la población mundial).

Por otra parte, el crecimiento más significativo del consumo energético está ocurriendo en China, que ha estado creciendo al 5,5% anual durante los últimos 25 años, con una población de 1.300 millones de personas y un consumo en la actualidad a una tasa de 1,6 kW por persona.

Según (OLADE, 2003): El año 2003, fue un año que se caracterizó por una gran volatilidad e incertidumbre en los mercados energéticos, situación reflejada principalmente en el incremento en los precios del petróleo los cuales fueron los más altos de los últimos 20 años. Los países a nivel mundial han estado preocupándose por la adopción de políticas energéticas concentradas en los efectos sobre el medio ambiente, de hecho, el consumo de energía proyectado alcanzará los 4.333.631 millones de kilovatios hora en 2013, con un crecimiento del 1.93% durante los próximos cinco años. Pero, a pesar de todos los esfuerzos la demanda de energía se incrementa a un ritmo acumulativo, lo que supone que para el año 2040 la demanda energética llegue a los 30 TW, esto representa un incremento del 150%, por lo que la respuesta para manejar este incremento en el consumo energético

mundial tiene que ser sustentable, es decir incrementar el uso de las energías renovables, disminuir el consumismo y tratar de crear una nueva cultura acerca del uso racional de los recursos energéticos, para lograrlo.

Cabe destacar, que las reservas mundiales de energía continuaron en ascenso y se cuenta con reservas de petróleo para cubrir la demanda actual de energía por 40 años y de gas natural por 60 años. Existen indicios para sostener que los descubrimientos continuarán en los años venideros por lo cual la seguridad energética de los países pasa más por un análisis de la distribución y geopolítica de las mismas que por una escasez en la oferta.

Finalmente, se espera que en los siguientes años el consumo de energía siga liderizado por la demanda de petróleo aunque seguida muy de cerca por la demanda de gas natural, que pasará a ser el segundo energético más demandado. Para éste escenario será determinante el crecimiento de la demanda de gas natural que registre el Asia, continente que guiará la tasa a la cual crezca este mercado.

1.1.2 Panorama energético nacional y local

América Latina no ha estado alejada de los problemas energéticos mundiales y ha vivido desde hace muchos años los embates de la crisis energética internacional, fundamentalmente la de los años de la década del 70, de aquí que en éste contexto nace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Esta organización está conformada por 26 países del área, tiene entre sus objetivos desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y

racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región.

Sin embargo, es preciso señalar que los países que integran a la América Latina y el Caribe, no todos presentan las mismas condiciones desde el punto de vista energético, por ejemplo: Venezuela, México, Trinidad y Tobago, Colombia y Ecuador, son considerados exportadores netos de petróleo; pero los de mayor peso son México, Venezuela y Colombia, aunque esta última ha disminuido su cuota de 820000 barriles por día (bpd) en el año 1999 a 520000 bpd en el año 2005, mientras que México, junto con Venezuela, concentra el grueso de las reservas disponibles en América Latina. México representa un 1,4 % de ellas a nivel mundial y produce el 5 % de la oferta mundial; Venezuela, en cambio, es la quinta exportadora mundial de petróleo y, cuenta con una reserva para 250 años, manteniendo el volumen vigente de extracción, con el 6,8 % de las reservas, aportando el 3,9 % de la producción.

Venezuela, miembro de la OPEP, se ha mantenido entre los 10 primeros productores de petróleo del mundo, a pesar de problemas ocurridos en el 2003. El país es por tanto, clave para los mercados energéticos mundiales, con sus reservas probadas de petróleo estimadas en más de 77 mil millones de barriles.

Por otra parte, las reservas de gas natural de Venezuela son las mayores de la región, estimadas en unos 147 Trillones de pies cúbicos (TPC).

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la OPEP, (Cumbre Energética Suramericana) la región cuenta con más del 10 % de las reservas mundiales de petróleo y con más de 14 % de la producción mundial de ese hidrocarburo.

En este sentido, Venezuela, país anfitrión de la I Cumbre Energética, posee las mayores reservas probadas de crudo del mundo, las cuales alcanzan los 80 billones de barriles.

Teniendo en cuenta estos datos relacionados con la situación energética del área es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), Esta es una propuesta de integración enfocada para los países de América Latina y el Caribe que pone énfasis en la lucha contra la pobreza y la exclusión social, se concreta en un proyecto de colaboración y complementación política, social y económica entre países de América Latina y el Caribe. El ALBA, se formuló por el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, en el marco de la III Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de la Asociación de Estados del Caribe, debido a estos convenios dan nacimiento a:

- **PETROSUR:** Integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay.
- **PETROCARIBE:** Compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba. En Este panorama, la creación de Petrocaribe, a iniciativa del presidente venezolano, Hugo Chávez, adquiere enorme importancia histórica al convertirse en el primer acuerdo energético de naturaleza solidaria con fines de desarrollo social firmado entre un grupo de estados de cualquier región del mundo.
- **PETROANDINA:** Integrada por Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela.
- **PETROAMÉRICA:** Impulsada por el gobierno venezolano para redefinir las relaciones existentes en cuanto a recursos y potencialidades, aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región. En ella confluyen las tres iniciativas anteriores.

Su objetivo fundamental es lograr y estimular la política de cooperación energética de

Venezuela con los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, la electricidad y su uso eficiente, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas tales como: energía eólica, solar y otras.

En Venezuela, el aumento de la demanda de energía eléctrica ha sido significativa; según un estudio realizado por el Comité de Ingeniería y Química de la Cámara de Comercio Venezolano-Americana (VenAmCham) “el consumo de energía per cápita anual en Venezuela (3.078 Kilovatios/hora/habitante) se ha ubicado por encima del promedio registrado en el ámbito mundial (2.756 kWh/hab). Desde un punto de vista regional, aún cuando Venezuela genera anualmente un cuarto de la energía eléctrica registrada por Brasil, es el país donde se registra el mayor volumen de consumo per cápita en América Latina”.

Ante ésta problemática, Venezuela lleva a cabo programas gubernamentales con vistas a realizar acciones por la mejora energética en el ámbito productivo y social, realizando esfuerzos en algunas entidades que optan por la categoría de empresas eficientes, de acuerdo a los requisitos que se establecen para ello.

La revolución energética se lleva a cabo en todos los sectores del país, implementando sistemas y metodologías que permiten evaluar la eficiencia en el uso y el control de la energía eléctrica y la detección de oportunidades de ahorro organizativo y/o técnico en empresas y organismos.

1.2.- Sistema de Gestión Energética

En todos los sectores se hace evidente la necesidad de un sistema de gestión energética, estos sistemas se componen de: la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para su implementación.

Algunos conceptos básicos de gestión energética, plantean que lo más importante para lograr la eficiencia energética en una empresa no es solo que exista un plan de ahorro de energía, sino contar con un sistema que garantice el mejoramiento continuo (CONAE., 1995).

1.2.1.- Etapas en la implementación de un Sistema de Gestión Energética

En general en todos los sistemas de gestión energética se pueden identificar tres etapas fundamentales:

- Análisis preliminar de los consumos energéticos.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía (Planes de Acción).
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

Debe señalarse según (Colectivo de Autores, 2001) que en muchos casos la administración de energía se limita a un plan de medidas de ahorro de energía, no garantizándose el mejoramiento continuo.

1.2.1.1. Análisis preliminar de los consumos energéticos

El análisis preliminar abarca la información de las fuentes y consumos de portadores energéticos, del proceso productivo, distribución general de costos, indicadores globales de eficiencia, etc. El mismo conduce el comportamiento y significación de

los costos de las funciones o servicios energéticos, a la caracterización del comportamiento energético de las viviendas y sus tendencias en los últimos años, a la identificación de las áreas claves y de las principales oportunidades de ahorro, y posibilita la conformación de la estrategia general para la implantación del sistema de gestión energética.

1.2.1.2 Formulación de un programa de ahorro

Los programas de ahorro de energía constituyen un valioso elemento, ya que en su marco se elabora una lista de problemas y soluciones energéticas fundamentadas técnica-económicamente, lo que representa una guía de trabajo para el personal que se dedica al control de los energéticos en las viviendas.

1.2.1.3 Sistema de monitoreo y control

No es posible hablar de gestión energética sin incluir la existencia de un sistema de monitoreo y control que garantice el seguimiento de los parámetros y medidas propuestas durante las etapas de diagnóstico e implantación de mejoras.

1.2.2.- Diagnósticos o auditorías energéticas

El diagnóstico o auditoría energética constituye una etapa básica de máxima importancia dentro de todas las actividades incluidas en la organización, seguimiento y evaluación de un programa de ahorro y uso eficiente de la energía, el que a su vez constituye la pieza fundamental en un sistema de gestión energética.

Para el diagnóstico energético se emplean distintas técnicas para evaluar grado de eficiencia con que se produce, transforma y usa la energía. El diagnóstico o auditoría energética constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por

qué se consume la energía dentro del objeto de estudio, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, e identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Los principales objetivos del diagnóstico energético son:

- **Evaluar** cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
- **Determinar** la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- **Identificar** potenciales de ahorro energético y económico.
- **Establecer** indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
- **Definir** posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente. (CONAE., 1995)

1.2.2.1.- Tipos de diagnósticos energéticos.

De acuerdo a la profundidad y alcance del diagnóstico energético se acostumbra a clasificarlo en diferentes grados o niveles. Hay autores que señalan dos niveles, otros tres, e incluso algunos especifican cuatro niveles.

1.2.2.2. Diagnóstico Energético Preliminar

También llamado diagnóstico de recorrido. Consiste en una inspección visual de las instalaciones energéticas de las viviendas, en la observación de parámetros de operación, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento, así como de

la información estadística global de consumos y facturaciones por concepto de electricidad, agua, gas y aseo.

Con este diagnóstico se obtiene un panorama global generalizado del estado energético y una idea preliminar de los potenciales de ahorros energéticos y económicos. Se derivan medidas de ahorro o de incremento de eficiencia energética de aplicación inmediata y con inversiones marginales, y se obtiene una idea preliminar sobre otras posibles medidas de ahorro. El diagnóstico preliminar comprende la realización de una visita de uno o dos días y la elaboración y entrega de un breve informe de dicha inspección.

1.2.2.3. Diagnóstico Energético de Nivel 1 (DEN 1)

Consiste esencialmente en una recolección de información y su análisis, poniendo el énfasis fundamental en la identificación de fuentes de posible mejoramiento en el uso de la energía.

El DEN1 se centra en el análisis de los equipos y sistemas de conversión primaria y distribución de energía, los equipos auxiliares. Analiza principalmente sistemas tales como, generación y suministro de electricidad, sistemas de refrigeración, aire acondicionado, agua, iluminación, etc.

Ofrece una visión detallada de los patrones de utilización y costos de la energía, permite definir un conjunto de medidas de ahorro, evaluadas técnica y económicamente. Proporciona la información necesaria para un diagnóstico de nivel 2 (DEN2).

Los objetivos específicos de un DEN1 pueden ser:

- Recopilación y desarrollo de una base de datos de consumo y costos de energía.
- Definición de índices energéticos globales.
- Evaluación de la situación energética de las viviendas.
- Identificación de medidas de ahorro de energía.
- Evaluación del nivel de instrumentación y su utilidad en el control energético.
- Establecimiento de estrategias para el establecimiento de un programa de ahorro de energía.
- Identificar necesidad y conveniencia de realizar un diagnóstico de nivel 2.

1.2.2.4. Diagnóstico Energético de Nivel 2 (DEN 2)

Este tipo de diagnóstico abarca todos los sistemas energéticos, tanto equipos de conversión primaria y distribución, como del proceso tecnológico. Incluye además, los aspectos de mantenimiento y control automático relacionados con el ahorro y uso eficiente de la energía.

Un diagnóstico de nivel 2 puede ser la continuación, una etapa subsiguiente de un diagnóstico de nivel 1 (DEN1), aunque no necesariamente, ya que se puede plantear directamente un DEN2, el que por supuesto incluirá todo lo referente al DEN1.

1.2.3. Actividades de un diagnóstico o auditoría energética

En sentido general, un diagnóstico o auditoría energética comprende las siguientes actividades:

1. Reunión inicial.
2. Determinación de la información necesaria para el diagnóstico.
3. Selección de unidades, áreas y equipos a diagnosticar.

4. Planeación de los recursos y el tiempo.
5. Revisión metrológica en los lugares claves a diagnosticar.
6. Recopilación de información.
7. Elaboración del plan de mediciones
8. Mediciones en campo, recopilación y filtrado de los datos.
9. Procesamiento de datos y análisis de resultados.
10. Determinación de posibles medidas de ahorro.
11. Estimación del potencial de ahorro energético y económico.
12. Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de la eficiencia energética.
13. Elaboración y presentación del informe final del diagnóstico

1.3.- Conceptos fundamentales de indicadores.

Los indicadores son componentes esenciales en la evaluación del progreso hacia la optimización de la eficiencia energética

Hay autores que usan definiciones diferentes y a veces incompatibles. Ejemplos de estas definiciones de indicador son, entre otras:

- Una variable hipotéticamente vinculada a la variable bajo estudio, la que no puede ser observada directamente (Chevalier et al, 1992)
- Una medida que resume información relevante a un fenómeno en particular, o un “Proxy” razonable de tal medida (McQueen and Noak, 1998).
- Un parámetro, o un valor derivado a partir de parámetros, que apunta o provee información acerca del estado de un fenómeno, ambiente, área y que

tiene un significado que se extiende más allá del directamente asociado con el valor del parámetro (OECD, 1993)

- Una medida del comportamiento del sistema en términos de atributos significativos y perceptibles (Holling et al, 1978)

Un análisis en profundidad del concepto de indicador (Gallopín, 2006) muestra que en su sentido más general, un indicador es un signo. En Semiótica (la ciencia general de los signos), un signo es todo lo que se refiere a otra cosa (referente) y que sirve para comunicar.

Las principales funciones de los indicadores son:

- Apreciar condiciones y tendencias.
- Comparar entre lugares y situaciones.
- Evaluar condiciones y tendencias en relación a metas y objetivos.
- Permitir una alerta temprana.
- Anticipar condiciones y tendencias futuras.
- Los atributos más importantes de los indicadores son:
- Relevancia (qué envergadura, importancia, trascendencia, o significación tiene para el tomador de decisiones).
- Credibilidad (cuán verosímil o posible es considerado el indicador por los expertos y usuarios).
- Factibilidad (aptitud, facilidad, posibilidad o viabilidad de construir el indicador –dependiendo de la disponibilidad de datos, costos, etc.).

1.3.1 - Indicadores de consumo.

Para realizar gestión energética por la vía de cambio de hábitos y no de tecnologías se requiere crear capacidades de medición de los consumos energéticos y sus operaciones asociadas en el usuario final, así como indicadores de eficiencia y no de consumo. Estas capacidades permitirán vincular la energía utilizada con el resultado operacional realizado (permanencia de personas en la casa, equipos en funcionamiento, etc.) así como establecer indicadores eficientes y alcanzables. Tanto la capacidad de medición en los usuarios finales de la energía como los indicadores de eficiencia son elementos muy débilmente tratados en el sector habitacional a nivel internacional y a nivel nacional.

1.3.2. Índices de consumo.

El índice de consumo es un indicador que relaciona un consumo con la causa que lo provoca. Para que el indicador sea válido se requiere que exista una correlación significativa entre el consumo y la causa, ya que de no ser así no tiene sentido relacionar ambas cosas.

1.4.- Variables de control de la eficiencia energética para las viviendas.

Un sistema de monitoreo y control de indicadores de eficiencia no está completo si no existen predefinidas variables sobre las cuales actuar cuando ocurren desviaciones del indicador respecto a su valor base.

La inexistencia de estas variables de control convierten el sistema de monitoreo y control en un sistema sólo de monitoreo y registro, cuya efectividad depende de la experiencia y capacidad de las personas para identificar las causas de las

desviaciones, realizando auditorías energéticas o verificando cada una de las operaciones del proceso hasta inducir posibles acciones de control.

Las variables de control de la eficiencia energética de un proceso son aquellas condiciones o eventos de proceso para una tecnología dada, que influyen en el consumo de energía de manera significativa y que provocan que para la tecnología instalada existan valores de consumo por debajo y por encima de la línea base típica, para iguales niveles de producción o servicios realizados y aquellas que provocan que no se pueda producir siempre a niveles de producción o servicios cercanos y por encima del valor “crítico” donde el índice de consumo es más bajo.

Una vez identificadas las variables de control se determina cuál de los parámetros, condiciones o eventos del proceso, indeseables desde el punto de vista de eficiencia energética, pueden corregirse definitivamente y cuales necesariamente deben ser controladas por los diferentes actores de la operación, el mantenimiento, la producción o la gestión organizacional ya que cambian con las condiciones del proceso.

No se ha encontrado trabajos que establezcan una guía o referencia para identificar variables de control de eficiencia energética en viviendas.

Las variables de control están asociadas a equipos y proceso clave de la actividad en una vivienda desde el punto de vista de eficiencia energética.

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO I

1.- La compleja situación económica mundial ha originado el desarrollo de la cooperación energética regional como alternativa para paliar los efectos de la crisis económica.

2.- En Venezuela, atendiendo al estado actual de la economía y el uso de la energía se lleva adelante la Revolución Energética como nuevo modelo que promueve la adopción de medidas y acciones de ahorro energético.

3.- La adopción de medidas y modelos de ahorro energético, constituye una tarea actual y relevante, dando pie al ahorro energético y al uso racional y eficiente de la energía, por medio del mejoramiento de procesos, procedimientos y lo más importante: la concienciación y cultura energética del hombre.

4.- Para poder valorar el desarrollo sostenible se hace necesaria la determinación de indicadores y variables de control que permitan monitorear el consumo energético de las viviendas.

CAPITULO II: Caracterización energética de las viviendas y descripción de la propuesta metodológica para la determinación de los indicadores de la eficiencia en las viviendas típicas del municipio Cabimas.

El análisis bibliográfico evidencia la necesidad de efectuar una caracterización energética en las viviendas por el hecho de presentar alto consumo de energía y no contar con indicadores que reflejen los consumos reales de la misma.

Mediante un proceso cualitativo y cuantitativo se realiza la caracterización energética, lo que permite evaluar la eficiencia con que se están utilizando todos los tipos de portadores energéticos requeridos en las casas a estudiar.

Este capítulo trata la caracterización de los indicadores de eficiencia energética y las variables de control energético en una vivienda típica del municipio Cabimas utilizada en el proyecto seleccionado, además de exponer cada paso de los distintos métodos de evaluación de impacto a utilizar.

El objetivo de la caracterización energética de las viviendas es verificar los indicadores que hoy se utilizan para establecer el estado de la eficiencia energética y la toma de decisiones en consecuencia de sus cambios, identificar los potenciales de ahorro existentes de baja inversión (sin cambios tecnológicos) por gestión de la variabilidad del consumo, conocer la tendencia de la eficiencia energética de las viviendas en el último año respecto a los años anteriores así como proponer nuevos indicadores de eficiencia energética (si fuese necesario), que permitan reflejar los resultados del desempeño de la cultura por la eficiencia y la reducción de los consumos y costos energéticos.

En la actualidad el indicador de eficiencia energética de las viviendas son los kWh consumidos por número de personas que permanecen en la misma (PPV).

2.1.- Descripción general de la población

El objeto de estudio está formado por cien (100) casas construidas totalmente por PRODUZCA, a sus propias expensas en terrenos propios. Los propietarios de las viviendas pertenecen a la clase media, formada por un grupo familiar con un mínimo de dos (2) personas y un máximo de ocho (8) personas por hogar.

Las viviendas del municipio Cabimas que forman parte del objeto de estudio fueron construidas totalmente por PRODUZCA. El objeto de estudio está formado por casas de una sola planta construidas con techo de platabanda, sobre una superficie de setenta y dos metros cuadrados (72 m^2) estructura en concreto armado, paredes de bloques de arcilla, revestidos en friso liso y pintadas, distribuidas en tres habitaciones, dos salas sanitarias, sala-comedor, cocina, porche y área de lavandería.

Es importante destacar que para el estudio se consideran, como parte de la muestra, aquellas viviendas cuyas características constructivas son similares en cuanto a superficie construida (diseño original).

2.2.- Descripción general de la muestra.

La muestra objeto de estudio representa el 10 % de la población y está formada por diez (10) viviendas con las características antes descritas. Se encuentran ubicadas en el Conjunto Residencial “Las 40”, sector Produzca situado en la calle 4 con B del sector Las 40, en la ciudad de Cabimas del estado Zulia.

$$n = \frac{NxpqxqZ_a^2}{d^2(N-1)+pxqxqZ_a^2}$$

Donde:

N= total de la población

$Z_a^2 = 1,96^2$ Si la seguridad es de 95%

$Z_a^2 = 2,58^2$ Si la seguridad es de 99%

P= proporción esperada (5%=0,05)

q=1-p (1-0,05=0,95)

d= precisión (3% = 0,03)

n= 10

2.3.- Caracterización energética de las viviendas.

Para realizar la caracterización energética de las viviendas se han utilizado los datos de consumo de energía eléctrica, y permanencia de personas en la vivienda mensuales del año 2010 y 2011 emitidos por la Empresa Eléctrica Socialista (CORPOELEC). Estos datos fueron entregados por los representantes legales de las viviendas que forman parte de la muestra objeto de estudio (propietarios). Estos datos se verán representados en las tablas que reflejan el consumo eléctrico mensual para cada casa **(Anexo N° 1)**.

2.4.-Metodología para el control de la eficiencia energética en el sector residencial

2.4.1.- Análisis del comportamiento energético en las viviendas y sus principales indicadores de eficiencia.

Los indicadores de eficiencia energética cumplen una variedad de funciones que van desde el monitoreo de la eficiencia energética, el análisis y la evaluación de políticas energéticas hasta la valoración de nuevas tecnologías, considerando que; cuando el indicador está formado por un consumo y la causa que lo provoca, entonces puede servir para indicar un desempeño o comportamiento

Sin una indicación de la eficiencia con que se usa la energía una instalación podrá avanzar muy poco en un programa de gestión de la energía ya que no puede:

- Determinar su estado actual y establecer una línea base
- Determinar su éxito comparando el cambio con respecto a la línea base
- Establecer metas realistas de mejora.
- Establecer presupuestos realistas de gastos energéticos
- Asegurar fondos para inversión demostrando el éxito pasado y/o los ahorros anticipados de energía en futuros proyectos.
- Convertir los procedimientos operacionales para mantenerse en los niveles de eficiencia metas, en hábitos y cultura organizacional.

Un indicador de eficiencia energética es aquel que puede medir lo realmente consumido y compararlo con lo que se debería haber consumido para el servicio realizado. La eficiencia está en lograr consumir igual o menos de lo que debería consumirse para el servicio realizado.

Para que el indicador sea adecuado a este objetivo debe estar formado por dos variables: una que es el consumo real medido de energía y otra que es el consumo que debería existir. Ambos para un mismo servicio o producción realizada.

La primera variable es una medición de consumo que depende de la demanda de energía que procure el servicio realizado. Es una variable porque depende de la cantidad o tipo de servicio realizado.

La segunda variable es un modelo capaz de describir cual debe ser el consumo de energía para el mismo servicio realizado.

El modelo es la línea base del consumo y para una misma instalación no depende de otros factores que no sea la cantidad o tipo de servicio realizado. Las diferencias entre el consumo real y el consumo que arroja el modelo se deben a todos aquellos factores diferentes, ya que ambos han sido medidos o calculados para las mismas condiciones del servicio. Por igual razón tampoco influye en su diferencia la tecnología instalada, el tipo de instalación, la capacidad de la instalación entre otras.

Las únicas variables posibles que pueden producir la diferencia entre el consumo real y el del modelo, serán fundamentalmente los hábitos operacionales, de mantenimiento, de organización, planeación, administración y control del servicio, que dependen principalmente de la gestión de quienes habiten la vivienda por ser eficientes energéticamente en sus operaciones.

En el sector constructivo, los indicadores energéticos más empleados son:

- 1.- Consumo de energía eléctrica por metros cuadrados (kWh/m²).
- 2.- Consumo de energía eléctrica por personas que permanecen en la vivienda (kWh/PPV).

En el diagnóstico energético preliminar arroja que, para viviendas construidas sobre una superficie de 72 m² y con similares características constructivas; existen niveles de ocupación diferentes (desde un mínimo de 2 personas hasta un máximo de 8 personas); lo que lleva a centrar la atención en el indicador kWh/PPV.

2.4.2.-Gastos energéticos y consumos energéticos.

Los indicadores relacionados con gastos energéticos y consumos energéticos son los más usados en la actualidad para medir el desempeño energético. La principal limitación de estos indicadores es que no pueden ser usados para gestionar la eficiencia energética por la vía de cambio de hábitos operacionales o de mantenimiento, ya que dependen de factores no relacionados con estos como son: los costos externos de los energéticos. Este hecho condiciona a que la gestión energética sea desarrollada fundamentalmente hacia cambios tecnológicos o cambios evidentes de hábitos pero sin indicadores bases que permitan hacer seguimiento de la variación de la eficiencia por el cambio de estos hábitos.

Un indicador de consumo para evaluar la eficiencia energética de una instalación puede ser muy peligroso para adoptar a partir de él decisiones o iniciativas de gestión energética. (Jorge, 2004)

2.4.3. Indicador de consumo de energía eléctrica como indicador de eficiencia.

Independientemente de que se logre un indicador consistente en el índice de consumo, al lograr un alto nivel de correlación entre los kWh consumidos y las

personas que permanecen en la vivienda, también debe tenerse en cuenta que el índice de consumo es un indicador que varía con el nivel de ocupación de la misma .

En la medida que el nivel de ocupación (permanencia de las personas en la vivienda) se incrementa este índice de consumo aumenta y viceversa. Esto significa que el indicador puede cambiar no por la eficiencia con que se administre o se use la energía en la vivienda sino, sólo por el nivel de ocupación de la misma, que no tiene ninguna relación con el mejoramiento o empeoramiento de los hábitos de eficiencia energética.

2.5.- Metodología para el establecimiento y seguimiento del indicador de eficiencia energética.

La propuesta de indicador de eficiencia se fundamenta en establecer un modelo o línea base del comportamiento típico del consumo de energía para los niveles de operaciones de las viviendas y comparar el desempeño real del consumo con el esperado.

Existen varios métodos para establecer la línea base (Energy Conservation, 2007), los cuales están basados en la premisa de que el año actual marca el inicio de la implementación del sistema de monitoreo y control del indicador de eficiencia energética.

Para la presente investigación se ha elegido el siguiente método que se considera por ajustarse mejor a las condiciones de los procesos de las viviendas:

- 1.- Elección del período de toma de la muestra de datos teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tomar el período que más se parezca al año actual.
- Adoptar períodos que permitan una muestra de datos estadísticamente válidos conociendo que en la medida que la muestra sea menor, la línea base es menos representativa del comportamiento típico de la eficiencia energética.

2.- Determinar la ecuación de la línea base del comportamiento del consumo energético mediante el modelo lineal (por método de los mínimos cuadrados), de variación del consumo energético con respecto a la causa asociada del mismo (producción realizada o servicio realizado).

- En este punto asumimos que el modelo de variación del consumo de energía es lineal al igual que varios trabajos que lo han antecedido (Geriap, 2001), (Neil Franklin, 2002). El sentido físico del modelo lineal de variación del consumo de energía propuesto se basa en el supuesto de que el gasto total de energía de un proceso tiene una componente variable y una fija. La componente variable es aquel gasto que depende directamente de la cantidad de servicio o producto realizado y la cantidad fija es aquella que no depende directamente de esto. Esta concepción resulta muy útil ya que en la parte fija está, cuanto se puede reducir por eficiencia energética del consumo de energía total porque para reducir la parte variable habría que reducir el nivel de producción o servicio realizado.

3.- Verificación del coeficiente de determinación del modelo R^2 .

- El valor del coeficiente de determinación de la muestra ajustada a una ecuación de regresión lineal por el método de los mínimos cuadrados nos indica; qué por ciento del consumo total de la energía se modifica con las

variaciones de la producción o servicio realizado y asociado al consumo. Físicamente, en la medida que este por ciento sea mayor significa que existe menos gasto de energía no asociada a la realización del producto o proceso y que las variaciones del consumo energético son explicadas mayoritariamente por las variaciones en la producción y no por otros eventos.

4.- Determinar la línea base de los mejores desempeños del consumo energético de la muestra a través del modelo lineal (por el método de los mínimos cuadrados) de variación del consumo energético con la producción o servicio asociado, utilizando solo los datos de la muestra cuyo consumo es inferior al consumo calculado según la ecuación de la línea base obtenida para todos los datos de la muestra.

5.- Establecimiento del indicador de eficiencia energética.

- Una vez establecidas la línea base de consumo es posible establecer el indicador de eficiencia que consiste en la relación que existe entre el valor de consumo estándar para una producción o servicio realizado y el valor consumido real para la misma producción o servicio realizado.

La expresión matemática del indicador es:

$$(\text{Consumo estándar (CE)}) * 100 / \text{Consumo real (CR)} = \text{IE}$$

Los casos que pueden presentarse son:

Si $CR > CE$, $IE < 100$. El valor por debajo de 100 significa el por ciento en que el consumo real ha superado del consumo estándar.

Si $CR < CE$, $IE > 100$. El valor por encima de 100 significa el por ciento que el consumo real ha disminuido respecto al estándar.

El consumo estándar se determina por la ecuación obtenida para la línea base y existen para la entidad dos posibilidades de evaluar su eficiencia, una con respecto al desempeño operacional promedio histórico y otra con respecto a las mejores operaciones del desempeño operacional promedio histórico.

$$CE = a * P + b,$$

a: Pendiente de la línea base, unidades de energía / unidades de producción.

b: Intercepto de la línea base, unidades de energía/ tiempo.

P: cantidad de la producción o servicio realizado asociado al consumo de energía, unidades de producción / tiempo.

6.- Tendencia de la eficiencia energética.

- Además de registrar y monitorear el valor del indicador de eficiencia en el tiempo es muy útil también monitorear y registrar el valor de la tendencia de este indicador, ya que la misma indica si el comportamiento del desempeño en el uso eficiente de la energía se ha convertido en hábito o es variable. También un cambio de dirección o de sentido de la tendencia es causa de un cambio de alguna variable no asociada al nivel de producción que debe ser investigado para que pueda ser controlada.

2.6.- Principales ventajas de la determinación y seguimiento de indicadores de eficiencia.

Como se observa, la metodología indicada anteriormente para la determinación y el seguimiento del indicador, permite establecer indicadores de eficiencia en el manejo de la energía.

Dicha metodología permite un proceso de mejora continua de la eficiencia de las viviendas ya que en el primer período de monitoreo se puede tomar como línea base la línea promedio del período de la muestra, pero al concluir un período de trabajo (por ejemplo, un año) seguramente se han perfeccionado los procesos y las operaciones desde el punto de vista energético y al volver a realizar otra línea base ésta se habrá desplazado hacia la zona de mejores operaciones con el planteamiento de nuevas metas.

De esta forma al cabo de varios períodos de mejora se puede haber llegado al potencial de reducción del consumo identificado por la línea base de las mejores operaciones. Al llegar a este punto del trabajo, se debe mantener el resultado y entonces, para mejorar será necesario invertir por ejemplo, en cambios tecnológicos.

Otra ventaja importante del indicador es la prioridad de la labor por la eficiencia energética de las áreas en función de las pérdidas de energía recuperables en las mismas y no por el nivel de su consumo.

Al realizar el seguimiento del indicador periódicamente se puede discriminar si la causa de la desviación se debe a cambios en la eficiencia con que se usa la energía, a la influencia del nivel de permanencia de personas en la vivienda, o a ambas. En caso que una parte, o la desviación total se deba a cambios en la eficiencia del uso de la energía se requiere la adopción de medidas para actuar sobre las variables de control de la eficiencia energética.

2.7.-Herramientas básicas para la implementación de un sistema de gestión en el sector residencial.

Las herramientas que más se utilizan en la aplicación de un sistema de gestión de energía se exponen a continuación:

2.7.1 Gráfico de consumo de energía en el tiempo [E (kWh) vs. t]: A partir de este gráfico se modela el comportamiento del consumo de energía en determinado intervalo de tiempo, ya sea en un mes, o varios años. A través de este gráfico se pueden identificar los comportamientos anormales de los consumos de energía en el tiempo.

2.7.2 Diagramas de Consumo de Energía– PPV (E vs. PPV): Brinda la relación existente entre el consumo energético y la PPV, muestra el nivel de correlación y por tanto la validez del índice.

2.7.3. Diagrama Índice de Consumo – PPV (IC vs. PPV): Se aplica cuando la correlación del diagrama explicado con anterioridad sea significativa y con el uso de su ecuación. Este gráfico es importante para evaluar la eficiencia energética.

2.7.4 Gráfico de control: permite comparar los consumos energéticos de un período base con otro en cuanto a eficiencia energética, ahorro o gasto y variación de consumos.

2.7.5 Diagrama de Pareto: Identifica los mayores consumidores de las viviendas, por lo que muestra donde se debe concentrar los esfuerzos para la reducción del consumo energético.

El diagrama de Pareto es un gráfico especializado en barras que representa la información en orden descendente desde la categoría mayor a la más pequeña en

unidades de por ciento. Este diagrama es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80-20, que identifica el 20 % de las causas que provocan el 80 % de una situación específica.

2.7.6. Estratificación: Es el método para agrupar datos asociados por elementos comunes de lo general a lo particular. Ejemplo: En una vivienda se analiza el consumo de energía de áreas, tales como, aires acondicionados, iluminación, sistema hidroneumático, electrodomésticos entre otros; y así encontrar el área o elemento donde se debe concentrar el mayor esfuerzo.

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO II

- 1.- Las viviendas relacionadas para el estudio son representativas del tipo de casas social que se construye en la actualidad (empleando materiales clásicos y convencionales) y estadísticamente se define el número de la muestra seleccionada.
- 2.- La caracterización energética de las viviendas se realiza a partir del consumo eléctrico. El valor promedio del mismo para las casas objeto de estudio en el año 2010 es de 1197.93 kWh y para el año 2011 fue de 1096,60 kWh.
- 3.- El indicador de eficiencia energética utilizado en la presente investigación corresponde a los (KWh/PPV) que es el empleado actualmente en las viviendas.
- 4.- La propuesta de acción de control del indicador se fundamenta en el establecimiento de un modelo o línea base de comportamiento típico del consumo de energía para los niveles de ocupación de las viviendas y su comparación con los valores normados.

CAPITULO III: Aplicación de la metodología propuesta, evaluación de impactos, análisis de los resultados y plan de mejoras

A continuación, adoptando como base los criterios anteriores, se presenta una primera aproximación de áreas de identificación de variables de control para las viviendas. Esta primera aproximación puede facilitar al gestor energético de una vivienda en particular, el proceso de identificación del mayor número de variables con mayor calidad y rapidez.

En la revisión encontrada en la caracterización todos los datos coinciden en que el mayor gasto de energía eléctrica se encuentra en las áreas de climatización e iluminación.

Una vez identificadas todas las variables de control posibles y validadas se separan aquellas variables que pueden constituirse en medidas (a aplicar una sola vez) y aquellas que deben ser ejecutadas a través de procedimientos operacionales.

Se establece el plan de medidas correctivas de las variables de control de la eficiencia energética (mejoras de sistemas de control y automatización, ajuste de equipos, instalación de nuevas tecnologías de control etc.)

Se establece el plan de medidas preventivas de las variables de control de la eficiencia energética (procedimientos operacionales nuevos, registros operacionales nuevos, nuevos indicadores de desempeño, nuevos procedimientos de planeación, y evaluación de indicadores entre otros.)

3.1.- Diagnóstico Energético Preliminar.

El estudio se inicia con un diagnóstico de recorrido a las viviendas que forman parte de la muestra. Para el mismo se realiza una visita (2 días) que permite: obtener información estadística global de consumo, facturaciones, estado energético, además de obtener una idea de los potenciales de ahorro energético y económico.

Para el desarrollo de éste diagnóstico se realiza la visita y a través de la entrevista se obtiene información sobre: Nº de personas que habitan en la vivienda, distribución (número de cuartos, baños, si posee sala, comedor, cocina, área de lavandería y otros).

Finalizada la visita al total de la muestra se elabora un informe de la inspección que contiene la información antes mencionada **(Anexo N° 2)**.

3.2. Diagnóstico Energético del Nivel 1 (DEN1)

A continuación se detalla una tabla que permite establecer el DEN1 en las casas objeto de estudio. La misma se centra en el análisis de los equipos ofreciendo una visión detallada de los patrones de utilización y costos de la energía.

3.2.1. DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 1:8 personas

Tabla N° 1

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	2	0,025	3 h 2 vec/sem	24	1,2
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
tostadora	1	1	5 min/d	3	3
secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Microondas	1	1,4	15 min/d	10	14
Lavadora	1	0,4	4 h 2 vec/sem	32	12,8
Fluor 15W	8	0,12	5 h/d	150	144
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
Cafetera	1	0,75	10 min/d	5	3,75
TV 24"	1	0,12	6 h/d	180	21,6
TV 32"	2	0,25	6 h/d	180	90
Plancha	1	1	3 h 2 vec/sem	24	24
Playstation	1	0,25	2 h/d	60	15
PC Mesa	1	0,3	4 h/d	120	36
Laptop	2	0,007	4 h/d	120	1,68
Nevera	1	0,29	8 h/d	240	69,6
Frezzer	1	0,4	8 h/d	240	96
Aire 12000 BTU/h	3	1,1	8 h/d	240	792
Split 24000 BTU/h	1	3,3	4 h/d	120	396
Consumo eléctrico:					1734,63

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 2:4 personas

Tabla N° 2

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	1	0,025	3 h 2 vec/sem	24	0,6
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
tostadora	1	1	5 min/d	3	3
secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Lavadora	1	0,4	4 h 1 vec/sem	16	6,4
Fluores 15w	11	0,12	6 h/d	150	198
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
Cafetera	1	0,75	10 min/d	5	3,75
TV 32"	2	0,25	6 h/d	180	90
Plancha	1	1	3 h 1 vec/sem	12	12
Playstation	1	0,25	1h 2V/S	8	2
PC Mesa	1	0,3	2 h 3V/s	8	2,4
Nevera 22p	1	0,375	8 h/d	240	90
Frezzer	1	0,4	8 h/d	240	96
Aire 12000 BTU/h	1	1,1	8 h/d	240	264
Split 24000 BTU/h	1	3,3	4 h/d	120	396
Consumo eléctrico:					1178,15

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 3:2 personas

Tabla N° 3

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	1	0,025	3 h 2 vec/sem	24	0,6
Licuadaora	1	0,4	5 min/d	3	1,2
Tostadora	1	1	5 min/d	3	3
Secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Microondas	1	1,4	15 min/d	10	14
Lavadora	1	0,4	4 h 1 ves/sem	16	6,4
Fluores 15w	6	0,12	5 h/d	84	60,48
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
Cafetera	1	0,75	10 min/d	5	3,75
TV 32"	1	0,25	6 h/d	180	45
Plancha	1	1	3 h 1 ves/sem	12	12
Nevera	1	0,29	8 h/d	240	69,6
Split 24000 BTU/h	1	3,3	4 h/d	120	396
Consumo eléctrico:					624,03

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 4:7 personas

Tabla N° 4

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	3	0,025	3 h 2 vec/sem	24	1,8
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
tostadora	1	1	5 min/d	3	3
secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Microondas	1	1,4	15 min/d	10	14
Lavadora	1	0,4	4 h 2 vec/sem	32	12,8
Fluorescent 15w	7	0,12	5 h/d	140	117,6
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
Cafetera	1	0,75	10 min/d	5	3,75
TV 24"	2	0,12	6 h/d	170	40,8
TV 32"	1	0,25	5 h/d	170	42,5
Plancha	1	1	3 h 2 vec/sem	24	24
Playstation	1	0,25	1 h/d	30	7,5
PC Mesa	1	0,3	3 h/d	85	25,5
Nevera	1	0,29	8 h/d	240	69,6
Frezzer	1	0,4	8 h/d	240	96
Split 24000 BTU/h	2	2,5	4 h/d	120	600
Consumo eléctrico:					1072,85

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 5:3 personas

Tabla N° 5

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	1	0,025	3 h 2 vec/sem	24	0,6
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
Tostadora	1	1	5 min/d	3	3
secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Lavadora	1	0,4	4 h 1 vec/sem	16	6,4
Fluorescente 15w	11	0,12	6 h/d	150	198
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
TV 32"	2	0,25	6 h/d	180	90
Plancha	1	1	3 h 1 vec/sem	12	12
Playstation	1	0,25	1h 2V/S	8	2
PC Mesa	1	0,3	2 h 3V/s	8	2,4
Nevera 22p	1	0,375	8 h/d	240	90
Freizzer	1	0,4	8 h/d	240	96
Split 24000 BTU/h	1	3,3	4 h/d	120	396
Consumo eléctrico:					910,4

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 6:3 personas

Tabla N° 6

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	1	0,025	3 h 2 vec/sem	24	0,6
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
Tostadora	1	1	5 min/d	3	3
Secador	1	1,6	10 min/d	5	8
Lavadora	1	0,4	4 h 1 vec/sem	16	6,4
Fluoresc 15w	8	0,12	6 h/d	150	144
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
TV 32"	2	0,25	6 h/d	180	90
Plancha	1	1	3 h 1 vec/sem	12	12
Playstation	1	0,25	1h 2V/S	8	2
PC Mesa	1	0,3	2 h 3V/s	8	2,4
Nevera 22p	1	0,375	8 h/d	240	90
Frezzer	1	0,4	8 h/d	240	96
Split 24000 BTU/h	1	3,3	4 h/d	120	396
Consumo eléctrico:					856,4

DEN1 y determinación del consumo de energía eléctrica.

Casa 7:3 personas

Tabla N° 7

Aparatos	Cantidad	Potencia (kW)	Tiempo de uso al día (h)	Tiempo de uso al mes (h)	Consumo mensual (kWh/mes)
DVD	1	0,025	2 h 1vec/sem	8	0,2
Licuadaora	1	0,4	10 min/d	5	2
tostadora	1	1	5 min/d	3	3
secador	1	1,6	15 min/d	8	12,8
Microondas	1	1,4	15 min/d	10	14
Lavadora	1	0,4	4 h 1 vec/sem	16	6,4
Fluores 15w	8	0,12	5 h/d	150	144
Bomba	1	0,4	20 min/d	10	4
Cafetera	1	0,75	10 min/d	5	3,75
TV 32"	2	0,25	5 h/d	140	70
Plancha	1	1	3 h 1 vec/sem	12	12
Playstation	1	0,25	2 h/d	60	15
Nevera	1	0,375	8 h/d	240	90
Aire 12000 BTU/h	2	1,1	8 h/d	240	528
Consumo eléctrico:					905,15

3.3.- Datos utilizados para el proceso de caracterización energética.

Para realizar la caracterización energética de las viviendas se ha utilizado los datos de consumo de energía eléctrica, y permanencia de personas en la vivienda mensuales en el período comprendido entre enero del 2010 y diciembre del 2011. Estos datos fueron entregados por los representantes legales de las viviendas que forman parte de la muestra objeto de estudio (propietarios).

El Anexo N° 1 muestra las tablas de datos iniciales del proceso de caracterización, donde se presentan la historia del consumo de energía, en kWh para cada casa perteneciente a la muestra.

La tabla que se muestra a continuación resume los valores procedentes de la historia del consumo promedio por vivienda.

Historia del consumo promedio por casa

Tabla N° 8

Año	N° Casa	N° Personas	$\bar{x}$ kWh/mes
2010	1	8	1654
	2	4	1355
	3	2	555
	4	7	1650
	5	3	1097
	6	3	718
	7	3	931
	8	5	1305
	9	4	1300
	10	6	1430
2011	1	8	1530
	2	4	1254
	3	2	483
	4	7	1451
	5	3	658
	6	3	680
	7	3	897
	8	5	1228
	9	4	1296
	10	6	1500

A continuación se ofrece en un diagrama de Pareto, los gastos operacionales de las viviendas (energéticos, agua, gas, aseo) en porcentaje (%), del promedio de las viviendas estudiadas.

Observamos que un 77% corresponden a electricidad, este es utilizado para cocinar, un 10% al agua, un 7 % se consume de gas y 6% en aseo urbano.

El valor acumulado de los gastos en cada portador energético se representa en la figura 3.3.1.

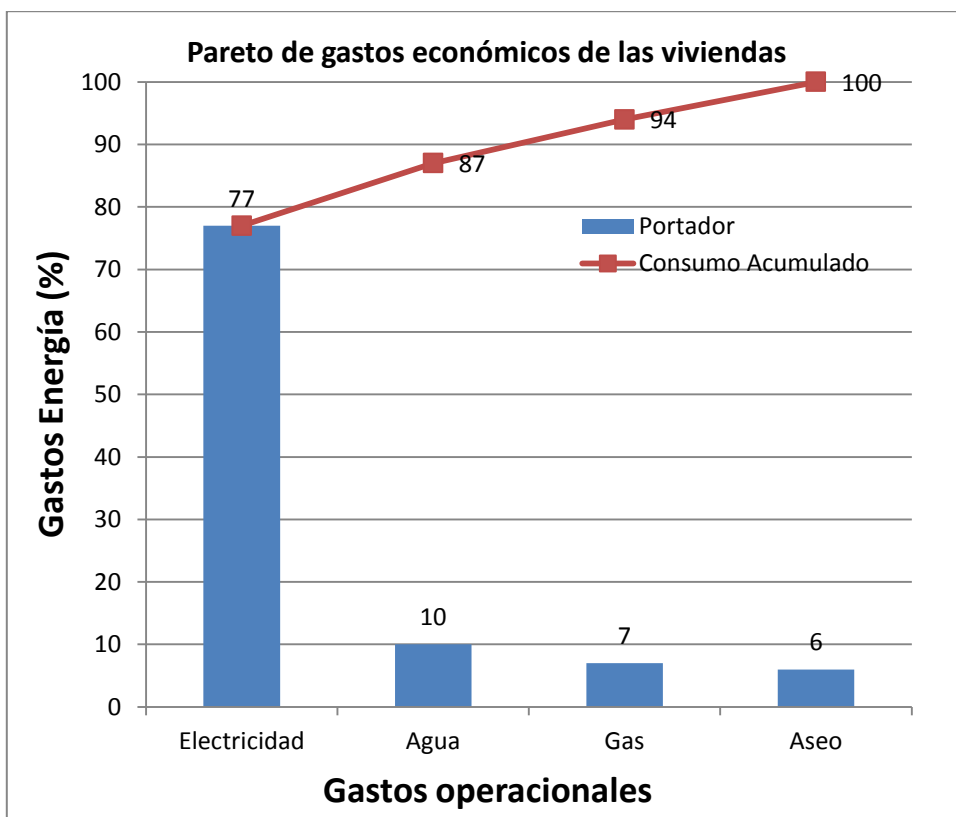


Figura 3.3.1.- Diagrama de Pareto por gastos operacionales

Se observa que el consumo de electricidad representa el 80% de los costos totales de la vivienda por lo que es necesario realizar la estratificación de los principales

consumidores de electricidad en la misma y determinar cuáles son los equipos mayores consumidores con el propósito de centrar las medidas de uso eficiente de la energía en ellos.

Para conocer la influencia de cada portador energético en cuanto al consumo, se realiza una estratificación de ellos y así poder determinar cuál o cuáles de estos superan el 80 %, y sobre la base de estos resultados tomar las medidas pertinentes para disminuir estos consumos.

3.4- Estratificación de los gastos energéticos

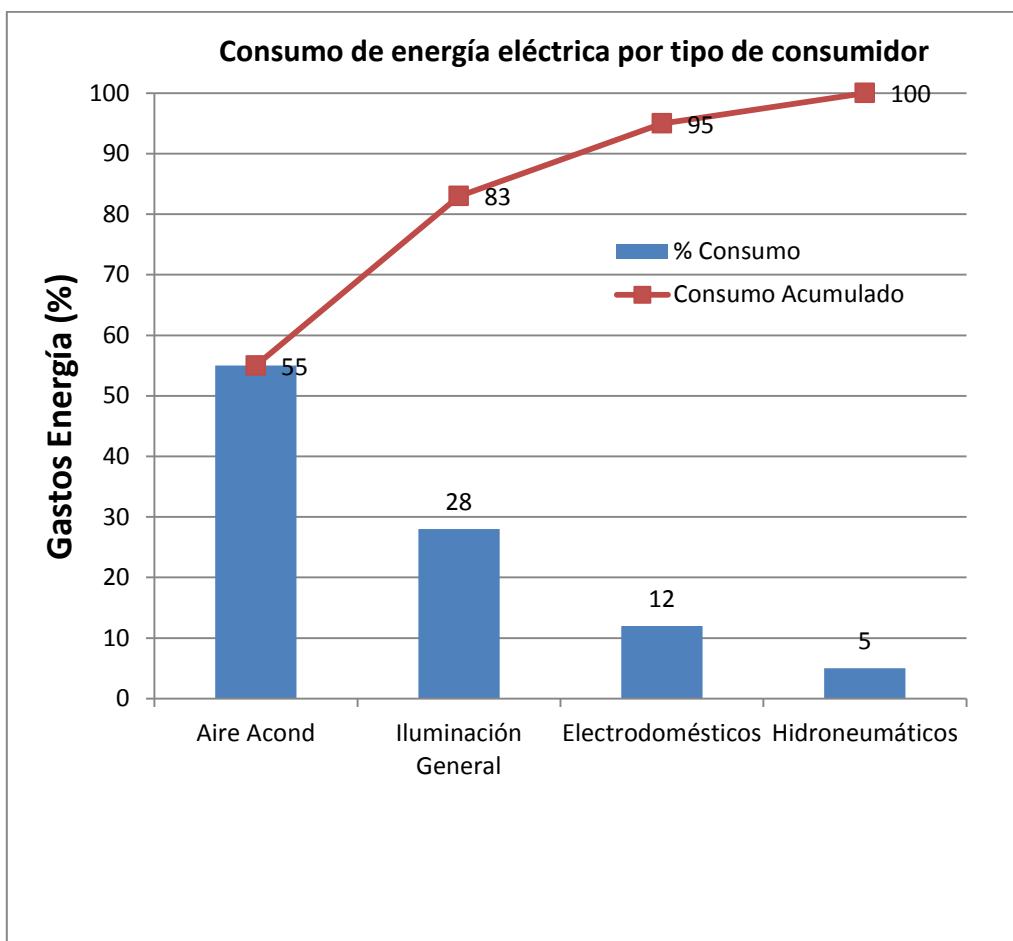


Figura 3.4.1- Estructura de equipos consumidores de electricidad.

La estructura de consumo de energía eléctrica por equipos se muestra a continuación, siendo visible que el 20 % de los equipos que consumen el 80 % de la energía eléctrica de las viviendas son: el sistema de aires acondicionados e iluminación.

En la figura 3.4.1 se observa el porcentaje del consumo de energía eléctrica donde el área con mayor consumo de energía se encuentra en el sistema de aire acondicionado con un 60% del consumo total. El sistema de aire acondicionado representa el 49% del consumo, siendo éste el lugar en el que se encuentran las mayores potencialidades de ahorro.

La estratificación se realiza teniendo en cuenta, la capacidad instalada en los equipos y las horas de funcionamiento mensual de cada uno de éstos. En el DEN1 se presentan las tablas señalando la capacidad instalada de los equipos.

3.5.- Análisis de la tarifa eléctrica.

La tarifa aplicada a las casas en el año 2010 era la que se empleaba para los consumidores del sector residencial con una demanda mayor a los 1000 kWh.

A partir del 15 de septiembre del año 2011 se comenzó a aplicar en los consumidores del sector residencial la tarifa para consumidores mayores de 1500 kWh.

Además, si el consumo real en el mes es mayor que el estipulado o establecido para la tarifa residencial, se penaliza facturando la diferencia al doble del precio normal.

3.5.1.- Comportamiento del Consumo de Energía Eléctrica por Vivienda

Casa 1: 8 personas

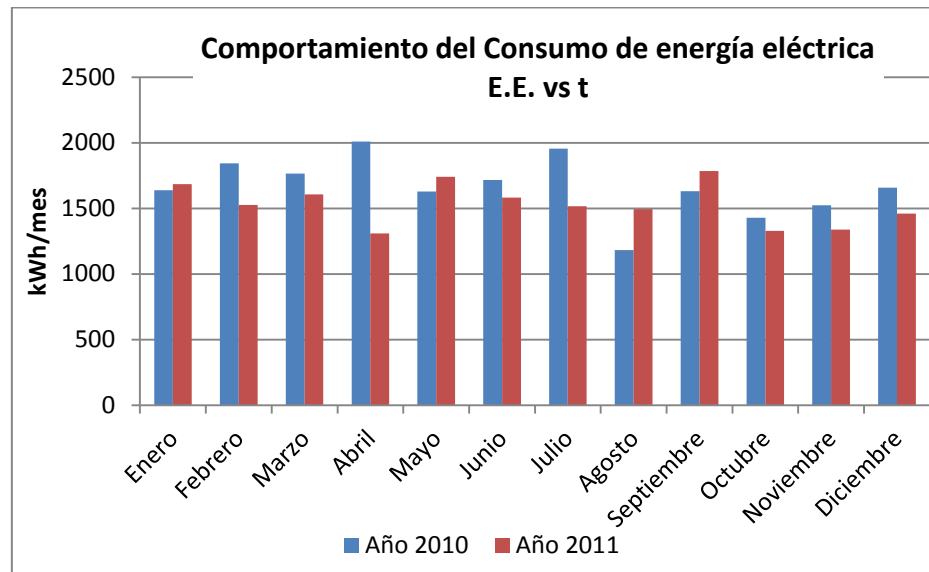


Figura 3.5.1.1

Casa 2: 4 personas

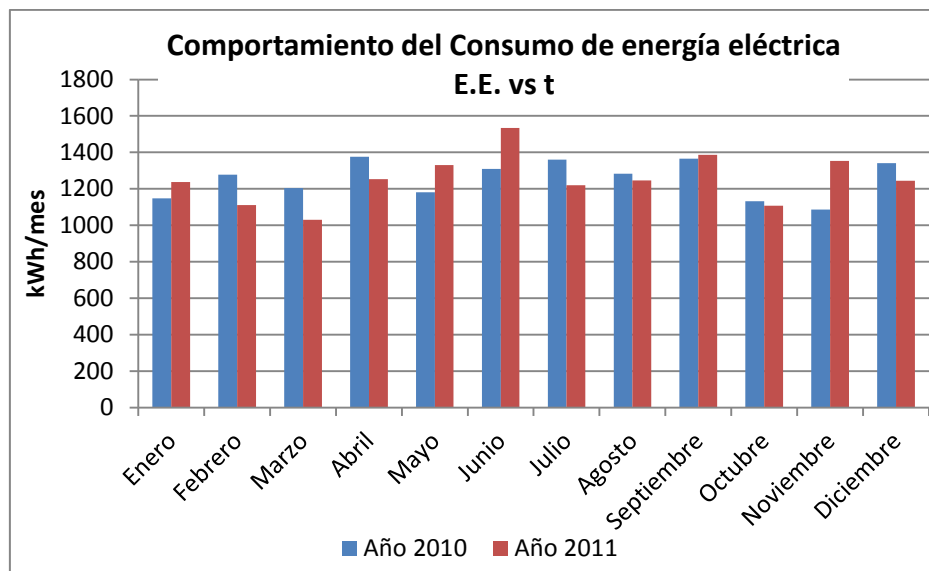


Figura 3.5.1.2

Casa 3: 2 personas

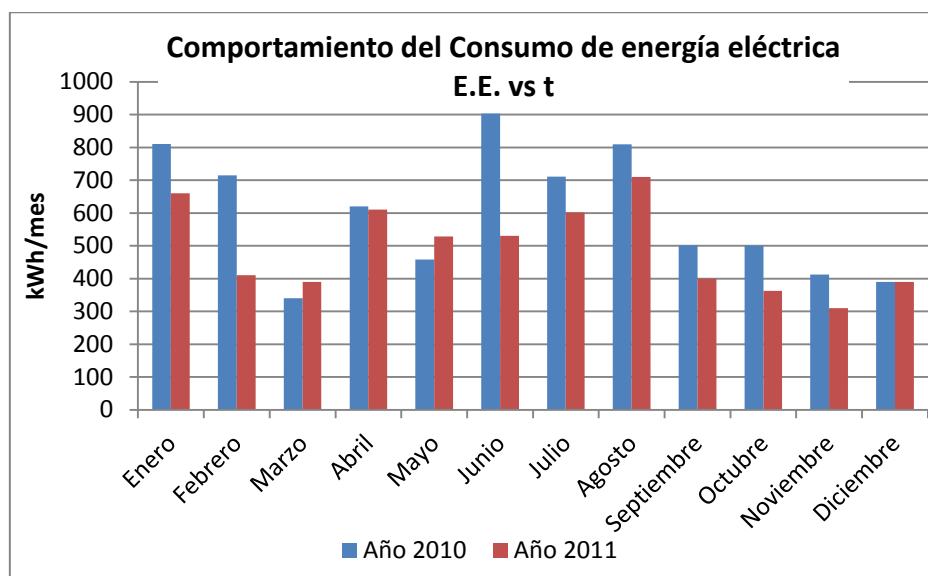


Figura 3.5.1.3.

Casa 4: 7 personas

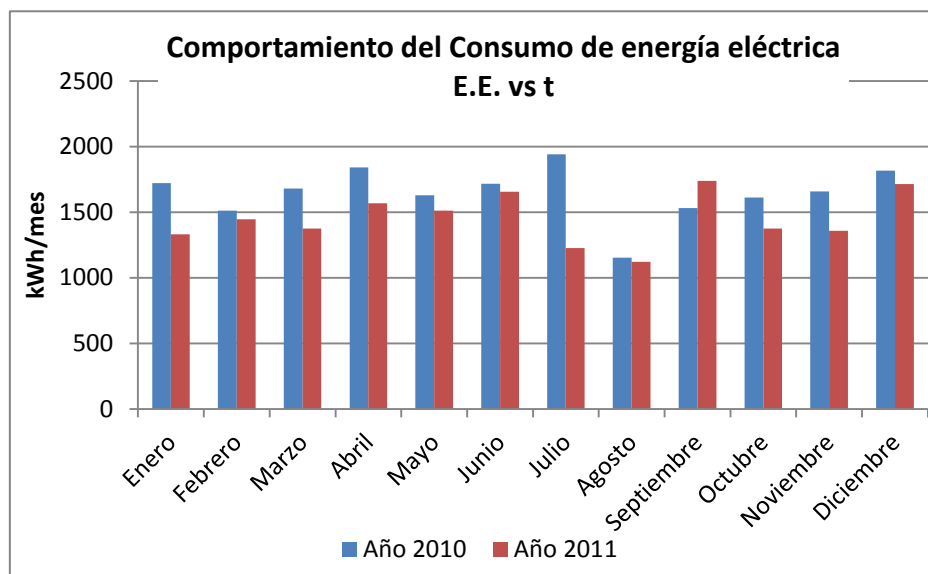


Figura 3.5.1.4

Casa 5: 3 personas

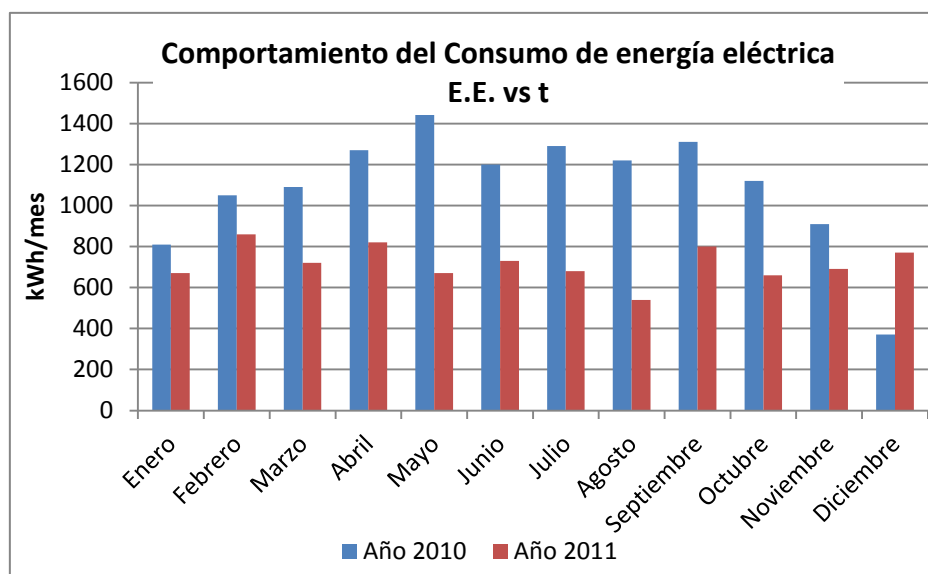


Figura 3.5.1.5

Casa 6: 3 personas

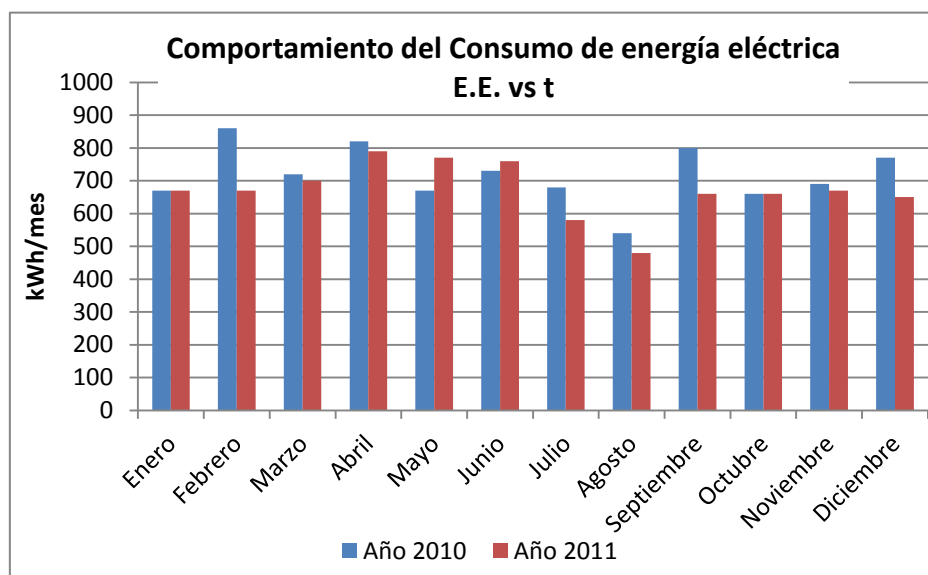


Figura 3.5.1.6

Casa 7: 3 personas

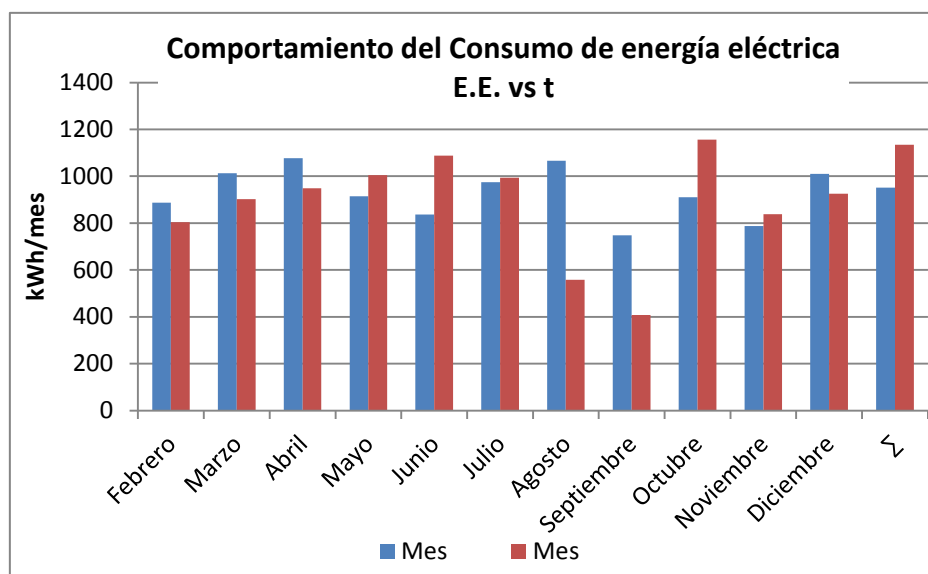


Figura 3.5.1.7

Casa 8: 5 personas

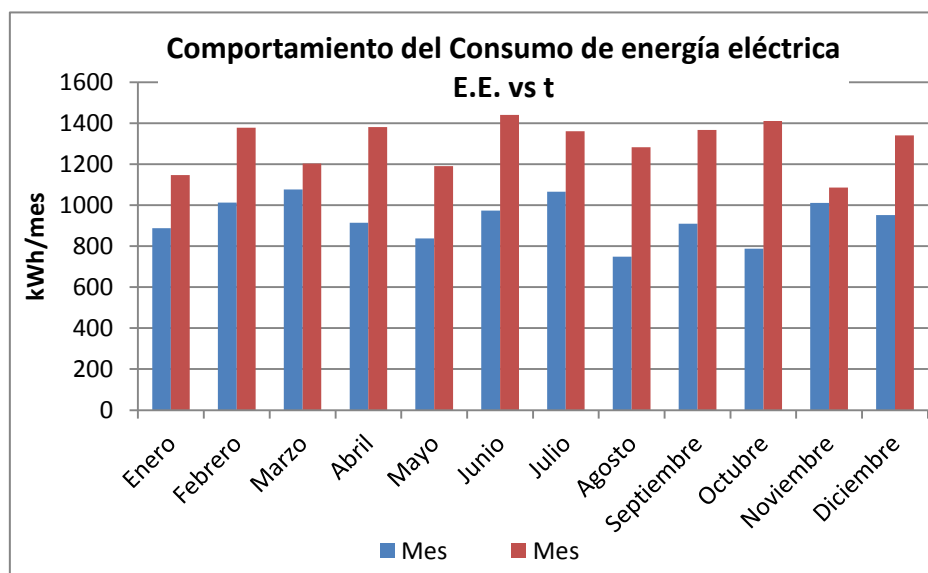


Figura 3.5.1.8

Casa 9: 4 personas

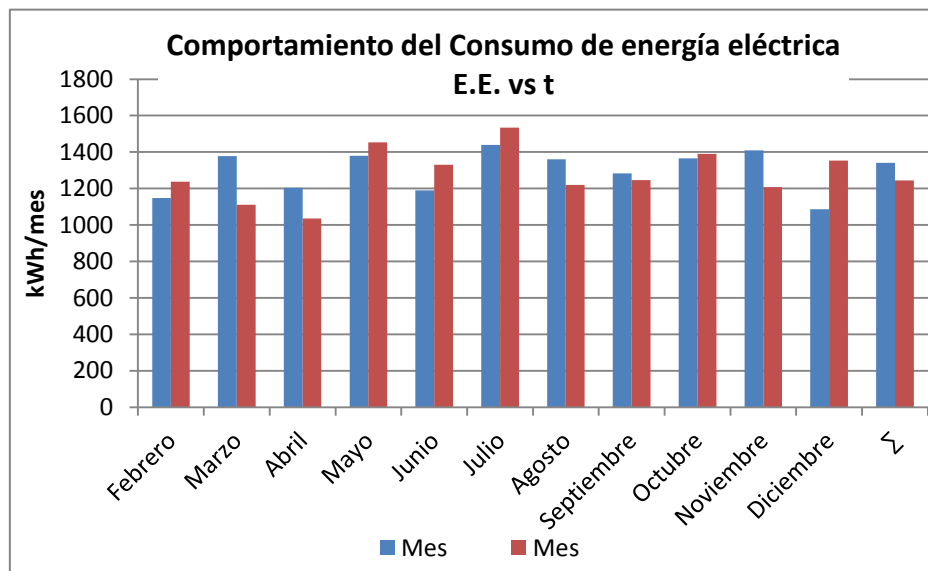


Figura 3.5.1.9

Casa 10: 6 personas

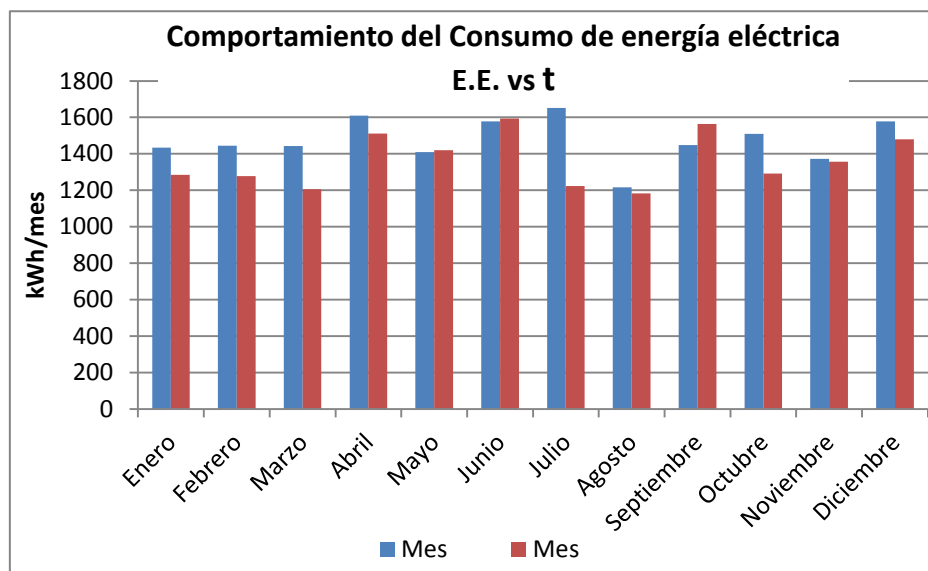


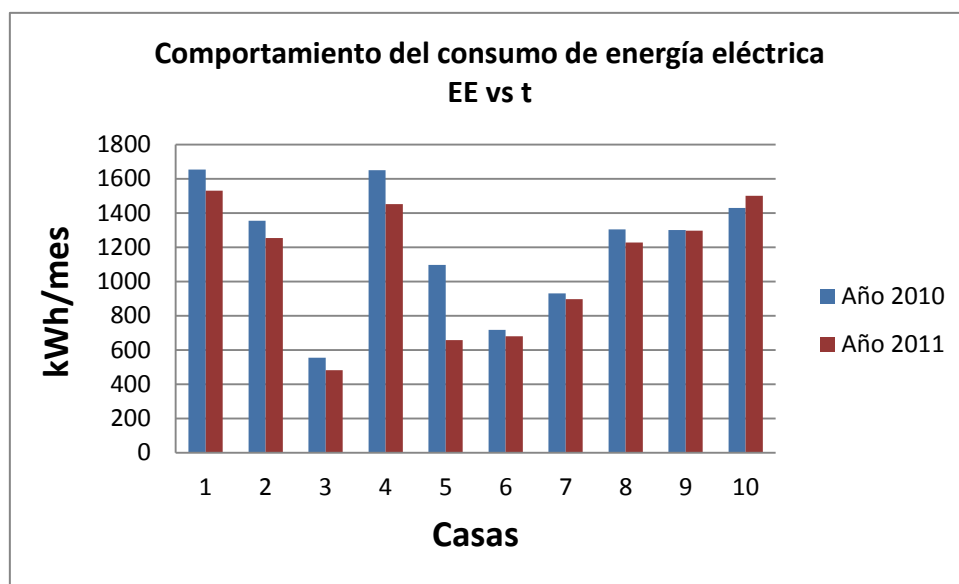
Figura 3.5.1.10

Los gráficos del 3.5.1.1 al 3.5.1.10 relacionan el comportamiento de la energía en función de las viviendas, además muestran la variación simultánea del consumo energético con la permanencia de las personas en el tiempo observando un comportamiento de la PPV y consumo de energía favorable en el año 2011 con respecto al año 2010.

El análisis de los gráficos muestra que el consumo de energía eléctrica para el año 2010, alcanza valores superiores a los planificados por la empresa eléctrica socialista (CORPOELEC) (1200 kWh/mes para el sector residencial). Es importante destacar y tener en cuenta que el índice kWh / PPV se ve afectado en el presente año debido a los planes de contingencia energética adoptados en el país para bajar el consumo energético. En consecuencia, el consumo de energía debe mostrar índices más bajo que el real, sin embargo los resultados presentados arrojan consumos superiores a los planificados.

El consumo de electricidad para el año 2011, alcanza valores ajustados al plan asignado por la empresa eléctrica socialista (CORPOELEC). (1500 kWh/mes para el sector residencial). Se observa una reducción de un 5 % en el consumo con respecto al año 2010; esto se debe a las medidas adoptadas en las viviendas para reducir los consumos eléctricos.

3.5.1.11 Gráfico resumen del consumo de energía eléctrica en cada vivienda



En el gráfico anterior se presenta el comportamiento durante 2 años de consumo (período 2010 - 2011), de los indicadores anuales fundamentales de las unidades. De ello se puede deducir que durante el período 2010-2011 el comportamiento de la relación entre consumo mensual y casas se ha mantenido de forma estable por lo que demuestra una estrecha correlación entre los indicadores y una reducción del consumo específico en función de las personas que permanecen en la vivienda.

Por otra parte, se hace necesario resaltar que los consumos entre las 6:00 am y las 12:00 m representan en todo el año alrededor del 10% del consumo de electricidad, el 70% es consumido entre las 12:00 m y las 10:00 pm y el 20% restante es consumido entre las 10:00 pm y las 6:00 am. El porcentaje correspondiente al horario comprendido entre las 12:00 m y las 10:00 pm es elevado debido a que la mayoría de las personas que allí habitan regresan generalmente en el horario

indicado, aumentando la demanda de climatización en la casa así como el consumo energético de los diversos artefactos eléctricos y portadores que permiten el confort para los integrantes de la vivienda.

En las condiciones actuales, los consumos entre las 6:00 am y las 12:00 m han representado en todo el año alrededor del 18% del consumo de electricidad. Los consumos en el horario comprendido entre las 12:00 m y las 10:00 pm un 52%, y un 28% en el horario de madrugada comprendido entre las 10:00 pm y las 6:00 am.

Se observa una reducción de un 5% en el consumo del año 2011 con respecto al año 2010 esto se debe a las medidas adoptadas en las viviendas para reducir los consumos eléctricos en este intervalo de tiempo. Algunas de ellas son:

- Apagando el aire acondicionado del área fuera de los cuartos en este horario.
- Ajustar el horario de encendido y apagado de la luces de las habitaciones, del resto de la casa y del área exterior de la vivienda al mínimo indispensable.
- Supervisar la permanencia de los integrantes de la familia en una sola habitación al momento de ver TV para minimizar los consumos en las áreas no utilizadas.

3.6.- Validación de los indicadores de eficiencia energética actuales.

En la actualidad el indicador de eficiencia energética de las viviendas son los kWh consumidos por cantidad de personas pernoctando en la vivienda (kWh/PPV). Para validar este indicador se realizaron dos tipos de análisis, el primero dirigido a la

determinación de la confiabilidad del mismo y el segundo dirigido a la capacidad del indicador para indicar la eficiencia energética en las viviendas objeto de estudio.

3.6.1.- Validación de la confiabilidad del indicador.

Para que un indicador sea confiable los parámetros que los componen deben tener una correlación significativa entre sí. En este caso, los parámetros que componen el indicador que usan las viviendas en la actualidad es el consumo de energía eléctrica, expresado en kWh/mes y la permanencia de personas en la vivienda (PPV). Probar que existe una correlación significativa entre ambos parámetros es probar que la variación del consumo de energía en las viviendas depende de las PPV en un nivel significativo. Esto se prueba a través del cálculo del coeficiente de determinación de la muestra. Si no existiera correlación significativa entre ambos parámetros el indicador no es confiable ya que el consumo de energía de las viviendas no estaría sujeto a la disminución ó aumento de la cantidad de personas que permanezcan en la misma, y por tanto, no estaríamos refiriendo en el indicador, el consumo de energía; ni asociándola a la principal causa ligada estadísticamente que lo produce.

3.7.- Gráfico de control del consumo de energía eléctrica en las viviendas.

Este gráfico permite comparar los consumos energéticos de un período base con otro en cuanto a eficiencia energética, ahorro o gasto, variación de consumos así como evaluar y determinar la estabilidad en los consumos de energía eléctrica en el tiempo de cada vivienda. **(Anexo N°. 3).**

En éste gráfico la línea central corresponde al promedio de los consumos mensuales de energía eléctrica de cada casa y las líneas superior e inferior son límites de control determinados de la forma siguiente:

LCS: Limite de control superior

$$LCS = MEDIA + (3 * DESVIACIÓN ESTANDAR)$$

MEDIA: Media aritmética de los argumentos

$$MEDIA = \frac{\sum_{I=1}^n x}{n}$$

Donde:

X: Datos de consumo (kWh)

n: Número de datos

$$DESVIACIÓN ESTANDAR = \sqrt{\frac{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}{n * (n - 1)}}$$

LCI: Límite de control inferior

$$LCI = MEDIA - (3 * DESVIACIÓN ESTANDAR)$$

Gráfico resumen del consumo de energía eléctrica en el tiempo

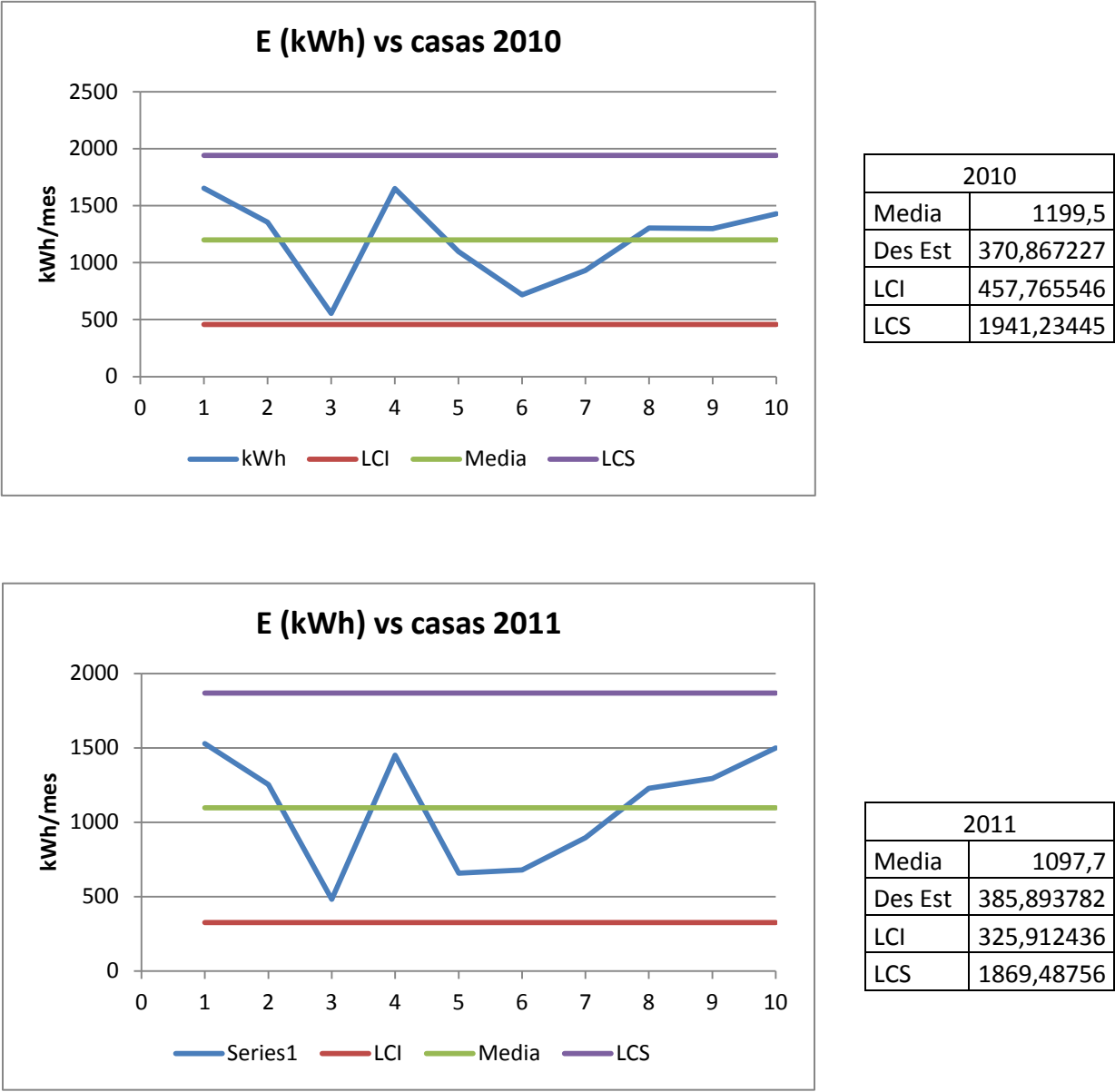


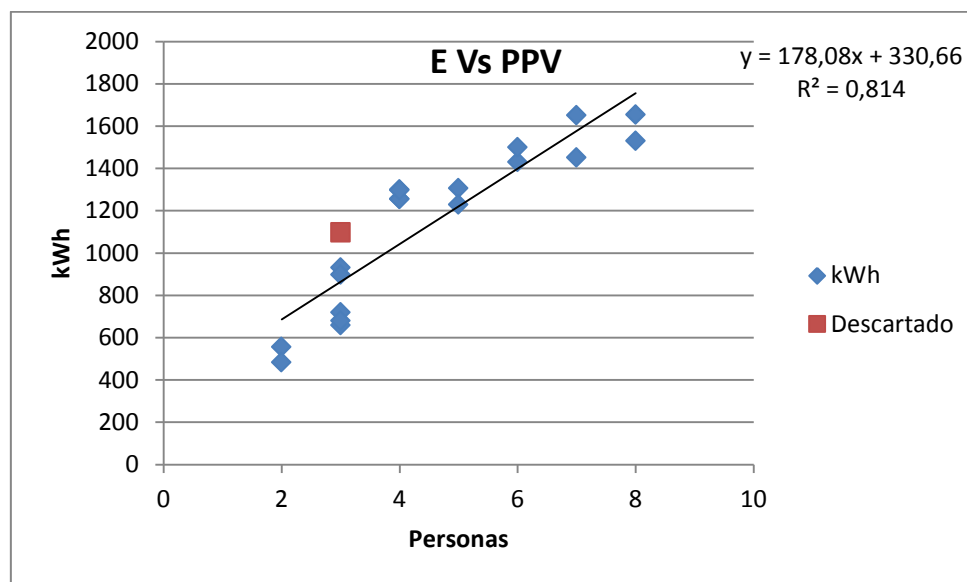
Figura 3.7.1- .Control del consumo de energía eléctrica en cada casa

Analizando el control del consumo de electricidad en el tiempo para cada casa **(Anexo N°. 3)** se observa que el 50% de la muestra (5 casas) presentan un comportamiento favorable en cuanto al consumo de energía del año 2011 con respecto al 2010 manteniendo casi el mismo comportamiento al promedio de los consumos mensuales. El 30% de la muestra (3 casas) registran un comportamiento

en su consumo eléctrico por debajo del consumo promedio mensual en el año 2011 definiéndolo como un comportamiento ideal y solo el 20% de la muestra (2 casas) presenta un comportamiento desfavorable en el patrón de consumo de energía eléctrica del año 2011 con respecto al 2010 encontrándose por encima del consumo promedio mensual de la vivienda. Aunque representan un porcentaje bastante significativo en el consumo energético de la misma esto se debe a que uno de los mayores consumidores de energía eléctrica en las viviendas es el sistema de climatización y éste se ve afectado por la permanencia de las personas en la vivienda.

Si se comparan los consumos del año 2011 con respecto a los del año 2010 se observa que los consumos son menores actualmente y en el presente tienen comportamientos similares.

Figura 3.8.- Diagrama de consumo de energía eléctrica en función de las PPV



El gráfico de dispersión y correlación muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar si existe correlación entre dos elementos y en caso de que exista qué comportamiento tienen estos.

Utilizar el diagrama de dispersión del consumo de energía con respecto a la PPV revela importante información sobre el proceso.

En la gráfica se muestra que existe una evidente correlación tipo moderada significativa entre el indicador y el número de personas y la ecuación que mejor determina el comportamiento promedio del consumo de energía eléctrica mensual de las viviendas con respecto a las personas que permanecen en ella es:

$$E = 178,08 * PPV + 330,66 \text{ kWh/mes.}$$

En el gráfico 3.8 se muestra la ecuación obtenida y sus valores de correlación R^2 donde se observa que el grado de correlación es moderada significativa pues tiene una R^2 mayor que 0.75.

3.9.-Índices fundamentales de consumo, de eficiencia y de economía energética de las viviendas típicas.

La gestión de la energía de las viviendas es controlada a partir del índice de gastos por personas que permanecen en la vivienda (PPV). Los valores obtenidos durante los años 2010 y 2011 son tomados del registro de la tarifa consumida emitida por CORPOELEC mensualmente a las viviendas de uso residencial (**Anexo N° 4**) y de forma resumida, proceden los datos del comportamiento del índice de consumo de las viviendas que se reflejan en la tabla 3.9.1.

Tabla 3.9.1. - Índice de consumo (IC) de las viviendas año 2010-2011

Año/Plan	Nº Casa	Nº Personas	$\bar{X}kWh/Mes$	IC(kWh/PPV)
2010 PLAN 1200 kWh	1	8	1654	270
	2	4	1255	314
	3	2	555	278
	4	7	1650	236
	5	3	1097	366
	6	3	718	239
	7	3	931	310
	8	5	1305	261
	9	4	1300	325
	10	6	1430	238
2011 PLAN 1500 kWh	1	8	1530	191
	2	4	1254	314
	3	2	483	240
	4	7	1451	207
	5	3	658	219
	6	3	680	227
	7	3	897	299
	8	5	1228	246
	9	4	1296	324
	10	6	1500	250

IC promedio 2010= 283,7

IC promedio 2011= 251,7

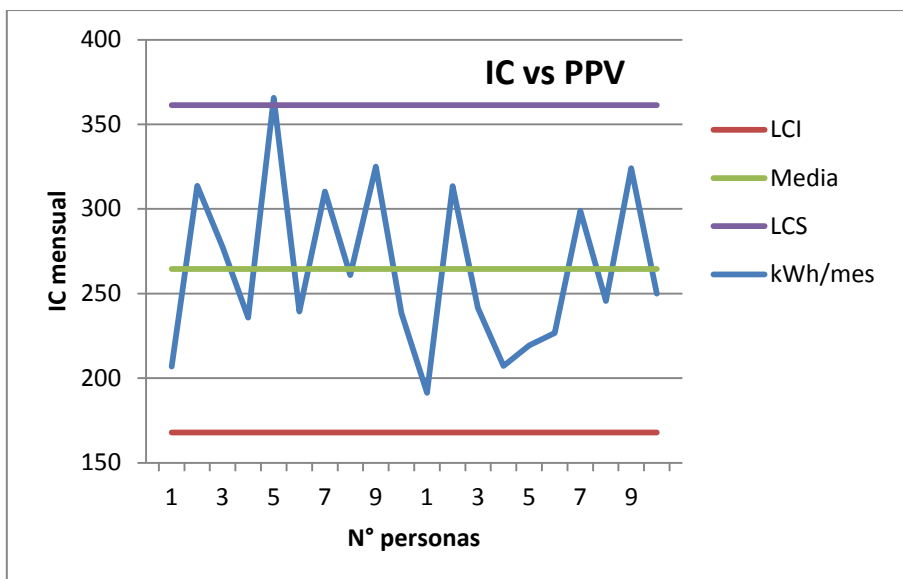


Figura 3.9.- Gráfico de control del IC por número de personas

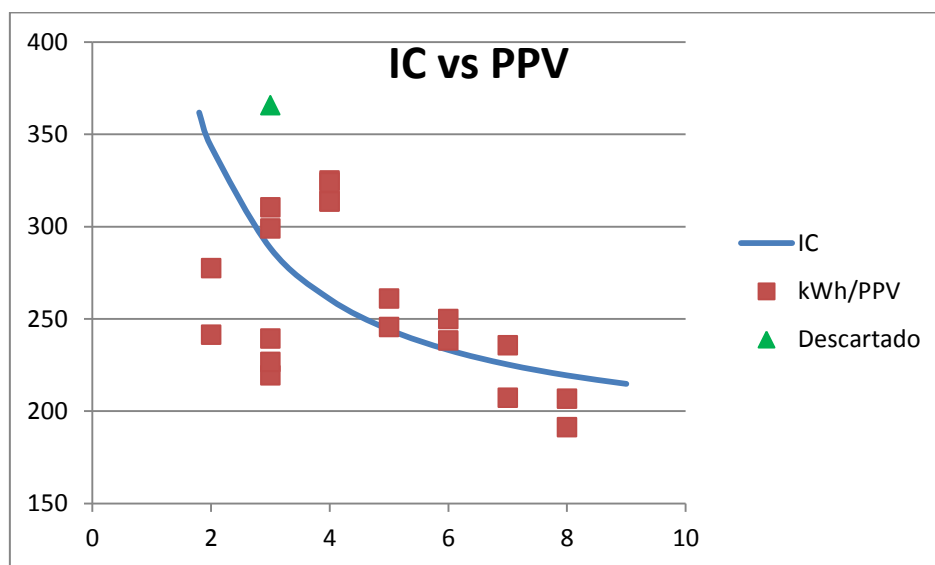


Figura 3.10.- Análisis del comportamiento del IC de referencia y el real

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico de consumo de energía eléctrica vs PPV (E.E. vs. PPV) y la ecuación **$E = 178,08 * PPV + 330,66$**

kWh/mes, con un nivel de correlación significativo ($R^2 > 0.75$) (Palmer A Jiménez R. y Montaña J.J, 2001).

Al dividir esta ecuación entre la variable PPV se obtiene:

$$IC = \frac{E}{PPV} = 178,88 + \frac{330,66}{PPV}$$

Al analizar el gráfico 3.9 se observa que generalmente debe ocurrir que un aumento de las personas en la vivienda dé lugar a un incremento del consumo de energía asociada al proceso y viceversa, estableciéndose así una proporcionalidad directa entre las variables.

Los resultados obtenidos para el IC de las viviendas evidencian una proporcionalidad inversa entre el IC y las PPV, ya que a medida que aumenta el número de personas disminuye el índice de consumo (IC) por la misma y viceversa, observando que en la medida en que la cantidad de personas aumenta, el indicador mejora.

Lo anterior se basa en el hecho de que cada integrante del grupo familiar es responsable directamente del consumo energético en la vivienda y el total de este IC es repartido entre ellos. Así, en la medida en que aumenta la carga familiar disminuye el IC para cada uno y viceversa; en consideración de una cantidad de kWh permanentes en cada hogar sin que intervenga en ello el nivel de eficiencia con que es utilizada la energía o con que son realizadas las actividades en la misma.

En los meses de mayo a septiembre se debe tener en cuenta la influencia de dos factores en el consumo eléctrico de la vivienda: termina la época escolar y se inicia el tiempo de vacaciones para los niños y los habitantes de las casas no están

completamente sensibilizados con éste cambio y por consiguiente no toman medidas al respecto.

Comienza el período de calor en Cabimas donde la temperatura ambiente aumenta y por lo tanto crece el consumo dada la influencia en el sistema de climatización.

En el mes de noviembre se observa una disminución en el consumo y un incremento en la ocupación originado por la influencia de la temperatura ambiente en el mes de diciembre.

Del análisis del gráfico 3.10 se puede deducir que la correlación de los índices de consumo es buena, es decir, el comportamiento del índice de consumo es ideal. Los puntos mantienen casi el mismo comportamiento que el índice de consumo real.

3.11.- Propuesta de mejoras para optimizar los indicadores y las variables de control energético en las viviendas.

La propuesta expuesta permite un proceso de mejora continua de la eficiencia de la vivienda ya que a partir del primer período de monitoreo se puede de forma consecutiva llegar al potencial máximo de reducción del consumo energético, identificando posibles medidas de ahorro a implementar en las diferentes áreas de las mismas. Al llegar a éste punto, se debe mantener el resultado y entonces para mejorar será necesario invertir en cambios tecnológicos.

1.- Aires acondicionados, neveras y freezer.

Medidas organizativas:

- Revisar la hermeticidad de puertas y ventanas para evitar fugas de aire que puedan existir.

- Mantener debidamente descongelados y limpias las neveras y freezer y ajustar el termostato de los mismos siempre que se encuentren al máximo de su capacidad.
- Propiciar una cultura de eficiencia entre los habitantes del hogar para lograr programar la apertura de las puertas y ventanas solo cuando sea necesario, y al hacerlo, que sea durante un tiempo mínimo; ya que al abrir puertas o ventanas se realiza un intercambio de aire y energía innecesario que termina perjudicando el ahorro de energía.
- Comprobar periódicamente la eficiencia de los aires acondicionados para asegurar que la misma no disminuya por falta de mantenimiento y otros deterioros en el equipo. En este caso, proceder a resolver la situación existente estableciendo un límite económico para estas rutinas.
- En los ambientes climatizados con aire acondicionado, asegurar el control de la temperatura, regulando el termostato conveniente.
- No exigir mucho frío al aire acondicionado al momento de ponerlo en marcha. No refrescará el ambiente rápidamente, sólo gastará más energía.
- Considere la posibilidad de usar ventiladores eléctricos para mantener un ambiente cómodamente fresco la mayor parte del tiempo.

Medidas con inversión:

- Sustituir los aires antiguos de baja eficiencia por unidades de alta eficiencia como los Split.

2.- Iluminación.

Medidas organizativas:

- En el caso de existir lámparas incandescentes, realizar la sustitución por las de bajo consumo de energía y, utilizar, siempre que el caso lo amerite, el menor número de unidades con alto consumo de energía.
- Apagar y encender las luces en función de la iluminación natural y aprovechar la energía solar para conseguir la máxima utilización de la luz procedente del exterior de la vivienda.
- Apagar las luces innecesarias mediante una organización consecuente, específicamente en horarios nocturnos, fines de semana, al salir de la vivienda y siempre que no sea imprescindible encender una lámpara determinada.
- En el caso de iluminación exterior (decorativa y/o de seguridad), es posible elaborar programas apropiados para utilizarlas solamente en las cantidades y en el tiempo que sean imprescindibles para conseguir un objetivo concreto, lo que puede hacerse, incluso, apagando una parte de las lámparas a determinados horarios, en la medida en que las necesidades lo permitan.
- Realizar mantenimiento periódico sobre las luminarias, lámparas y otros factores vinculados a la eficiencia de la iluminación, para garantizar que en todo momento disminuir las pérdidas por concepto de falta de mantenimiento las cuales impiden el máximo aprovechamiento de las capacidades instaladas (la suciedad disminuye el nivel de iluminación de una lámpara hasta un 20 %). La oportuna sustitución de las lámparas desgastadas también contribuye a lograr este objetivo.

Medidas con inversión:

- Sustituir la iluminación incandescente por bombillos de bajo consumo y lámparas fluorescentes, específicamente en aquellos lugares de la casa donde las lámparas permanecen encendidas mucho tiempo durante el día o durante la noche.

Sistema Hidroneumático

Medidas organizativas:

- Verificar que las bombas estén operando en el punto de mayor eficiencia.
- Evitar al máximo la regulación de flujo en los sistemas a través del uso de válvulas.
- Bombear únicamente la cantidad de agua requerida por el sistema.
- Revisar los filtros de la bomba. Limpiarlos con frecuencia para evitar que las obstrucciones ocasionen sobre cargas que aumenten innecesariamente su consumo de energía.
- Verificar periódicamente que no haya fugas en los empaques interiores. Estas últimas pueden ocasionar pérdidas de energía.
- Revisar toda la instalación de la tubería para verificar que no existan fugas en especial en las uniones de los tramos de tubería. Los empaques viejos y gastados y las uniones flojas pueden ocasionar fugas las cuales darán por resultado un mayor consumo eléctrico.
- El motor debe estar perfectamente alineado con la bomba y montado sobre una superficie que reduzca las vibraciones.

- La potencia nominal suministrada por el motor, debe ser igual a la que requiere la bomba para trabajar a su máxima eficiencia. Si es superior está gastando innecesariamente la energía.

Medidas con inversión:

- Es importante instalar controles automáticos para arrancar y parar el motor de la bomba. Así se evita que éste último siga consumiendo energía eléctrica cuando la bomba haya dejado de funcionar.

CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO III

1. El diagrama de consumo de energía eléctrica en función de las PPV muestra que existe una correlación significativa. El valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0,814$ es superior al mínimo requerido de 0,75; por lo que el indicador propuesto (kWh/PPV) es efectivo.
2. El consumo de energía eléctrica para el año 2010, alcanza valores en el límite de lo planificado por la empresa Eléctrica Socialista (CORPOELEC) (1200 kWh/mes para el sector residencial). Éste consumo Promedio corresponde a 1197,60 kWh/mes.
3. El consumo de electricidad para el año 2011, se ajusta al plan asignado por la empresa Eléctrica Socialista CORPOELEC (1500 kWh/mes para el sector residencial), presentando un consumo inferior al mismo de 1096,62 kWh/mes.
4. Se observa una reducción de un 5% en el consumo del año 2011 con respecto al año 2010 esto se debe a las medidas adoptadas en la vivienda para reducir los consumos eléctricos.
5. El índice de consumo promedio de las viviendas se ve afectado en el año 2010 donde, a pesar de los planes energéticos adoptados en el país para reducir el consumo energético, el mismo asciende a 283,7 kWh/p
6. El comportamiento del índice de consumo promedio en el período 2011 es favorable con respecto al 2010, siendo éste de 251,7 kWh/p.
7. Se establece una proporcionalidad inversa entre el IC y PPV observándose que en la medida que la ocupación aumenta el indicador mejora.

CONCLUSIONES GENERALES

- 1.- El ahorro y uso racional y eficiente de la energía en el sector residencial constituye una tarea actual y relevante, propiciando la mejora de procesos, procedimientos y lo más importante: la concienciación y la cultura energética del pueblo.
- 2.- Las viviendas seleccionadas para la investigación presentan características de tipo social y son representativas del plan de vivienda en Venezuela propiciado por el gobierno.
- 3.- Existe una correlación significativa entre la variación del consumo de energía de las viviendas y la PPV, por tanto el indicador propuesto (kWh/PPV) es confiable y está en capacidad de evaluar el nivel de eficiencia energética de las actividades que se realizan en las mismas, resultando significativo para los objetivos de la investigación.
- 4.- El consumo promedio de energía eléctrica para las viviendas en el año 2010 corresponde a 1197,60 kWh/mes, alcanzando valores próximos a la línea base propuesta por la Empresa Eléctrica Socialista (CORPOELEC) (1200 kWh/mes para el sector residencial).
- 5.- El consumo de electricidad para el año 2011, se ajusta al plan asignado por la Empresa Eléctrica Socialista CORPOELEC (1500 kWh/mes para el sector residencial), presentando un consumo inferior al mismo de 1096,62 kWh/mes.
- 6.- Los valores promedios del índice de consumo de las viviendas para los años 2010 y 2011 son 283,7 kWh/PPV y 251,7 kWh/PPV, respectivamente; mostrando

correspondencia con las metas/objetivos trazados por CORPOELEC en la política energética para el sector residencial.

7.- A partir del gráfico de control del indicador índice de consumo por personas que permanecen en la vivienda (IC/PPV), se establece la línea base necesaria para las acciones de gestión y control.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se hace necesaria la labor diaria con los integrantes del grupo familiar de adaptación y concienciación para lograr transformar en cultura, los buenos hábitos operacionales que logren convertir las metas en resultados favorables para toda la familia.
- 2.- El plan propuesto permite un proceso de mejora continua de la eficiencia, ya que a partir del primer período de monitoreo se puede llegar, a través de la modernización y actualización tecnológica de los equipos, a la reducción del consumo eléctrico, sugiriendo al llegar a este punto mantener el resultado invirtiendo en cambios tecnológicos.
- 3.- Se recomienda considerar a la eficiencia energética como parte de la eficiencia ambiental, donde el uso eficiente de la energía no dependa únicamente del ahorro, sino además, de la optimización de las condiciones de habitabilidad con el menor consumo de todos los recursos.
- 4.- La protección contra la radiación solar directa es beneficiosa para el ahorro energético de la vivienda. El área verde (árboles, arbustos y césped), contribuye favorablemente a esto; así como el empleo de colores claros en las superficies exteriores y en las interiores de las habitaciones de la vivienda. Por ello se recomienda considerar el diseño bioclimático para ayudar a disminuir el consumo energético.

BIBLIOGRAFÍA

Colectivo de Autores. Gestión Energética Empresarial.—Cienfuegos: Editorial Universidad de Cienfuegos, 2001.—12 -18 p.

Ferrao, Alexander. Gestión energética en el hotel Jagua / José Monteguado Yanes (Tutor)—Trabajo de diploma Universidad de Cienfuegos (Cuba): 2004 —71pag.

Figueroa Noriega, Luis Orlando. Experiencias en proyectos de ahorro de energía eléctrica en el área de comercios y servicios: FIDE. Junio. 1995. Pág. 27-35.

Informe de Implantación de la Tecnología de Gestión total Eficiente de la Energía en el Hotel “La UNION” de Cienfuegos. 2003

Jiménez, Jerónimo de Burgos. Un análisis del contenido de la gestión ambiental de los establecimientos Hoteleros.

Kruska, Martín. Monitoreo y control de energéticos. 11 pág. [en línea]. Accesible a www.men.go.pe/pae/ref/.

Lehman, Harry, Valdivia Sonia. Economía energética internacional. 1999. [en línea]. Accesible a <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/overview.html>.

Santos Pedro; Cruz Víctor. Análisis de los consumos energéticos en las áreas del Hotel “Jagua”. Cienfuegos, 2003.

Sistema de gestión energético en el sector turístico; Autores Roberto Gil Bartolome Tutores Dr. AnibalBorroto, Dr. José Monteagudo.

Bronstein Víctor; La Crisis Energética y nuestro futuro/Víctor Bronstein - El País (España). 27 de Febrero de 2006.p.10.

Comisión nacional para el ahorro de energía en México. [enlínea]. Tomado de: www.conae.gov.mx. 5 de Septiembre del 2005.

Cumbre Energética Suramericana, un encuentro que busca luchar contra la pobreza y las asimetrías. Tomado

de: <http://WWWtelesurtv.net/secciones/noticias/nota/index.php?ckl=9905>.

Junio del 2007.

Crisis Energética Mundial. Colegio Universitario Patagónico, Patagónico Rivadería. Tomado de: www.econoticias.com. 15 de Junio de 2006.

Diagnóstico de la economía energética nacional y la estrategia desde la óptica del uso racional de la energía/ A. García... [et.al.] INIE, 2000.

Eficiencia Energética: una necesidad en el entorno complejo. Ingeniería Química (España), (419): 148-141,

El mercado mundial del petróleo. Tomado de:

cipres.cec.uchile.cl/~jrybertt/t2/Pagina3.html 10 de Agosto del 2006. Mayo de 2005.

Luís Batet. Análisis de las perspectivas energéticas mundiales para el próximo cuarto de siglo, en Energía, Participación y Sostenibilidad. Ingeniería Sin Fronteras. 2004.

González Rodríguez, Wilfredo. "La utilización de un Sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología para la gestión de la actividad de investigación en las universidades cubanas. Tomado de:

http://www.ricyt.org/interior/normalizacion/V_taller/rodriguez.pdf, 23 de octubre del 2005.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos Carlos. (2009). Propuesta de indicadores de eficiencia y variables de control para sistemas de Gestión Energética.

Chevalier et al. (1992). Indicadores de Desarrollo Sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos.

Colectivo de Autores. (2001). Gestión Energética Empresarial. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

Compagnoni, A. M. (2005). Análisis de Eficiencia Energética e impacto ambiental de tecnologías constructivas en viviendas de interes social. Argentina.

CONAE. (1995). Diagnósticos Energéticos.

Cumbre Energética Suramericana. (s.f.). un encuentro que busca luchar contra la pobreza y las asimetrías.

<http://www.telesurtv.net/secciones/noticias/nota/index.php?ckl=9905>.

Energy Conservation. (2007). The Indian experience, NPC Publication.

Gallopín. (2006). Indicadores de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

Geriap, U. (2001). National Productivity Council , “Cleaner production-Energy Efficiency manual.

Herminia, A. (2007). Construcción Sostenible. Materiales de construcción Energética y ambientalmente eficientes.

Holling et al. (1978). Indicadores de desarrollo sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos.

Jacobo Guillermo. (2004). Reducción y Análisis de consumo energético con valoración ecológico-toxicológica de rubros constructivos.

Jaime, D. S. (2003). Gestión energética. Definición de índices en el sector turístico.

Jorge, A. (2004). Caracterización Energético-productiva en la empresa Hotel Puerta del Sol s.a.

McQueen and Noak. (1998). Indicadores de Sustentabilidade em habitaao popular.

Mercosur, T. M.-I. (2006). Tomado

de:www.redtercermundo.org.uy/tm_economico/texto_completo. 11.

Neil Franklin. (2002). Guía Ambiental ARPEL. Monitoreo y Seguimiento del Uso de Energía.

OECD. (1993). Uso de indicadores de presión-estado-respuesta en el diagnóstico de la comarca de la marina Balxa.

OLADE, O. L. (2003). Informe Energético - Aspectos económicos, regulatorios y de política energética. [www.olade.org.ec/Informe Energético/ Informe Energetico 05.htm](http://www.olade.org.ec/Informe%20Energético/Informe%20Energetico%2005.htm).

Palmer A Jiménez R. y Montaña J.J. (2001). Área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universitat de les Illes Balears. REVISTA ELECTRÓNICA DE PSICOLOGÍA Vol. 5, No. 1.

Anexo 1.

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 1)

Año 2010 Casa 1: 8 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	28	1638	58,5
Febrero	32	1843	57,59375
Marzo	31	1765	56,9354839
Abril	32	2009	62,78125
Mayo	29	1627	56,1034483
Junio	30	1716	57,2
Julio	31	1954	63,0322581
Agosto	30	1182	39,4
Septiembre	33	1630	49,3939394
Octubre	28	1428	51
Noviembre	30	1523	50,7666667
Diciembre	33	1658	50,2424242
Σ	367	19973	54,4223433

$\bar{x}$ kWh/mes
1664,416667

Año 2011 Casa 1: 8 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	29	1683	58,0344828
Febrero	30	1525	50,8333333
Marzo	27	1607	59,5185185
Abril	33	1309	39,6666667
Mayo	30	1741	58,0333333
Junio	33	1581	47,9090909
Julio	28	1517	54,1785714
Agosto	31	1494	48,1935484
Septiembre	32	1783	55,71875
Octubre	29	1327	45,7586207
Noviembre	30	1337	44,5666667
Diciembre	33	1459	44,2121212
Σ	365	18363	50,309589

$\bar{x}$
kWh/mes
1530,25

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 2)

Año 2010 Casa 2: 4 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	1147	40,96428571
Febrero	32	1278	39,9375
Marzo	31	1203	38,80645161
Abril	32	1376	43
Mayo	29	1181	40,72413793
Junio	30	1310	43,66666667
Julio	31	1361	43,90322581
Agosto	30	1282	42,73333333
Septiembre	33	1366	41,39393939
Octubre	28	1132	40,42857143
Noviembre	30	1086	36,2
Diciembre	33	1340	40,60606061
Σ	367	15062	41,04087193

$\bar{x}$
kWh/mes
1255,166667

Año 2011 Casa 2: 4 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	1238	42,68965517
Febrero	30	1111	37,03333333
Marzo	27	1030	38,14814815
Abril	33	1253	37,96969697
Mayo	30	1330	44,33333333
Junio	33	1534	46,48484848
Julio	28	1220	43,57142857
Agosto	31	1246	40,19354839
Septiembre	32	1386	43,3125
Octubre	29	1108	38,20689655
Noviembre	30	1353	45,1
Diciembre	33	1245	37,72727273
Σ	365	15054	41,24383562

$\bar{x}$
kWh/mes
1254,5

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 3)

Año 2010 Casa 3: 2 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	28	810	28,9285714
Febrero	32	715	22,34375
Marzo	31	340	10,9677419
Abril	32	620	19,375
Mayo	29	458	15,7931034
Junio	30	903	30,1
Julio	31	711	22,9354839
Agosto	30	809	26,9666667
Septiembre	33	501	15,1818182
Octubre	28	500	17,8571429
Noviembre	30	412	13,7333333
Diciembre	33	390	11,8181818
Σ	367	7169	19,5340599

$\bar{x}$
kWh/mes
597,4166667

Año 2011 Casa 3: 2 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	29	660	22,7586207
Febrero	30	410	13,6666667
Marzo	27	390	14,4444444
Abril	33	610	18,4848485
Mayo	30	528	17,6
Junio	33	530	16,0606061
Julio	28	601	21,4642857
Agosto	31	710	22,9032258
Septiembre	32	400	12,5
Octubre	29	362	12,4827586
Noviembre	30	310	10,3333333
Diciembre	33	390	11,8181818
Σ	365	5901	16,1671233

$\bar{x}$
kWh/mes
491,75

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 4)

Año 2010 Casa 4: 7 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	1720	61,4285714
Febrero	32	1510	47,1875
Marzo	31	1680	54,1935484
Abril	32	1840	57,5
Mayo	29	1627	56,1034483
Junio	30	1716	57,2
Julio	31	1940	62,5806452
Agosto	30	1152	38,4
Septiembre	33	1530	46,3636364
Octubre	28	1610	57,5
Noviembre	30	1658	55,2666667
Diciembre	33	1815	55
Σ	367	19798	53,9455041

$\bar{x}$
kWh/mes
1649,833333

Año 2011 Casa 4: 7 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	1331	45,8965517
Febrero	30	1444	48,1333333
Marzo	27	1375	50,9259259
Abril	33	1568	47,5151515
Mayo	30	1510	50,3333333
Junio	33	1654	50,1212121
Julio	28	1225	43,75
Agosto	31	1120	36,1290323
Septiembre	32	1738	54,3125
Octubre	29	1375	47,4137931
Noviembre	30	1358	45,2666667
Diciembre	33	1714	51,9393939
Σ	365	17412	47,7041096

$\bar{x}$
kWh/mes
1451

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 5)

Año 2010 Casa 5: 3 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	810	28,9285714
Febrero	32	1050	32,8125
Marzo	31	1090	35,1612903
Abril	32	1270	39,6875
Mayo	29	1520	52,4137931
Junio	30	1200	40
Julio	31	1290	41,6129032
Agosto	30	1220	40,6666667
Septiembre	33	1310	39,6969697
Octubre	28	1120	40
Noviembre	30	910	30,3333333
Diciembre	33	370	11,2121212
Σ	367	13160	35,8583106

$\bar{x}$
kWh/mes
1096,666667

Año 2011 Casa 5: 3 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	670	23,1034483
Febrero	30	860	28,6666667
Marzo	27	720	26,6666667
Abril	33	820	24,8484848
Mayo	30	670	22,3333333
Junio	33	730	22,1212121
Julio	28	680	24,2857143
Agosto	31	540	17,4193548
Septiembre	32	800	25
Octubre	29	660	22,7586207
Noviembre	30	690	23
Diciembre	33	770	23,3333333
Σ	365	8610	23,5890411

$\bar{x}$
kWh/mes
717,5

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 6)

Año 2010 Casa 6: 3 personas				$\bar{x}$
Mes	Dias	kWh	kWh/d	kWh/mes
Enero	28	670	23,9285714	717,5
Febrero	32	860	26,875	
Marzo	31	720	23,2258065	
Abril	32	820	25,625	
Mayo	29	670	23,1034483	
Junio	30	730	24,3333333	
Julio	31	680	21,9354839	
Agosto	30	540	18	
Septiembre	33	800	24,2424242	
Octubre	28	660	23,5714286	
Noviembre	30	690	23	
Diciembre	33	770	23,3333333	
Σ	367	8610	23,4604905	

Año 2011 Casa 6: 3 personas				$\bar{x}$
Mes	Dias	kWh	kWh/d	kWh/mes
Enero	29	670	23,1034483	717,5
Febrero	30	860	28,6666667	
Marzo	27	720	26,6666667	
Abril	33	820	24,8484848	
Mayo	30	670	22,3333333	
Junio	33	730	22,1212121	
Julio	28	680	24,2857143	
Agosto	31	540	17,4193548	
Septiembre	32	800	25	
Octubre	29	660	22,7586207	
Noviembre	30	690	23	
Diciembre	33	770	23,3333333	
Σ	365	8610	23,5890411	

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 7)

Año 2010 Casa 7: 3 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	887	31,6785714
Febrero	32	1013	31,65625
Marzo	31	1077	34,7419355
Abril	32	914	28,5625
Mayo	29	837	28,862069
Junio	30	974	32,4666667
Julio	31	1066	34,3870968
Agosto	30	748	24,9333333
Septiembre	33	910	27,5757576
Octubre	28	788	28,1428571
Noviembre	30	1010	33,6666667
Diciembre	33	952	28,8484848
Σ	367	11176	30,4523161

$\bar{x}$
kWh/mes
931,333333

Año 2011 Casa 7: 3 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	804	27,7241379
Febrero	30	902	30,0666667
Marzo	27	948	35,1111111
Abril	33	1005	30,4545455
Mayo	30	1088	36,2666667
Junio	33	993	30,0909091
Julio	28	558	19,9285714
Agosto	31	408	13,1612903
Septiembre	32	1156	36,125
Octubre	29	838	28,8965517
Noviembre	30	926	30,8666667
Diciembre	33	1135	34,3939394
Σ	365	10761	29,4821918

$\bar{x}$
kWh/mes
896,75

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 8)

Año 2010 Casa 8: 5 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	1147	40,9642857
Febrero	32	1378	43,0625
Marzo	31	1203	38,8064516
Abril	32	1380	43,125
Mayo	29	1190	41,0344828
Junio	30	1440	48
Julio	31	1361	43,9032258
Agosto	30	1282	42,7333333
Septiembre	33	1366	41,3939394
Octubre	28	1410	50,3571429
Noviembre	30	1086	36,2
Diciembre	33	1340	40,6060606
Σ	367	15583	42,4604905

$\bar{x}$
kWh/mes
1298,58333

Año 2011 Casa 8: 5 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	1238	42,6896552
Febrero	30	1111	37,0333333
Marzo	27	1035	38,3333333
Abril	33	1453	44,030303
Mayo	30	1330	44,3333333
Junio	33	1534	46,4848485
Julio	28	1220	43,5714286
Agosto	31	1246	40,1935484
Septiembre	32	1390	43,4375
Octubre	29	1208	41,6551724
Noviembre	30	1353	45,1
Diciembre	33	1245	37,7272727
Σ	365	15363	42,090411

$\bar{x}$
kWh/mes
1280,25

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 9)

Año 2010 Casa 9: 4 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	28	1147	40,9642857
Febrero	32	1378	43,0625
Marzo	31	1203	38,8064516
Abril	32	1380	43,125
Mayo	29	1190	41,0344828
Junio	30	1440	48
Julio	31	1361	43,9032258
Agosto	30	1282	42,7333333
Septiembre	33	1366	41,3939394
Octubre	28	1410	50,3571429
Noviembre	30	1086	36,2
Diciembre	33	1340	40,6060606
Σ	367	15583	42,4604905

$\bar{x}$
kWh/mes
1298,58333

Año 2011 Casa 9: 4 personas

Mes	Días	kWh	kWh/d
Enero	29	1238	42,6896552
Febrero	30	1111	37,0333333
Marzo	27	1035	38,3333333
Abril	33	1453	44,030303
Mayo	30	1330	44,3333333
Junio	33	1534	46,4848485
Julio	28	1220	43,5714286
Agosto	31	1246	40,1935484
Septiembre	32	1390	43,4375
Octubre	29	1208	41,6551724
Noviembre	30	1353	45,1
Diciembre	33	1245	37,7272727
Σ	365	15363	42,090411

$\bar{x}$
kWh/mes
1280,25

Anexo 1. Continuación

Historia del Consumo de Energía Eléctrica (CASA 10)

Año 2010 Casa 10: 6 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	28	1434	51,2142857
Febrero	32	1444	45,125
Marzo	31	1442	46,516129
Abril	32	1610	50,3125
Mayo	29	1409	48,5862069
Junio	30	1578	52,6
Julio	31	1651	53,2580645
Agosto	30	1217	40,5666667
Septiembre	33	1448	43,8787879
Octubre	28	1510	53,9285714
Noviembre	30	1372	45,7333333
Diciembre	33	1578	47,8181818
Σ	367	17693	48,2098093

$\bar{x}$
kWh/mes
1474,41667

Año 2011 Casa 10: 6 personas

Mes	Dias	kWh	kWh/d
Enero	29	1285	44,3103448
Febrero	30	1278	42,6
Marzo	27	1205	44,6296296
Abril	33	1511	45,7878788
Mayo	30	1420	47,3333333
Junio	33	1594	48,3030303
Julio	28	1223	43,6785714
Agosto	31	1183	38,1612903
Septiembre	32	1564	48,875
Octubre	29	1292	44,5517241
Noviembre	30	1356	45,2
Diciembre	33	1480	44,8484848
Σ	365	16391	44,9068493

$\bar{x}$
kWh/mes
1365,91667

Consumo Promedio 2010=1197,6 kWh/mes

Consumo Promedio 2011=1096,6 kWh/mes

Anexo No 2.-

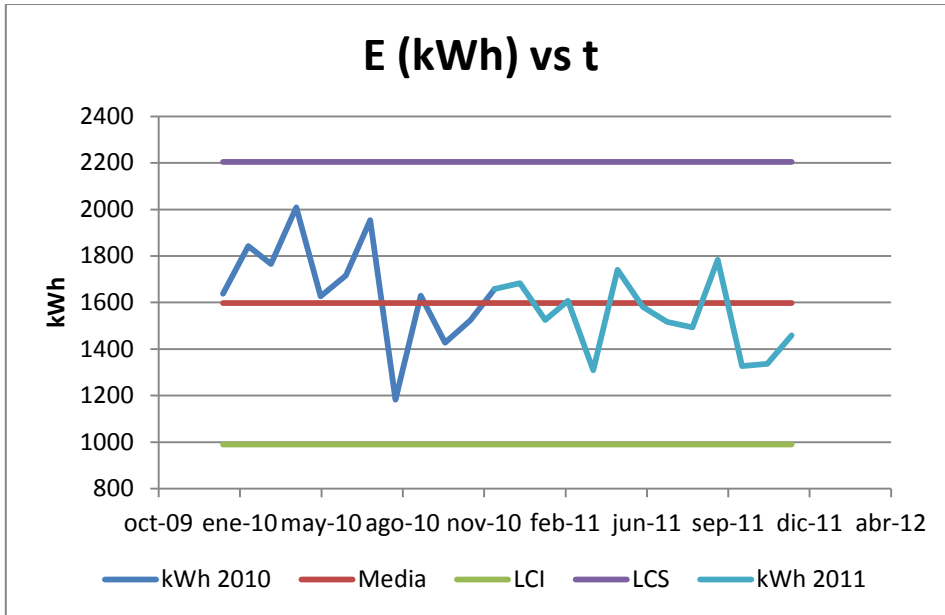
INFORME DE INSPECCIÓN

Se auditaron diez (10) casas pertenecientes al Conjunto Residencial las 40, calle 4 con B sector PRODUZCA. En éste diagnóstico se realiza una inspección visual de las instalaciones energéticas de las viviendas. A través de la misma se verifica; que el patrón de vivienda se cumple para el total de la muestra con la excepción de la variable personas que habitan el inmueble que es diferente para cada casa.

Anexo No. 3

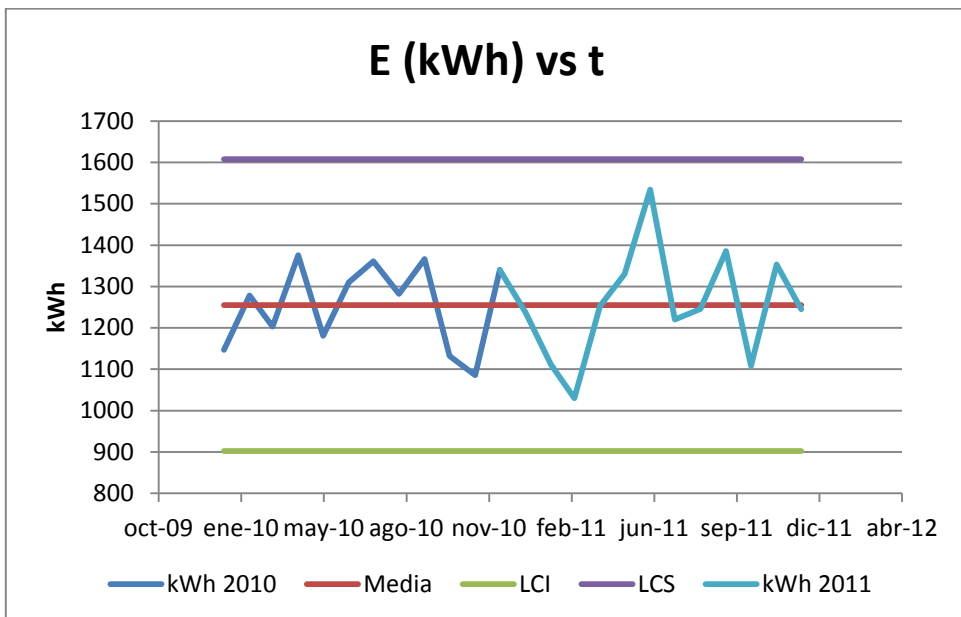
Control del consumo de electricidad en el tiempo

Casa 1: 8 personas



Media	1597,333333
Des Est	202,3244632
LCI	990,3599438
LCS	2204,306723

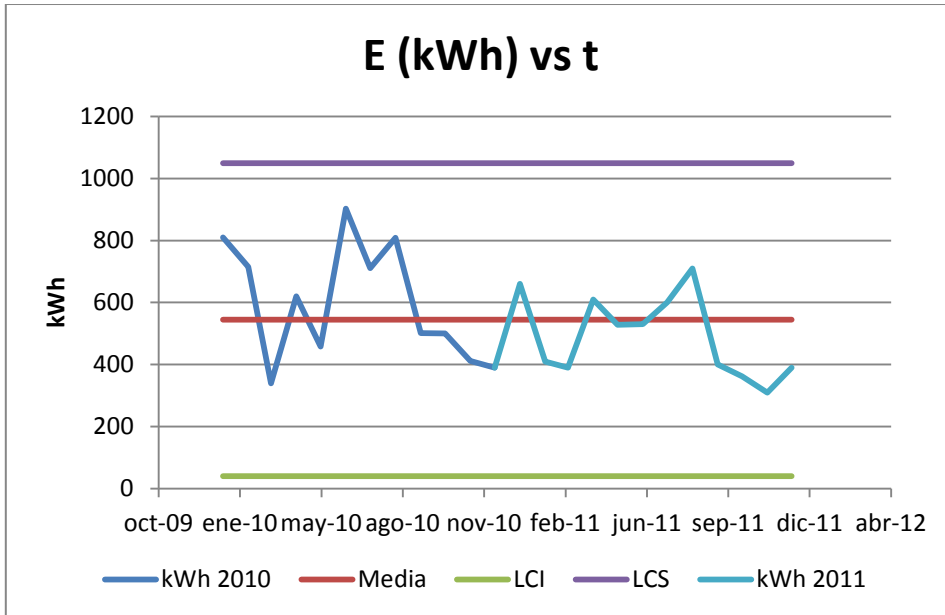
Casa 2: 4 personas



Media	1254,833333
Des Est	117,6101396
LCI	902,0029147
LCS	1607,663752

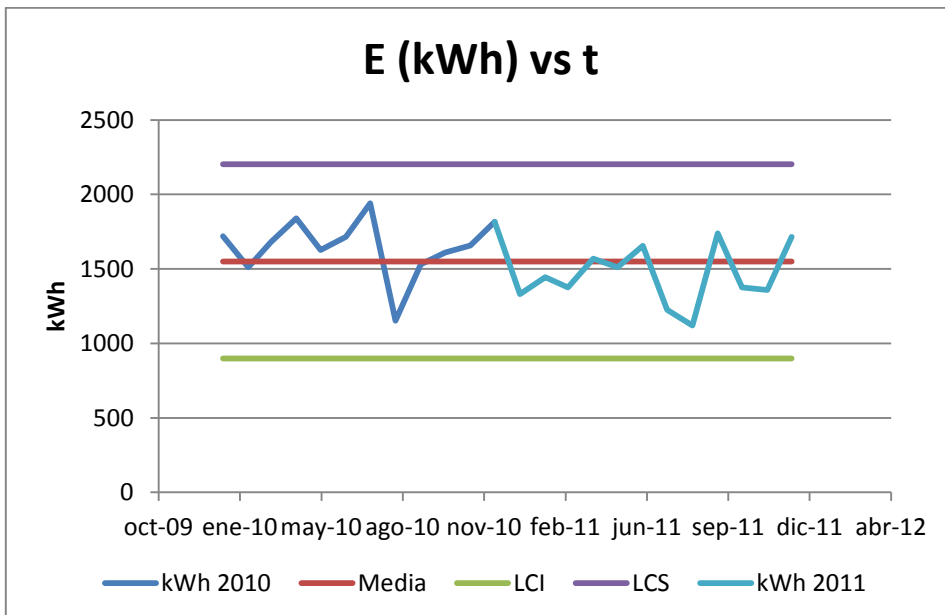
Anexo No. 3. Continuación

Casa 3: 2 persona



Media	544,5833333
Des Est	168,0799284
LCI	40,34354824
LCS	1048,823118

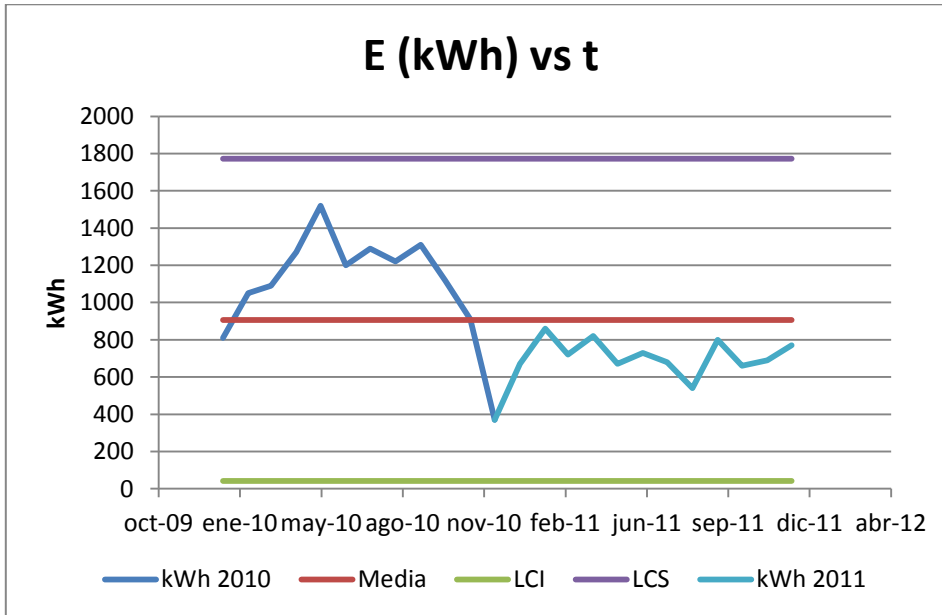
Casa 4: 7 personas



Media	1550,416667
Des Est	217,1144592
LCI	899,073289
LCS	2201,760044

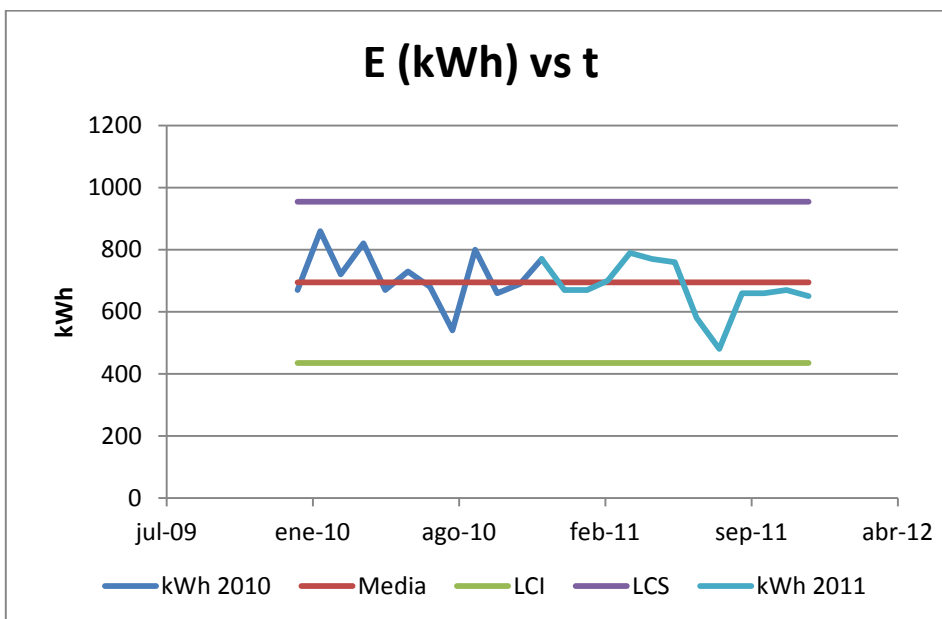
Anexo No. 3. Continuación

Casa 5: 3 personas



Media	907,0833333
Des Est	288,2100557
LCI	42,4531661
LCS	1771,713501

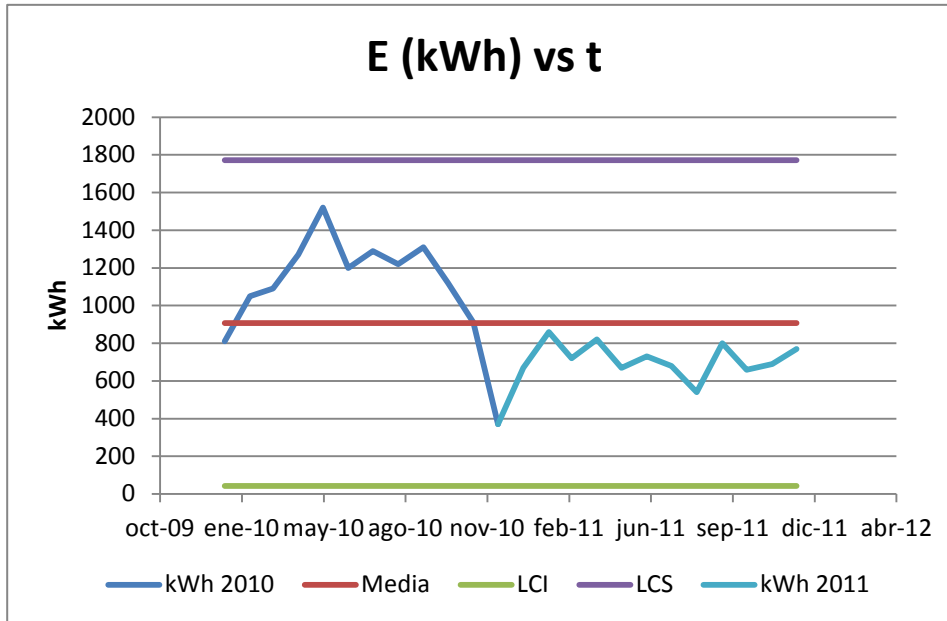
Casa 6: 3 personas



Media	694,5833333
Des Est	86,6767692
LCI	434,553026
LCS	954,613641

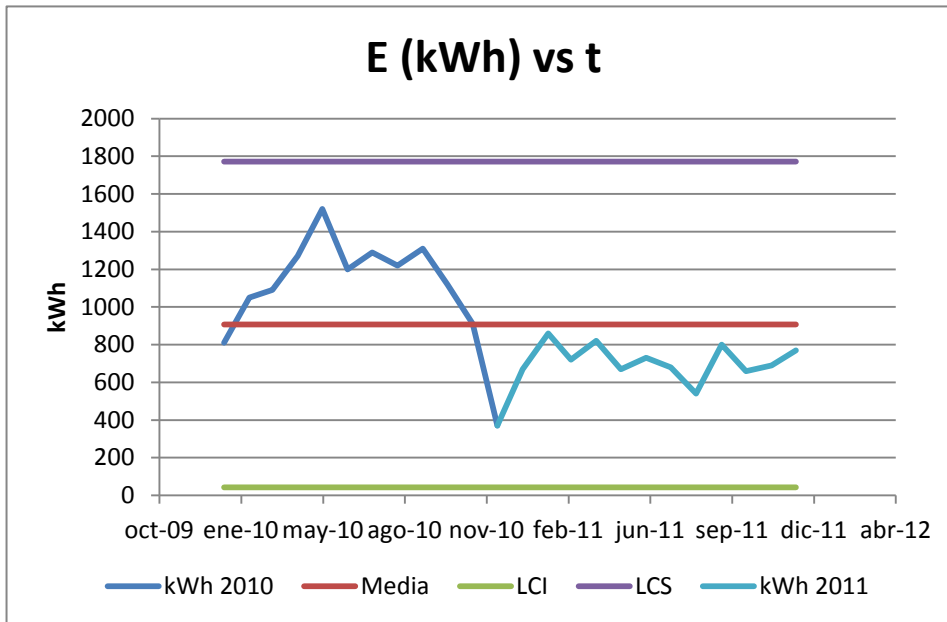
Anexo No. 3. Continuación

Casa 7: 3 personas



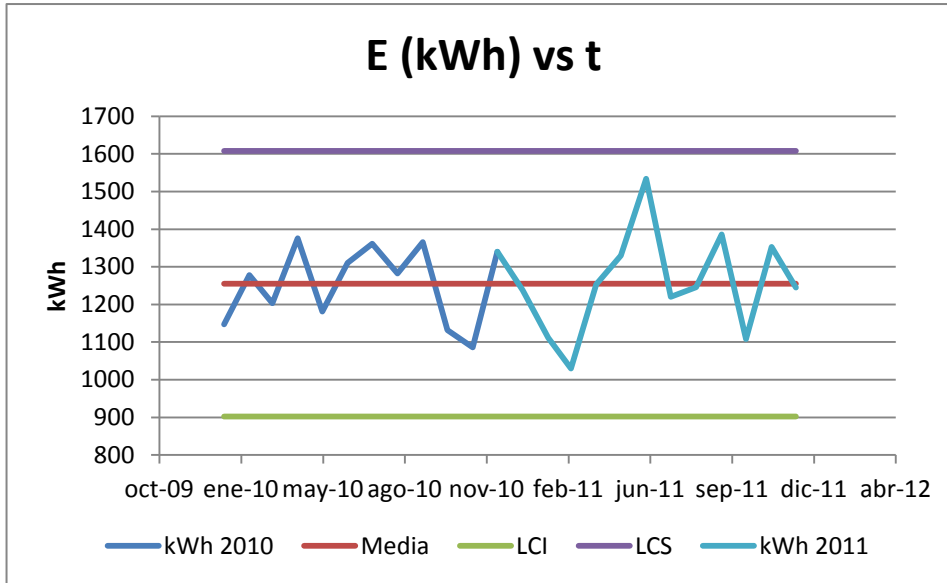
Media	927,1875
Des Est	97,5494533
LCI	634,53914
LCS	1219,83586

Casa 8: 5 personas



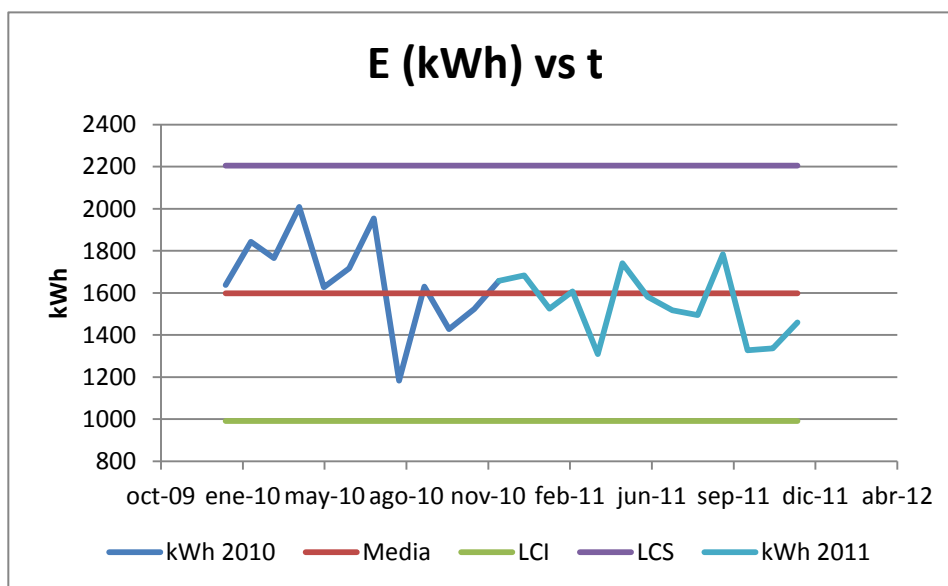
Anexo No. 3. Continuación

Casa 9: 4 personas



Media	1289,416667
Des Est	125,590749
LCI	912,6444197
LCS	1666,188914

Casa 10: 6 personas



Media	1420,166667
Des Est	140,8247961
LCI	997,6922785
LCS	1842,641055

Anexo No. 4

Índice de consumo para cada vivienda año 2010

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{\bar{X} KWh / Mes}{N^{\circ} \text{ Personas}}$$

Casa No 1.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1654 KWh}{8 \text{ personas}} = 207 \text{ kWh/p}$$

Casa No 2

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1255 KWh}{4 \text{ personas}} = 314 \text{ kWh/p}$$

Casa No 3.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{555 KWh}{2 \text{ personas}} = 278 \text{ kWh/p}$$

Casa No 4.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1650 KWh}{7 \text{ personas}} = 236 \text{ kWh/p}$$

Casa No 5.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1097 KWh}{3 \text{ personas}} = 366 \text{ kWh/p}$$

Casa No 6.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{718 KWh}{3 \text{ personas}} = 239 \text{ kWh/p}$$

Casa No 7.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{931 KWh}{3 \text{ personas}} = 310 \text{ kWh/p}$$

Anexo N°. 4. Continuación

Casa Nº 8

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1305KWh}{5\text{personas}} = 261 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 9.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1300KWh}{4\text{personas}} = 325 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 10.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1430KWh}{6\text{personas}} = 238KWh/p$$

Índice de consumo para cada vivienda año 2011

Casa Nº 1.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1530KWh}{8\text{personas}} = 191 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 2

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1254KWh}{4\text{personas}} = 314 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 3.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{483KWh}{2\text{personas}} = 240 \text{ KWh/p}$$

Anexo N°. 4. Continuación

Casa Nº 4.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1451KWh}{7\text{personas}} = 207 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 5.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{658KWh}{3\text{personas}} = 219 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 6.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{680KWh}{3\text{personas}} = 227 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 7.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{897KWh}{3\text{personas}} = 299 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 8

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1228KWh}{5\text{personas}} = 246 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 9.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1296KWh}{4\text{personas}} = 324 \text{ KWh/p}$$

Casa Nº 10.-

$$IC_{\text{Anual}} = \frac{1500KWh}{6\text{personas}} = 250 \text{ KWh/p}$$