



Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"

Facultad de Ingeniería

# Trabajo de Diploma

Título: "Análisis de la gestión de la energía en centros transmisores de la Empresa Radio-Cuba, Cienfuegos."

Autor: Magdiel Milanés Molina.

Tutores: MSc. Yamile Díaz Torres

MSc. Gustavo Crespo Sánchez



## Facultad de Ingeniería Mecánica

*Hago constar que la presente investigación fue realizada por la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ingeniería Mecánica, autorizando que la misma sea utilizada para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentada en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.*

---

Autor: Magdiel Milanés Molina

*Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según el acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.*

---

Información Científico – Técnica

Nombre y Apellidos. Firma

---

Firma del Tutor

Msc. Yamile Días Torres

---

Firma del Tutor

Msc. Gustavo Crespo

---

Nombre y Apellidos. Firma.

Sistema de Documentación y Proyecto.



# *Dedicatoria*

*A la memoria de mi abuela Aida por haberme dedicado tantos momentos de su vida.*

*A mis padres por su infinito amor, dedicación y ayuda incondicional.*

*A mis hermanos por estar siempre presente cada día de mi vida.*

*A mis abuelos, tías y primos por ser tan especiales e importantes.*

*A Yamlye por apoyarme cada día y ayudarme a cumplir mis sueños.*

*Agradecimientos*

*No hubiese sido posible haber culminado esta etapa de mi vida sin el apoyo incondicional de las personas que guiaron e hicieron posible que hoy me graduara.*

*Por ello agradezco*

*A:*

*A mis tutores Yamile y Crespo que me brindaron su apoyo para poder terminar esta tarea.*

*A los profesores del CEMMA que siempre me brindaron sus conocimientos.*

*A mi familia porque sin ellos no hubiese sido posible*

*A mis compañeros del aula por compartir estos 5 años inolvidables.*

*A mis amigos por el apoyo brindado en especial a: Adrián, Ariel, Camilo, Jafet, Carlos Javier, Elías, Ibarys y Paco.*

*A Yamlye por quererme como soy y estar presente en mi vida.*

*A mis suegros Emilia y Osmani por quererme como un hijo más.*

*Y a todas esas personas que fueron importantes y determinantes en mi vida, para que hoy sea una mejor persona.*

***A todos MUCHAS GRACIAS***



# *Resumen*

## **Resumen**

Para la realización de la siguiente investigación se efectuó una búsqueda bibliográfica actualizada sobre el escenario energético mundial y nacional, enfatizando en los Sistemas de Gestión Energéticos; con el objetivo de realizar un análisis de la gestión de la energía en tres de los centro transmisores de la empresa Radio-Cuba, Cienfuegos. Se abordó la gestión de la energía en los Centros Trasmisores y su inserción en los sistemas de climatización. El estudio de los datos históricos permitió realizar una caracterización energética de los centros de transmisión de radio y de televisión seleccionados: CTOM Malecón, CTV 18 Plantas y CTOM Tulipán; para esto se aplicaron como herramientas, los gráficos de control, diagrama de Pareto, diagrama energético-productivo, entre otros de igual importancia; lo que permitió la realización de proyecto de mejora, mediante el cálculo de cargas térmicas.

**Palabras claves:** Sistemas de Gestión Energéticos, eficiencia energética, cálculo de cargas térmicas

## **Summary**

To carry out the research a literature search following update on the global and national energy scenario, emphasizing Energy Management Systems was made; in order to conduct an analysis of energy management in three of the transmitters center of the company Radio-Cuba, Cienfuegos. Energy management in Transmitters Centers and their integration into HVAC systems is discussed. The study of historical data allowed a characterization of energy transmission facilities selected radio and television: CTOM Malecón, CTV 18 Plants and CTOM tulip; for this were applied as tools, control charts, Pareto chart, diagram energy-production, among others of equal importance; allowing the realization of improvement project, by calculating thermal loads.

**Keywords:** Energy Management Systems, energy efficiency, thermal loads calculation



# *Indice*

# Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: La administración de la energía. Sistema de Gestión Energética. Oportunidades y desafíos. ....</b>	<b>5</b>
1.1 Escenario energético mundial y nacional. Situación actual. ....	5
1.2 Eficiencia Energética. Oportunidades y Desafíos.....	8
1.3 Sistema de Gestión Energética (SGE).....	11
1.4 Herramientas para la Gestión Energética. ....	14
1.4.1 Gráfico de Control.....	14
1.4.2 Diagrama de Consumo de Energía – Producción. ....	15
1.4.3 Gráfico de Consumo y Producción. (E – P vs T).....	17
1.4.4 Diagrama energético - productivo.....	18
1.4.5 Diagrama de Pareto. ....	18
1.4.6 Diagrama de Correlación y Dispersión. ....	19
1.4.7 Gráfico de tendencias o sumas acumulativas. (CUSUM) .....	20
1.4.8 Gráfico IDE 100.....	22
1.5 Centros Transmisores de Radio. Clasificación. ....	23
1.6 La Gestión de la energía en los centros transmisores. Uso significativos de la energía. ...	25
1.7 Eficiencia energética en equipos HVAC.....	27
1.8 Conclusiones Parciales .....	28
<b>Capítulo 2: Caracterización energética de los centros de transmisión de radio y de televisión CTOM Malecón, CTOM Tulipán y CTV 18 Plantas .....</b>	<b>30</b>
2.1 Introducción al capítulo.....	30
2.2 Caracterización Empresa Radio-Cuba. ....	30
2.3 Estratificación de los costos. Costos energéticos.....	32
2.4 Análisis del uso y consumo de energía en la empresa Radio-Cuba en el CTOM Malecón, Centro TV 18 Plantas y Centro Trasmisor Tulipán. ....	33
2.4.1 CTOM Malecón. ....	35
2.4.1.2 Gráfico de control.....	37
2.4.1.3 Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T).....	38
2.4.1.4 Diagrama de Consumo de Energía – Producción. ....	40

2.4.2 CTOM Tulipán.....	42
2.4.2.1 Diagrama de Pareto. ....	42
2.4.2.2 Gráfico de control.....	43
2.4.2.3 Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T).....	44
2.4.2.4 Diagrama de Consumo de Energía – Producción. ....	45
2.4.3 Análisis del consumo energético en el CTV 18 Plantas.....	46
2.4.3.1 Diagrama de Pareto. ....	47
2.4.3.2 Gráfico de control.....	49
2.4.3.3 Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T).....	49
2.4.3.4 Diagrama de correlación Consumo de Energía – Producción. ....	50
2.4.3.5 Gráfico de CUSUM.....	52
2.4.3.6 Gráfico IDE 100. ....	53
2.5 Conclusiones parciales .....	54

### **Capítulo 3. Calculo de cargas térmicas de climatización para los CTOM Malecón y CTV 18 Plantas.....57**

3.1 Introducción al capítulo.....	57
3.2 Métodos de cálculos por cargas térmicas. ....	57
3.2.1 Método por TRNSYS.....	58
3.3 Análisis de cargas caso estudio CTOM Malecón. ....	59
3.3.1 Nivel de infiltración cambiado.....	63
3.4 Análisis de cargas caso estudio CTV 18 Plantas. ....	64
3.4.1 Cambio de material a la puerta. ....	67
3.5 Conclusiones parciales. ....	68

### **Conclusiones generales. ....71**

### **Recomendaciones. ....74**

### **Bibliografía. ....76**

### **Anexos. ....80**



# *Introducción*

## Introducción

Desde hace años la energía se administraba para reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia de los procesos, por lo que se hizo necesario buscar una menor intensidad energética para lograr una mayor cantidad de ganancias.

Para ello enfocaron, la gestión energética hacia el desarrollo de proyectos de eficiencia energética; pues para lograr un sistema de gestión energética en una empresa, es importante contar con un plan de ahorro de energía,

*“(...) que sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general, que integre las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza”. (Colectivo de autores, 2006)*

Los sistemas de gestión energética están regulados por normas, las cuales con el pasar del tiempo han demostrado su capacidad de desarrollo y efectividad ejemplo de esto tenemos la ISO 50001.

Esta norma *“(...) se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía” (Organización Internacional de Normalización, 2011).*

En enero del 2012 Cuba, incorpora las normativas dictadas por este organismo internacional de normalización, adoptando como Norma Nacional la ISO 50001; con el fin de llevarla a sus instituciones, ya sea de producción o de servicio a través de las universidades y ministerios.

Uno de los centros grandes consumidores de electricidad, que requieren de esta norma son los Centros Procesadores de Datos. Estos son instalaciones especializadas, con equipos y sistemas complicados e interrelacionados con

necesidades críticas. En Cuba, la Empresa de Radio-Cuba es una entidad lucrativa que aporta altos dividendos al presupuesto del estado. Esta empresa se caracteriza por su elevado consumo energético, destacándose la energía eléctrica como el principal portador en la estructura de gastos de la empresa.

Una característica importante a tener en cuenta, dentro lo que es la gestión y administración de los Centros Transmisores (CT), es el alto consumo de electricidad que se lleva a cabo al concentrar tanto equipo informático, de telecomunicación, de electromecánica pero más bien los equipos de refrigeración, entre muchos otros, en un solo sitio, ya que estos poseen altas cargas de clima.

En inspecciones realizadas por la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía se detectó que en la empresa Radio-Cuba de Cienfuegos se toman medidas para elevar la eficiencia energética, apoyadas en planes de ahorro de energía; pero no se cuenta con un sistema de gestión energética, que garantice que ese plan sea renovado cada vez que sea necesario, que involucre a todos, que eleve cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas en este campo, que desarrolle nuevos hábitos de consumo en función de la eficiencia, que consolide los hábitos de control y autocontrol, y en general que integre las acciones a los servicios brindados. Por lo que se plantea el siguiente problema de investigación.

### **Problema de Investigación.**

En la empresa Radio-Cuba no existe un Sistema de Gestión Energético (SGE) que monitoree eficientemente sus recursos energéticos en sus centros de transmisión. Identificar áreas y equipos de mayor consumo.

### **Hipótesis.**

Un Sistema de Gestión Energético (SGE) permitirá a la Empresa de Radio-Cuba Cienfuegos, elevar sus indicadores de eficiencia, proponer medidas para futuros proyectos de mejora y planificar en base al ahorro de sus recursos energéticos.

### **Objetivo general.**

- Realizar análisis energético en centros de transmisión de la Empresa Radio-Cuba y calcular las cargas térmicas en los centros donde el consumo energético por concepto de clima es significativo para futuros proyectos de mejora

### **Objetivos específicos.**

1. Hacer una búsqueda bibliográfica sobre Sistema de Gestión de Energía (SGE) así como de las herramientas de diagnóstico energético.
2. Caracterizar y diagnosticar la gestión de la energía en la Empresa Radio-Cuba Cienfuegos.
3. Determinar las áreas y equipos con un uso significativo de la energía.
4. Realizar el cálculo de las cargas térmicas de climatización para los centros de transmisión de datos donde el consumo por climatización es significativo.

El trabajo está estructurado de la siguiente forma:

**Capítulo I: La administración de la energía. Sistema de Gestión Energética. Oportunidades y desafíos.** Comprende temas relacionados con la Eficiencia Energética, Sistema de Gestión Energético. Se exponen además las herramientas para la Gestión Energética.

**Capítulo II: Caracterización energética de los centros de transmisión de radio y de televisión CTOM Malecón, CTV 18 Plantas y CTOM Tulipán.** Se realiza una breve caracterización de la Empresa Radio-Cuba, haciendo un análisis del uso y consumo de la energía en: Centro de Transmisión de onda media (CTOM) Estación Malecón, CTOM Tulipán y el Centro de transmisión de televisión CTV18 Plantas.

**Capítulo III: Calculo de Cargas térmicas en CTOM Malecón y CTV 18 Plantas.** Haciendo uso de las herramientas seleccionadas, se analizan los métodos de cálculos de cargas térmicas en los centros Malecón y CTV 18 Plantas, proponiendo proyectos de mejoras.



# *Capitula 1*

## **Capítulo 1: La administración de la energía. Sistema de Gestión Energética. Oportunidades y desafíos.**

### **1.1 Escenario energético mundial y nacional. Situación actual.**

La energía, posibilita y facilita la vida en el planeta y está sustentada por un conjunto de transformaciones energéticas que conforman los llamados ciclos energéticos vitales.

El hombre con el tiempo, ha logrado un importante desarrollo tecnológico “(...) lo cual trajo consigo que hacia el año 1990 se utilizaba una cantidad de energía 80 veces superior a la que se usaba en el año 1800. La mayor parte de dicha energía procedía de los combustibles fósiles, siendo el más utilizado el petróleo que alrededor del año 1970 alcanzó el dominio del balance energético mundial (...)”(Sánchez, 2012)

El escenario energético es decisivo e importante para el desarrollo socioeconómico y sociocultural de cualquier sociedad. En la actualidad, la principal fuente no renovable de energía es el petróleo, también se utiliza gas, carbón y uranio pero en una proporción mucho menor, de ahí la importancia de este recurso para el desarrollo industrial de acuerdo a la tecnología actual.

Al consultar varias fuentes bibliográficas se pudo comprobar que los combustibles fósiles representan alrededor del 80% del consumo global de energía primaria, distribuidos de la siguiente forma: petróleo, del 37; carbón, 25% y gas natural, 23%. El consumo restante está repartido entre las fuentes renovables (17%) y la energía nuclear cerca del 5%. El porcentaje de las fuentes renovables se divide a su vez entre las tradicionales de la biomasa (4%), la hidroelectricidad a gran escala (3%) y las llamadas nuevas fuentes renovables con apenas 2%.(Ver anexo 1)

El milenio actual representa para la humanidad la encrucijada de una nueva elección energética, frente al agotamiento de los combustibles fósiles por una parte, pero sobre todo, por la amenaza de una catástrofe ecológica, al rebasarse los límites de la capacidad del planeta para asimilar su impacto.

Entre los países que se encuentran como los principales productores de petróleo son: Arabia Saudita, Irán, China, Venezuela, Rusia, Estados Unidos, Noruega y los Emiratos Árabes Unidos.

*En las dos últimas décadas la demanda de energía en Asia se incrementó en aproximadamente 4,5% por año, en comparación con el 2% experimentado por EE.UU. y Europa. El aumento del consumo de carbón en Asia ha sido aún más rápido, casi del 5,5% anualmente en los últimos 10 años. (Márquez, 2011).*

Debido al producto de los altos precios del petróleo y de los problemas derivados del consumo de los combustibles fósiles, como son las altas emisiones de CO<sub>2</sub> y el calentamiento global, varios países del mundo han comenzado a implementar políticas con los objetivos de mejorar su eficiencia energética y de desarrollarse o mantener el desarrollo alcanzado en una dirección sustentable desde el punto de vista ambiental. La preocupación de la sociedad y de los gobiernos es cada vez mayor en este sentido.

En la actualidad se pretende extender estas políticas a todas las entidades del país con el fin de disminuir el consumo energético y contribuir al ahorro de los portadores energéticos, creando a su vez un proceso de formación y concientización en cuanto al uso eficiente de la energía.

### **América Latina.**

En América Latina el papel de los recursos energéticos es estratégico y funciona como objeto de la competencia cada vez más abierta entre grandes empresas y países. La región tiene un papel importante en la geopolítica internacional por dos cuestiones: es un territorio fundamental para el abastecimiento energético de Estados Unidos y, por otro lado, en ella residen la mayor parte de los intereses de las transnacionales energéticas españolas.

Entre los países que se encuentran con mayores concentraciones de empresas petroleras, están: “(...) *Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), la brasileña Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) y la argentina Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), adquirida por la empresa española Repsol después de su privatización en los años noventa. (...)*”

(Castillo, 2014) También se encuentran las empresas estatales petroleras de Chile, Colombia y Ecuador, aunque la mayoría de estas empresas latinoamericanas ha realizado inversiones fuera de sus fronteras.

*“(...) Los países que aparecerían en segunda línea, en cuanto a riqueza de crudo y gas, serían Ecuador, Perú y Trinidad y Tobago. Por último, Bolivia es el territorio con las segundas mayores reservas de gas natural.”* (Castillo, 2014)

Otros como Chile, Uruguay y Paraguay ocupan el primero, segundo y tercer lugar respectivamente en el nivel de dependencia de las importaciones de fósiles, ya que no poseen reservas de petróleo y por ende necesitan importar este butano para su consumo.

Según Guzmán, (2010), *los escenarios proyectados de requerimientos energéticos de América Latina al 2020 presentan un significativo incremento en la demanda, para todos los países de la región. Ello implica aumentos en la capacidad de extracción y exportación en los países productores; y la promoción de altos niveles de integración para el intercambio energético por parte de los países dependientes.*

### **Cuba.**

En Cuba durante 1980-1989 se decía que existía un adecuado balance oferta - demanda de portadores energéticos, en esta etapa crecía el consumo de energía tasa promedio anual de un 4 %. Quizás no se había tomado conciencia exacta del consumo energético nacional.

La causa fundamental de este comportamiento fue la caída en los niveles de actividad económica, que conllevó a la eliminación y reducción de los consumos energéticos. Al mismo tiempo, se produjo un deterioro en los índices de intensidad energética de las principales ramas industriales (combustible, metalurgia ferrosa y no ferrosa, azúcar, materiales de la construcción, etc.).

El ajuste derivó en una estructura de producción de bienes y servicios menos intensiva en el uso de la energía. En el período 1990-1993, con el derrumbe del campo socialista, el incremento del bloqueo y la crisis económica que comenzó a sufrir el país, la disponibilidad de generación eléctrica decreció

desde el 78% hasta el 53% y la de combustibles, en prácticamente 2 años, se redujo a menos del 50%. El consumo promedio de energía eléctrica en este período en el país decreció en más de un 6% anual.

Por primera vez en la década de los noventa comienza a observarse una disminución de la intensidad energética, a partir de la maduración de una serie de acciones y programas con vistas a disminuir el consumo energético, que por cierto, crece por debajo del incremento del PIB en la etapa analizada, reflejando una mejor eficiencia energética.

Durante la etapa 1995-1999 se invirtieron 300 millones de dólares en proyectos de ahorro energético, mientras que en la etapa 1986-1990, con una situación económica más favorable, no se destinaron recursos al uso racional de la energía. A partir de 1998-1999 la intensidad energética comienza a decrecer producto de una serie de acciones y programas desarrollados para disminuir el consumo energético.

Se anuncia un cambio total en la concepción de generar energía eléctrica y se traza como política una serie de programas energéticos que se denominaron Revolución Energética, el cual se define como la puesta en práctica de nuevas concepciones para el desarrollo de un Sistema Electro Energético Nacional más eficiente y seguro.

El ahorro total alcanzado con este programa entre el 2006 y el 2007 asciende a 2795 kWh, equivalente a 961419 toneladas de combustible convencional. Además en el transcurso de los últimos años se ha transitado por diferentes normas las cuales han ayudado a mejorar y a desarrollar un sistema eficiente de energía.

## **1.2 Eficiencia Energética. Oportunidades y Desafíos.**

La Eficiencia Energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía necesaria para garantizar calidad total, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones. Eficiencia Energética: implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto.

*Toda técnica creada por el hombre trabaja sobre la base de la utilización de energía; por ello es natural que en muchos casos uno de las principales partidas del costo total sea el costo energético, donde se incluyen los componentes relativos a la producción, distribución y uso de las diferentes formas de energía.*(Nordelo, 2001)

Hay un gran número de oportunidades para mejorar la eficiencia energética de los vehículos, edificios, hogares y equipos industriales, reduciendo así el consumo de energía. Desde los motores de los automóviles que consuman menos combustible, mejor aislamiento de los edificios y hogares, y sistemas más eficientes en la fabricación de equipos y producción son sólo algunas de las posibilidades. Si todas las oportunidades de eficiencia energética se desarrollaran, el crecimiento anual de la demanda mundial de electricidad entre 2005 y 2030 se reduciría de 2,7% por año.

La eficiencia energética es considerada como un medio clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y también considerada como medio para lograr otros objetivos de políticas energéticas (reducción de la dependencia de las fuentes fósiles), pero el comportamiento de los mercados y las respuestas políticas han generado debates económicos. Como por ejemplo conceptos económicos subyacentes en la toma de decisiones de los consumidores sobre productos y servicios de eficiencia energética.

### **Oportunidades.**

Los mercados de la energía y los precios del mercado influyen en las decisiones de los consumidores, con respecto a la cantidad de energía que consume y si debe invertir en productos y equipos más eficientes energéticamente. Un aumento de los precios de la energía se traducirá en un ahorro de energía en el corto plazo, sin embargo, los cambios a corto plazo en la eficiencia energética tienden a ser limitados debido a la larga vida útil y baja rotación de los aparatos que utilizan energía y bienes de capital. Sin embargo, si un aumento de precios de la energía es persistente, también es más probable que afecte de manera significativa la adopción de eficiencia energética, ya que los consumidores tenderán a sustituir antiguos e ineficientes

bienes de capital, y las empresas tendrán el tiempo necesario para desarrollar nuevos productos y procesos más eficientes.

Cuando se desarrolla un mercado de Eficiencia Energética es claro que incluye rendimientos positivos sobre la inversión, así como importantes beneficios colaterales, que incluyen el crecimiento económico, la creación de empleo y usualmente mejoras sobre la producción.

A pesar de las mejoras en la eficiencia energética en las naciones desarrolladas, aún queda un gran potencial de ahorro de energía en todos los sectores.

La tasa de mejora en la Eficiencia Energética es necesario aumentarla sustancialmente para lograr un futuro energético más seguro y sustentable. Hay indicadores de que el índice de mejora de la eficiencia energética ha aumentado ligeramente en los últimos años, como consecuencia de las numerosas políticas de países desarrollados. En general los gobiernos deben aprender de las mejores prácticas de los demás y actuar para desarrollar y aplicar la mezcla de políticas necesarias para generar mercado y regular las proyecciones de crecimiento con una mejora en la intensidad energética (incluyendo normas estrictas y estándares).

### **Desafíos.**

El tema común en las deficiencias del mercado de eficiencia energética es que los precios de la energía no reflejan el verdadero costo marginal social del consumo de energía, ya sea a través de las externalidades ambientales, los costos medios, o la seguridad nacional.

Las tecnologías y servicios de Eficiencia Energética (EE), son particularmente complejas y difíciles de desarrollar desde su implementación, debido al hecho de que demostrar los ahorros de energía de estas tecnologías de Eficiencia Energética no es fácil, donde la tasa de ejecución de los proyectos de EE, medidas de mejora de EE y las mejores prácticas, pese a su enorme potencial deben ser impulsadas por políticas públicas para romper las barreras existentes.

Las externalidades ambientales asociadas con la producción y el consumo de combustibles fósiles generan grandes emisiones de GEI y otros contaminantes que resultan en costos no ponderados sobre la salud y el medio ambiente, es decir, que no son internalizados por el consumidor de energía. En ausencia de la política, una externalidad ambiental conduce a un uso excesivo de energía en relación con la falta de inversión óptima social, y por lo tanto, una disminución en la eficiencia energética.

*En la medida en que los precios de la energía no internalicen estas externalidades (que varían según el tipo de contaminación), el mercado va a incentivar un nivel de eficiencia energética que es demasiado bajo. Una respuesta política puede ser determinar económicamente los precios a las emisiones, lo que indirectamente estimula una mayor eficiencia energética. (Chile, 2010)*

### **1.3 Sistema de Gestión Energética (SGE).**

En principio la gestión de la energía se enfocaba hacia la implementación de proyectos de eficiencia energética, y su éxito estaba determinado por la cantidad de proyectos que ejecutaban. A pesar de que con su ejecución se alcanzaba una mejoría temporal, se era incapaz de mantener sus resultados en el tiempo, haciendo que sus beneficios se perdieran paulatinamente.

La Gestión Energética se considera como un conjunto de acciones técnicas, tecnológicas, de control, de superación y administrativas, organizadas y estructuradas para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conservación y utilización de la energía, o lo que es lo mismo, para lograr la utilización racional de la energía de manera que permita reducir su consumo sin el perjuicio de la productividad y la calidad de la producción o servicio prestado. (Marrero, 2005).

Lo que trajo como consecuencia que exista la necesidad de un cambio de enfoque, el cual se presentó con la incorporación del modelo de gestión Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). Siguiendo dicho modelo,

*“(...) se plantearon diversos sistemas de gestión de la energía (SGEn) alrededor del mundo, algunos de los cuales se convirtieron en normas*

*nacionales y regionales, estableciendo marcos comunes para su establecimiento, mantenimiento y operación". (Campo, 2012)*

Un sistema de gestión energética se compone de una estructura organizacional, diferentes procesos y el personal capacitado, para aplicar los procedimientos y herramientas. (Ver Anexo 2)

Siendo así, se puede afirmar que:

*"Los sistemas de gestión energética están encaminados a la administración eficiente de la adquisición, transformación, transporte y uso final de la energía en la organización, bajo la supervisión de la gerencia, con el objetivo de reducir los costos de producción, sin que la misma desvíe la atención y los recursos de su actividad principal productiva. (...)"*. (Conferencia Regional, 2008)

El concepto de Gestión Energética se puede agrupar en dos visiones desde el punto de vista macro. La primera supone que es el mercado el instrumento mediante el cual se logra la gestión óptima y la segunda supone que es el estado como ente planificador que garantiza la optimización de los recursos energéticos. Desde el punto de vista micro (empresa) la Gestión Energética se traduce en un programa de optimización de energía, con el cual se definen estrategias y se toman acciones para disminuir los consumos de energía, sin sacrificar la calidad, buscando los niveles de máxima productividad (Martija, 2012).

El objetivo fundamental de la Gestión Energética es sacar el mayor rendimiento posible a todos los portadores energéticos que son necesarios para una actividad empresarial, lo cual comprende (Martija, 2012):

- Optimizar la calidad de los portadores energéticos disponibles y su suministro.
- Disminuir el consumo de energía manteniendo e incluso aumentando los niveles de producción o de servicios.
- Obtener de modo inmediato ahorros que no requieran inversiones apreciables. Lograr ahorros con inversiones rentables.
- Demostrar la posibilidad del ahorro energético de la empresa.
- Disminuir la contaminación ambiental y preservar los recursos

energéticos.

- Diseñar y aplicar un programa integral para el ahorro.
- Establecer un sistema metódico de contabilidad analítica energética en la empresa.

En el transcurso de los años han existido diversos sistemas de gestión de la energía. (Ver Anexo 3), entre estas se encuentran la Norma Internacional ISO 50001.

*“La solicitud a ISO (Internacional Organization for Standardization) para desarrollar una Norma Internacional de gestión de la energía provino de la Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), quién reconoce que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas nacionales de gestión de la energía”.* (Normalización, 2011)

Podemos decir que un SGE es la parte del sistema de gestión de una organización que se dedica a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía, es la parte del sistema general de gestión de la organización que se encarga de controlar el uso de la energía, desde su entrada a través de distintas fuentes, su uso y su transformación en beneficios.

Un SGE está directamente vinculado al sistema de gestión de la calidad y al sistema de gestión ambiental de una organización. En un SGE contempla la política de la entidad sobre el uso de la energía, y cómo van a ser gestionadas las actividades, productos y servicios que interactúan con este uso, normalmente bajo un enfoque de sostenibilidad y eficiencia energética, ya que el sistema permite realizar mejoras sistemáticas del rendimiento energético.

Es importante destacar que un SGE no está orientado necesariamente a grandes empresas, sino que puede ser adoptado por cualquier tipo de organización, independientemente de su sector de actividad o tamaño. La implantación de un SGE es voluntaria y su nivel de éxito depende fundamentalmente del nivel de implicación de la propia organización, y en especial de la dirección, para gestionar el consumo y costos energéticos. Hay

que tener en cuenta que un SGE no está orientado tanto al cumplimiento de la normativa, sino más bien a la mejora de los procesos y de las instalaciones para aumentar la eficiencia energética y reducir los consumos, haciendo un uso más racional de la energía. (Asociación de Empresarios del Henares. n, d).

#### **1.4 Herramientas para la Gestión Energética.**

La selección se fundamentó en su aplicabilidad práctica y sencillez, específicamente en pequeñas y medianas organizaciones, que se establecen o implementan por primera vez, o que tienen poca madurez para comprender su situación energética actual frente al cumplimiento de los requisitos de la Norma. En este tipo de organizaciones es común una escasez relativa de datos históricos de energía y de otras variables, lo que limita el uso de herramientas más sofisticadas. Es importante resaltar que la aplicabilidad de las herramientas presentadas no sólo se limita al establecimiento e implementación, muchas de ellas son igualmente útiles durante la operación del Sistema de Gestión de la Energía.

Las herramientas para el diagnóstico a utilizar en el trabajo se dividen en:

- Gráfico de Control.
- Diagrama de Consumo de Energía - Producción
- Gráfico de Consumo y Producción (E – P vs T)
- Diagrama de Pareto.
- Gráfico de Correlación y Dispersión.
- Gráfico de tendencias o sumas acumulativas. (CUSUM)

##### **1.4.1 Gráfico de Control.**

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagrama causa y efecto para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir, existe un valor medio  $M$  del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que nos

alejamos de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar del valor medio. Este comportamiento permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado. A continuación se muestra la figura 1.1 un ejemplo de gráfico de control.

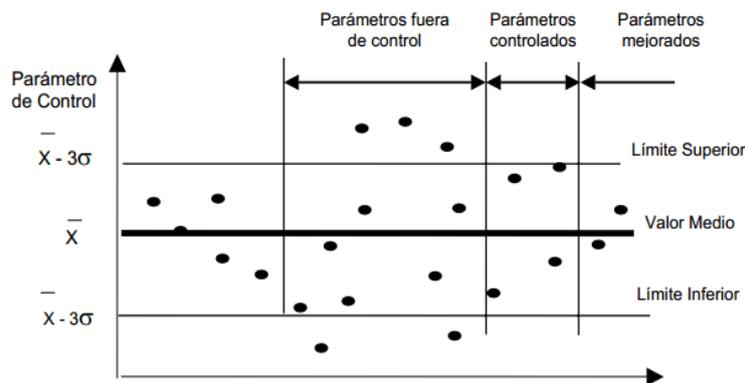


Figura 1.1: Gráfico de control. (Fuente: Colectivo de autores, 2006)

**Utilidad de los gráficos de control:**

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

**1.4.2 Diagrama de Consumo de Energía – Producción.**

En el gráfico de consumo vs producción se ajustó la línea más adecuada utilizando el método de los mínimos cuadrados, aunque igualmente se puede hacer mediante algún paquete estadístico para determinar el coeficiente de correlación entre E y P. Se puede expresar analíticamente la pendiente y el intercepto de la recta en forma de ecuación:

$$E = m.P + E_0 \tag{1}$$

Dónde:

E – Consumo de energía en periodo seleccionado.

m – Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.

$E_o$ —Intercepto de la línea en el eje y, que representa la energía no asociada directamente al nivel de producción.

m.P – Es la energía utilizada en el proceso productivo.

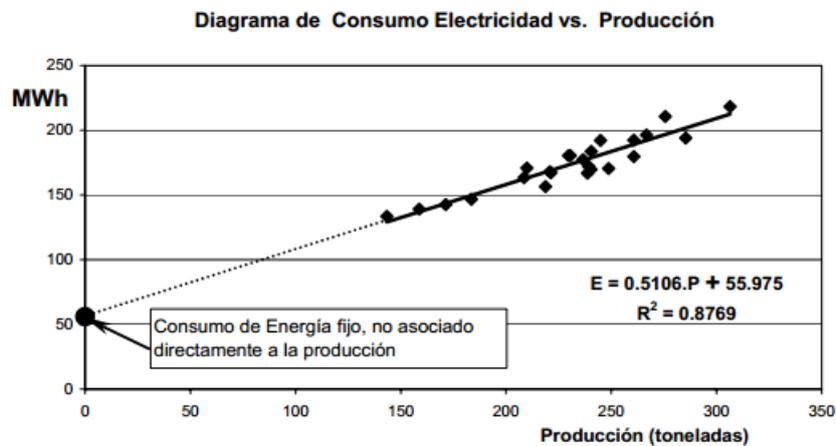


Figura 1.2: Diagrama de Consumo de Energía vs Producción. (Fuente: Yanes, 2006)

### Utilidad de los Diagramas E vs. P

- Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.
- Mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y por tanto, si el indicador es válido o no.
- Establecer nuevos indicadores de consumos o costos energéticos.
- Determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre los consumos energéticos y establecer variables de control.
- Identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción.
- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

### 1.4.3 Gráfico de Consumo y Producción. (E – P vs T)

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El gráfico se realiza para cada portador energético importante de la empresa y se puede establecer a nivel de empresa, área o equipo. El tiempo debería estar en el eje X, la producción y consumo energía pueden estar en los ejes Y1 y Y2 respectivamente. Se muestra el comportamiento de la producción y consumo de la energía respectivamente en un tiempo determinado.

La figura 1.3 muestra un ejemplo de este gráfico, donde se aprecia como varían el consumo de energía eléctrica y el nivel de producción de una organización determinada.

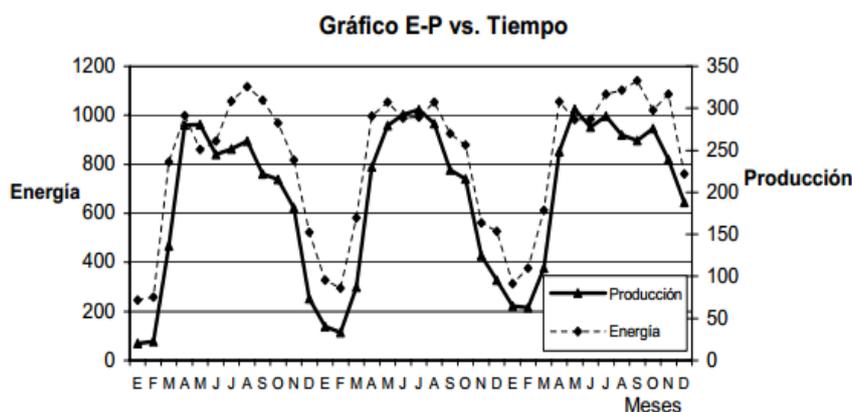


Figura 1.3: Gráfico de consumo y producción en el tiempo. (Fuente: Colectivo de autores, 2006)

#### Utilidad de los gráficos (E – P vs T)

- *Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.*
- *Permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.* (Yanes, 2006)

#### Variaciones anormales en el gráfico E – P vs T

En este tipo de gráfico lo más correcto es que ocurra un incremento del consumo de energía asociado al proceso y viceversa.

#### **1.4.4 Diagrama energético - productivo.**

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de material y energía, con sus magnitudes características para los niveles de producción típicos de la empresa. También en el diagrama se muestran los niveles de producción de cada etapa, así como entradas externas al proceso de materiales semiprocesados si los hubiera. Es bueno expresar las magnitudes de energía consumida en cada etapa del flujograma por tipo de energía consumida y en porcentaje con respecto al consumo total de cada tipo.

#### **Utilidad del Diagrama Energético – Productivo:**

Muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético.

- Muestra donde se encuentran concentrados los rechazos de materiales y los efluentes energéticos no utilizados.
- Muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo.
- Muestra posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos.
- Facilita el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores.
- Permite determinar la producción equivalente de la empresa.

#### **1.4.5 Diagrama de Pareto.**

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

El diagrama de Pareto puede identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos y predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.

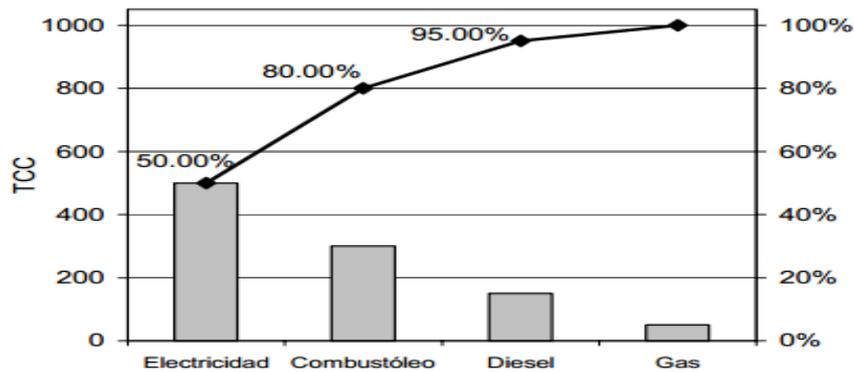


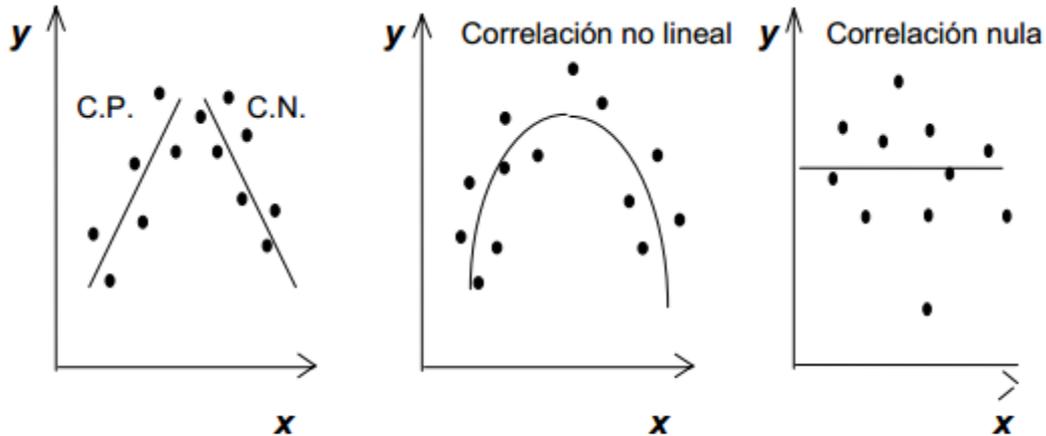
Figura 1.4: Diagrama de Pareto. (Fuente Colectivo de autores, 2006)

**El diagrama de Pareto nos informa los siguientes aspectos:**

- ¿Cuál es la causa o elemento de mayor importancia de los registrados y cuál es su influencia cuantitativa?
- ¿Cuál es el 20% de los elementos que producen el 80% del efecto reflejado en la categoría?
- ¿Cómo influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizado?

**1.4.6 Diagrama de Correlación y Dispersión.**

El gráfico que se presenta a continuación, expone la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x, y si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, qué carácter tiene esta.



**X:** Variable independiente.  
**Y:** Variable dependiente.

**C.P.** Correlación positiva.  
**C.N.** Correlación negativa.

Figura 1.5: Diagrama de Correlación y Dispersión. (Fuente: Colectivo de autores, 2006)

#### Utilidad de los diagramas de dispersión y correlación:

- *Muestra con claridad si los componentes de un indicador de control están correlacionados entre si y por tanto si el indicador es válido o no.*
  - *Permite establecer nuevos indicadores de control.*
  - *Permite determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre las variables en cuestión y establecer nuevas variables de control.*
- (Soto, 2011)

#### 1.4.7 Gráfico de tendencias o sumas acumulativas. (CUSUM)

Se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un periodo base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al comportamiento del periodo base hasta el momento de su actualización.

¿Cómo realizar un gráfico de tendencia?

1. Seleccionar el período base de comparación.

2. Determinar para el período seleccionado la expresión de relación del consumo de energía y la producción asociada:  $E = mxP + E_o$ , (2) con un coeficiente de correlación significativo.
3. Recopilar los valores de E y P para el período actual donde se evaluarán la tendencia.
4. Elaborar la tabla de valores de tendencias según el siguiente formato.

Tabla 1.1: Tabla de valores de tendencia. (Fuente: Colectivo de Autores, 2008)

Período (día, mes, año)	$E_a$	$P_a$	$E_T = mxP_a + E_o$	$E_a - E_T$	Suma acumulativa [[ $E_a - E_T$ ] <sub>i</sub> + ( $E_a - E_T$ ) <sub>i-1</sub> ]

Donde:

$E_a$  - energía consumida en el período actual.

$P_a$  - producción realizada asociada a  $E_a$ , en el período actual.

$E_t$  - energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual,  $P_a$ .

$m$ ,  $E_o$  - pendiente y energía no asociada a la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

( $E_a - E_t$ )- diferencia entre la energía consumida en el período actual y la que se hubiera consumido período base para igual producción.

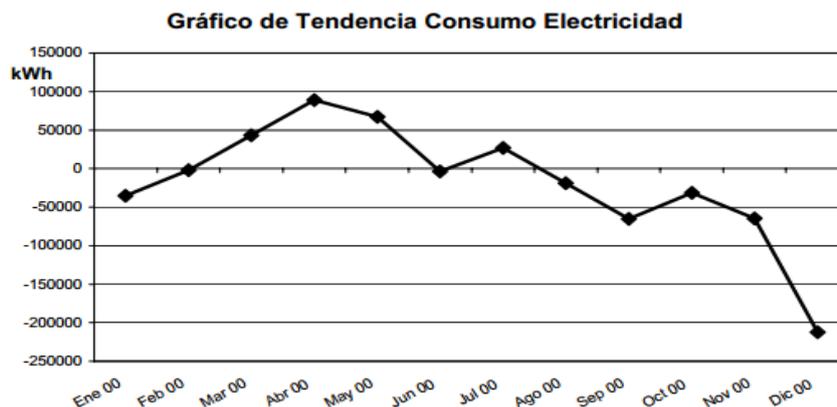


Figura 1.6: Gráfico de tendencias o sumas acumulativas. (Fuente: Colectivo de autores, 2006)

### Utilidad del Gráfico.

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- Comparar la eficiencia energética de periodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un periodo actual respecto a un periodo base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

### Uso del gráfico.

- Monitorear los consumos energéticos con respecto al año o al semestre anterior a nivel de empresa, área o equipos altos consumidores.
- Evaluar la tendencia de la empresa en eficiencia energética.
- Determinar la efectividad de medidas de ahorro a nivel de empresa, área o equipos altos consumidores.
- Cuantificar las mejoras o disminuciones de la eficiencia a nivel de empresa, área o equipos altos consumidores.

#### 1.4.8 Gráfico IDE 100.

Se construye a partir del cálculo de los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento del consumo real contra un consumo estimado. El consumo estimado se obtiene a partir del modelo lineal del análisis de regresión. Los porcentajes se obtienen al dividir el consumo real entre el consumo estimado, de la siguiente manera:

$$IDE\ 100 = \frac{\text{Consumo Real}}{\text{Consumo Estimado}} \times 100 \quad (3)$$

Con base en el resultado de la operación, se puede saber qué porcentaje por encima o por debajo, fue el consumo real del consumo esperado para el mismo nivel de producción, de acuerdo a un comportamiento anterior. En el ejemplo mostrado en la figura 1.7, se aprecia que en el mes de enero hubo un consumo de un 7% por encima de lo estimado, mientras que en julio, un 16% por debajo.

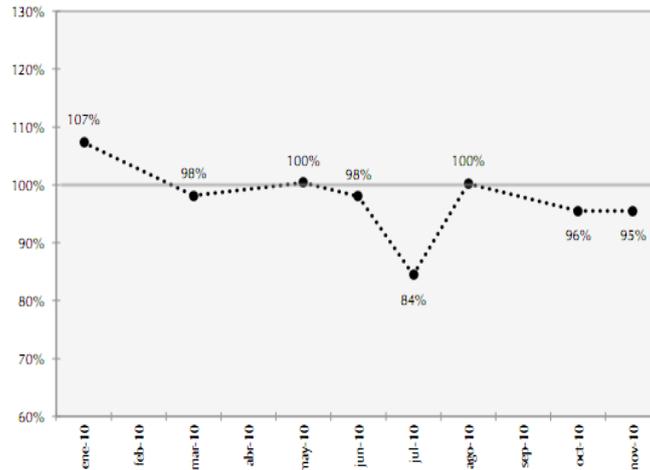


Figura 1.7: Gráfico de IDE 100. (Fuente: Pérez, 2012)

Este análisis también puede dar origen a un IDEn adimensional, expresado como porcentaje. Útil para realizar seguimiento al desempeño energético a partir de una línea de base.

### 1.5 Centros Transmisores de Radio. Clasificación.

Los primeros centros de radiotransmisión fueron construidos cerca de las ciudades de Nauen (Germany, 1908), Rugby y Caernarvon (Great Britain, 1908 y 1913), Bordeaux (France, 1910), y St. Petersburg y Moscow (1914) etc. El equipamiento básico de un centro de radiotransmisión consiste en radio transmisores, sistemas de antenas que están conectadas a los transmisores para alimentar las líneas y donde sea necesario un sistema aterrado. Los edificios técnicos se sitúan cerca de las antenas. Ellos contienen los radiotransmisores (tantos como una docena en centros grandes) y equipamiento de operación-transmisión tales como suministradores de electricidad, sistemas de enfriamiento de agua, evaporación-enfriamiento y enfriamiento de aire. También contienen equipamiento para encendido y control remoto de las antenas y para bloquear las áreas que pueden constituir peligro para el personal.

La subestación de transformador está situada dentro del centro. Esta suministra electricidad al equipamiento lo mismo de la red AC como de sus propias fuentes tales como una planta diésel. El equipamiento del centro tiene

que asegurar la operación fiable de los transmisores de radio y mantener su funcionamiento técnico dentro de los límites requeridos, como es definido por los criterios de salida de energía, estabilidad de la frecuencia y el coeficiente de distorsión no lineal. La mayoría del equipamiento hoy en día es automatizado.

Los radiotransmisores en un centro radiotransmisor se clasifican de acuerdo a su función como radiotransmisores de emisión, radiotransmisores de TV, y transmisores de propósito especial. El último grupo incluye a los transmisores usados en la navegación, comunicaciones espaciales. La longitud de onda de operación de un transmisor se selecciona de acuerdo a la función del mismo y en correspondencia con las regulaciones de las comunicaciones. El tipo principal de transmisores es el de onda corta que opera a una longitud de onda de 10-100m con un índice de potencia de 1, 5, 20, 50 y 80 - 100 kW. Los radiotransmisores de emisión a larga distancia en una banda de longitud de onda media y corta tienen la potencia de 500 a 1000 kW.

Los transmisores de emisión en centros de televisión tienen emisión de potencia de 5-7 kW y una longitud de onda en un metro o cerca de un decímetro. Los transmisores de frecuencia modulada de alcance de un metro de 1-20 kW son usados para emisión de radio local de alta calidad.

Los transmisores de alta potencia para emisores de radio de onda media consisten de varios módulos. Las salidas de potencia de ellos están combinados en un circuito común, oscilatorio intermedio o, si es un número par de módulos, en un dispositivo especial llamado puente aditivo. Este dispositivo es también usado para transmisiones de onda media y de longitud de onda de un metro. Tal arreglo modular hace posible continuar la transmisión aunque a una potencia más baja, si uno de los módulos se rompe. Los centros radiotransmisores son también equipados con transmisores de reserva que son capaces de a una frecuencia tranquila cambiar dentro de una gama dada de longitudes de onda y pueden ser enganchados a una antena operadora. En caso de roturas tales transmisores temporalmente reemplazan los transmisores.

En los centros actuales de radiotransmisión los transmisores son operados por control remoto desde una consola central que inicia el arranque, el apagado,

cambia a diferentes longitudes de onda y otras operaciones. Los controles pueden ser automatizados

### **1.6 La Gestión de la energía en los centros transmisores. Uso significativos de la energía.**

Una de las preocupaciones más llamativas de la sociedad moderna es la generación de calor en los centros de transmisores. *“En efecto, hasta el 45 por ciento de la energía total utilizada en un centro de datos se dedica a enfriar los equipos de transmisión y en el caso más crítico más del 60 por ciento”*. (Bhat, 2013). Esta cifra aumentará, ya que los servidores son cada vez más compactos y, como consecuencia, aumentarán las densidades de potencia.

Las tecnologías de refrigeración, la gestión de la energía eléctrica y los sistemas de control asociados están evolucionando rápidamente para combatir este problema creciente del calor. Un sistema de refrigeración moderno es capaz de afrontar esta situación, debe adoptar un método radical y centrarse en la mejora de la eficiencia energética, la gestión integrada y el mantenimiento de una fiabilidad elevada para todo el centro de transmisores.

Entre los años 2003 y 2008 existió un aumento masivo en la capacidad de los centros de transmisión. Los servidores nuevos se agregaban semanalmente en algunas instalaciones y cada generación de servidores eclipsaba a las pasadas en densidad de potencia. Cada vez más la informática se consolidaba en los centro y estos a su vez se consolidaban para simplificar la administración y reducir costos.

Entre tanto, las organizaciones luchaban para mantenerse al paso de las demandas de capacidad y los centros de datos se volvían cada vez más heterogéneos y complejos.

El crecimiento en la capacidad y la densidad llevó a una preocupación adicional: la eficiencia energética.

La eficiencia energética en los CT, puede aumentar de varias maneras, las cuales se presentan a continuación: (Rasmussen, 2011)

- 1. Mejorando el diseño interno de los dispositivos de los CT, por lo que consumen menos energía en realizar su trabajo.*
- 2. Ajustando el dimensionado de los componentes de CT a la actual carga (TI) así los componentes funcionan con más eficiencia.*
- 3. Desarrollando nuevas tecnologías que reduzcan la necesidad de energía eléctrica para abastecer funciones de apoyo a los CT.*

El primer paso hacia una mejor eficiencia energética será, cuantificar la eficacia de la instalación que está en funcionamiento. El mantenimiento a largo plazo de una instalación se logra mediante la creación y ejecución de un Plan de Gestión de la Energía. Este plan será identificar quiénes son los responsables y cuáles son los objetivos de gestión de energía. Se ocupará de cómo recoger las mediciones de rendimiento del sistema, cómo de manejar e interpretar los datos, y el proceso de identificar, financiar e implementar medidas de eficiencia energética.

Hoy en día está claro que la sociedad ha cambiado radicalmente hacia una sociedad de la información y comunicación. Este cambio se ha producido en los últimos años del siglo XX y primeros del XXI debido a los medios de difusión masiva, de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Un aspecto importante a tomar en cuenta, dentro lo que es la gestión y administración de los centros de procesamiento de datos o centro transmisores, es el alto consumo de electricidad que se lleva a cabo al concentrar tanto equipo informático, de telecomunicación, de electromecánica pero más bien los equipos de refrigeración, entre muchos otros, en un solo sitio.

Bacheldor (2011) “(...) estima que los centros de datos consumen casi los 31GHzw por semana, lo que equivale al consumo promedio de un edificio mediano de oficinas durante 1 mes. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA por sus siglas en Inglés), la energía que consumen los data centers de ese país representa un 1.5% del consumo total anual del país. Por ejemplo, según informa Datacenter Consultores en su informe *Las 10 acciones para el uso inteligente de la energía en el data center*

*(2010), en un centro de datos de 470 metros cuadrados, el consumo de energía para mantenerlo fresco es de 429 kilowatts por día”.*

Las consecuencias financieras han sido muy importantes; según Datacenter Consultores (2010) *“las estimaciones de los costos de energía anual consumida por Data Center en los EE.UU superan 4,5 billones de dólares. De acuerdo a una encuesta publicada por “Survey of theData Center Users Group (2007) :”(...) un influyente grupo de gerentes de Data Center identificaron las limitaciones en energía, como principal factor de limitación para el crecimiento (46 % de los consultados)”.*

### **1.7 Eficiencia energética en equipos HVAC.**

Los centros transmisores de hoy requieren entornos estables y precisos para que los componentes electrónicos sensibles funcionen de manera óptima. El hardware informático produce una carga de calor concentrado poco habitual y, a su vez, es muy sensible a los cambios de temperatura o humedad. Mantener las condiciones de temperatura y humedad proyectadas resulta fundamental para que los CPD funcionen sin problemas. Las condiciones proyectadas deberían ser de (20-25°C) y 35-50% de humedad relativa (R.H.). Un cambio de temperatura o humedad puede provocar diversos problemas, desde procesar información sin sentido hasta el cierre total de los sistemas. Estas situaciones pueden generar enormes costos para la empresa, según la duración de la interrupción y el valor del tiempo y los datos que se han perdido. Por lo que los sistemas de climatización o HVAC son de gran importancia para la continuidad del proceso.

Los sistemas de climatización originan más del 60 % de todo el consumo eléctrico en una instalación. De ahí que el comportamiento del consumo eléctrico esté estrechamente relacionado con la eficiencia del sistema de climatización empleado.

## **1.8 Conclusiones Parciales**

- Los Sistema de Gestión Energético (SGE) pueden ser implementados en cualquier tipo de empresa que tenga un programa de mejora continua.
- Un Sistema de Gestión Energético está orientado a la mejora de los procesos y de las instalaciones para aumentar la eficiencia energética y reducir los consumos, haciendo un uso más racional de la energía
- Se pueden aplicar herramientas que permitan controlar y analizar el uso de los portadores energéticos en un sistema de gestión.
- Los centros transmisores de datos se pueden clasificar en centros transmisores de radio y televisión.
- En los centros transmisores los equipos de climatización representan más del 60 % del consumo total de energía eléctrica.



# *Capitulo 2*

## **Capítulo 2: Caracterización energética de los centros de transmisión de radio y de televisión CTOM Malecón, CTOM Tulipán y CTV 18 Plantas**

### **2.1 Introducción al capítulo.**

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de la Empresa Radio-Cuba, haciendo un análisis del uso y consumo de la energía en: Centro de Transmisión de onda media (CTOM) Estación Malecón, CTOM Tulipán y el Centro de transmisión de televisión CTV18 Plantas.

### **2.2 Caracterización Empresa Radio-Cuba.**

En los años 50, salvo contadas excepciones, los servicios de radio pertenecían a las clases económicamente dominantes, poseedoras del poder político, quienes los utilizaban para imponer patrones ideológicos y culturales convenientes para sus fines e intereses.

Con el triunfo de la Revolución el 1 de enero de 1959 comienza a surgir transformaciones para la Radio por la aplicación de las leyes revolucionarias, en virtud de lo cual, son intervenidas las emisoras de radio.

En el año 1969, surge el Ministerio de las Comunicaciones (MICON) y se crea además, la Empresa de Radiodifusión Internacional (ERI). Con la creación del Ministerio de las Comunicaciones (MICON), años más tardes; los transmisores de radio y televisión, así como los enlaces comenzaron a ser operados por este; por lo que cada centro de transmisión pasa a formar parte de la Empresa Radiocomunicación Internacional (ERI) dando cobertura además, a las comunicaciones marítimas.

Los servicios de televisión, llegan a la provincia en el año 1977, con dos transmisores: uno al servicio de Cubavisión y otro para Tele Rebelde.

El 26 de septiembre de 1995 en Cienfuegos se constituye la División Territorial Radio-Cuba, desde entonces su sede radica en Avenida 56, número 4112, entre las calles 41 y 43, en el municipio Cienfuegos, provincia de igual nombre.

Desde su fundación, y hasta la actualidad, Radio-Cuba ha estado vinculada a las transmisiones de Radio y Televisión nacional, llevando un proceso de mejora continua a la técnica instalada. Empleando alternativas más revolucionarias y trascendentales para cumplir con nuestro principal objeto social, que es la lucha porque la radio y la televisión cubana llegue al 100% de nuestra población.

En la actualidad la empresa Radio-Cuba cuenta con 16 centros subordinados, estos están encargados de la transmisión de ondas de radio en onda media (OM) por amplitud modulada (AM) y frecuencia modulada (FM) y transmisión de la televisión de los diferentes canales que se transmiten en la televisión cubana

El objeto social de la empresa es:

- Brindar servicio de transmisión de señales de radiodifusión nacional e internacional y transportación de señales de audio y televisión asociadas en el territorio nacional y otros servicios de radiocomunicación y valor añadido.
- Efectuar la comercialización de equipos propios de su actividad, así como de sistemas de comunicación y señales de radio y televisión y prestar servicios de instalación, operación y mantenimiento de los mismos.
- Prestar servicios de comunicaciones móviles por satélite y de activación y desactivación de terminales, así como efectuar la comercialización y el arrendamiento de equipos relacionados con dicho servicio.

Misión.

Ser una organización moderna y ágil, con los trabajadores capacitados, sanos, motivados y con sólidos valores, que satisface las necesidades de sus usuarios y clientes, mediante la evaluación y mejora permanente de los servicios y la infraestructura tecnológica.

Visión.

Brindar a nuestros usuarios y clientes, la difusión de las señales de radio, televisión y servicios asociados, con la calidad requerida.

### 2.3 Estratificación de los costos. Costos energéticos.

En la empresa de Radio Cuba Cienfuegos es una entidad presupuestada del estado. La figura 2.1 muestra el desglose de sus gastos durante el año 2014.

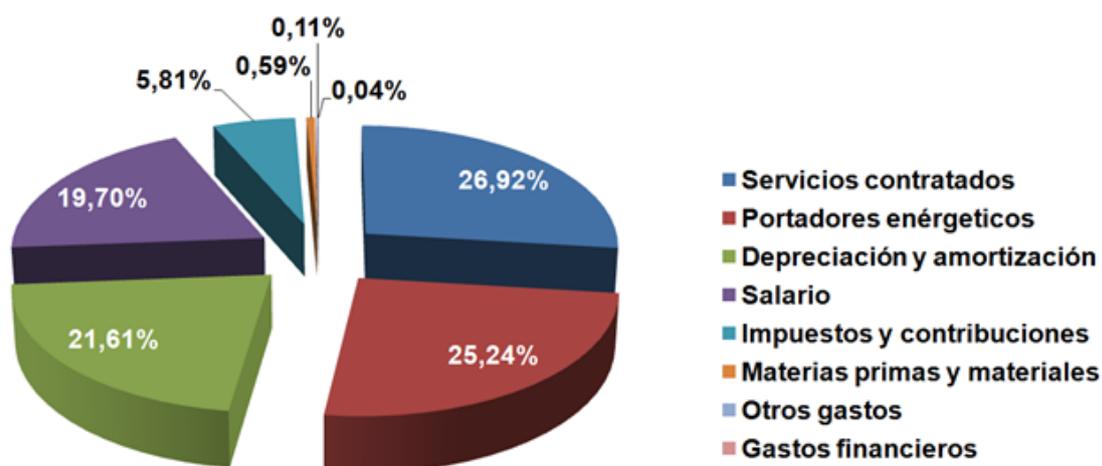


Figura 2.1: Desglose de los gastos de la empresa Radio Cuba Cienfuegos durante el 2014. (Fuente: Elaboración propia).

Como se observa en la figura los portadores energéticos representa el segundo valor significativo con un 25.24 % del total de los gastos de la empresa. Esto justifica la necesidad de implementar un sistema de gestión que permita el uso y control racional de los recursos energéticos. Posteriormente se desglose de la misma se muestra en la figura 2.2.

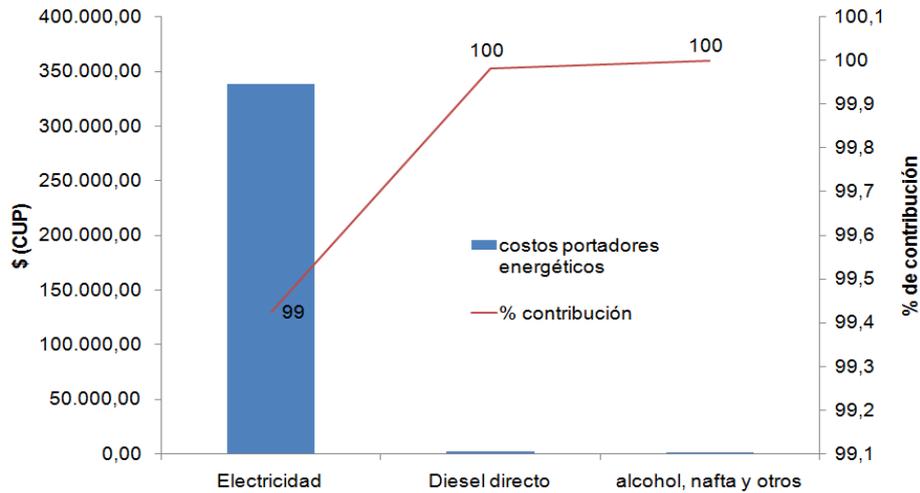


Figura 2.2: Diagrama de Pareto desglose de costos energéticos 2014. (Fuente: Elaboración propia).

El mayor por ciento de los gastos energéticos es por concepto de electricidad, convirtiéndose en el portador más importante y basado en este se realiza la caracterización energética de los centros de trasmisión de radio típicos: CTOM Malecón; CTOM Tulipán y CTV 18 Plantas.

Son centros de trasmisión típicos porque:

El centro de trasmisión de radio Malecón. La función principal es emitir la señal por 6 transmisores de 1 kW cada uno, tres por AM y tres por FM

El centro de trasmisión de televisión 18 plantas es el encargado de transmitir televisión. Tiene 6 transmisores de televisión con dos de 2 kW de potencia cada uno y los otros restantes de 1 kW. Tiene un pequeño transmisor de FM de 0,25 kW.

El centro de trasmisión de Tulipán se encarga de emitir la señal de radio por AM y tiene a su disposición dos transmisores de 5 kW de potencia cada uno.

#### **2.4 Análisis del uso y consumo de energía en la empresa Radio-Cuba en el CTOM Malecón, Centro TV 18 Plantas y Centro Trasmisor Tulipán.**

La actualización de la revisión energética significa la actualización de la información relacionada con el análisis, determinación de la significación y

determinación de las oportunidades de mejora del desempeño energético y para ello se parte de la información suministrada por la empresa.

El análisis de los datos históricos de producción y consumo de la empresa permite realizar un proceso de identificación y evaluación del uso de la energía que finalmente debe conducir a la organización a definir las áreas de usos significativos de la energía e identificar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

En la empresa de Radio-Cuba el indicador de producción son kWh radiados, así como el consumo de electricidad se mide también en kWh. En la figura 2.3 se muestran los datos mensuales de consumo energético entre los períodos 2012 y marzo 2015 de los centros antes mencionados.

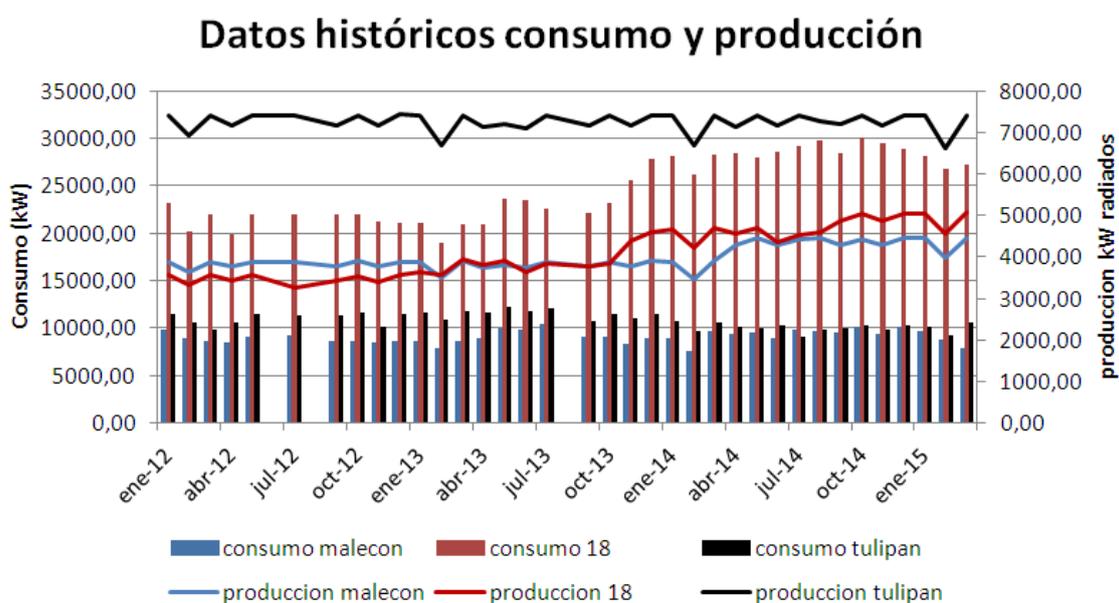


Figura 2.3: Datos históricos de consumo y producción durante el periodo 2012-2015 de los centros Malecón, Tulipán y 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia)

Los tres centros presentan distintos niveles de consumo y producción. Esto está dado por la diversidad de equipamiento que posee cada uno. Se resalta los altos niveles de consumo del centro CTV 18 plantas, además de los altos niveles de producción del CTOM Tulipán. Para un análisis más detallado a continuación se caracterizan los centros de trasmisión por separado.

### 2.4.1 CTOM Malec3n.

El Centro de Transmisi3n de Ondas Medias, Rebelde y Enciclopedia, actualmente, "Malec3n", figura 2.4 situado en calle 37 n3mero 3202 entre 32 y 34, municipio Cienfuegos, es un centro mixto, desde donde se transmite tanto por OM como por FM



Figura 2.4: CTOM Malec3n. (Fuente: Elaboracion propia )

Los servicios que prestan, as3 como los equipos de transmisi3n se muestran en tabla 2.1.

Tabla 2.1: Servicios prestados y equipos de trasmisi3n. (Fuente: Elaboraci3n propia)				
Frecuencia de trasmisi3n	Equipos de trasmisi3n	Potencia de trasmisi3n (kW)	Demanda de potencia (kW El3ctrico)	Emisoras de trasmisi3n
Frecuencia modulada FM	Tx Radio reloj	1	0.250	Radio
	Tx radio musical	1	0.250	Enciclopedia, 90.3
	Tx radio enciclopedia	1	0.250	Radio Musical Nacional, 92.7
	Procesador de audio		0.015	Radio Reloj, 94.7

<b>Frecuencia de transmisión</b>	<b>Equipos de transmisión</b>	<b>Potencia de transmisión (kW)</b>	<b>Demanda de potencia (kW Eléctrico)</b>	<b>Emisoras de transmisión</b>
Amplitud modulada AM	Tx Radio Reloj	1	2.400	La Emisora Provincial de Radio "Radio Ciudad del Mar", 1140 Radio Reloj, 930; Radio Rebelde 610;
	Tx Radio Ciudad del Mar	1	1.5	
	Tx Radio Rebelde	1	1.5	
	3 Procesadores de audio		0.45 (total)	
	Selector de canales		0.12	
	Distribuidor de audio		0.12	

Se puede considerar en la tabla anterior los distintos niveles de consumo teniendo en cuenta la frecuencia en que se trasmite. Por frecuencia modulada para transmitir un kW de radio se necesitan aproximadamente 0.255 kW eléctrico. En el caso de la Amplitud modulada, debido a la complejidad de equipamiento para transmitir un kW de radio se necesitan 1.823 kW eléctrico.

Como sucede en los centros de datos, para garantizar el correcto funcionamiento del equipamiento mostrado en la tabla anterior, se requiere el uso de equipos de climatización para disipar el calor que generan los equipos de transmisión. Teniendo en cuenta los datos de potencia de los mismos en la figura 2.5 se muestran la distribución del equipamiento en el CTOM Malecón.

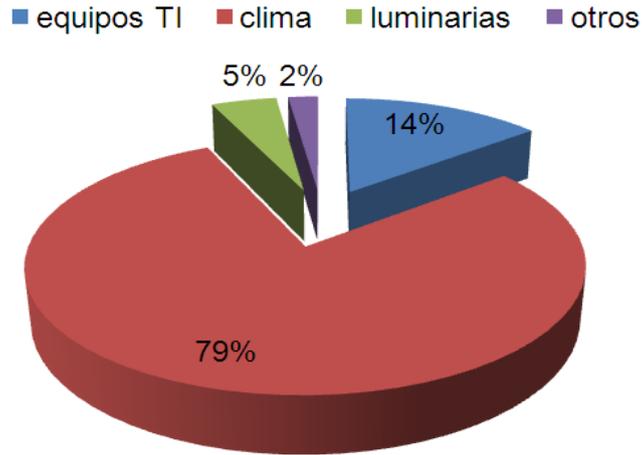


Figura 2.5: Distribución del equipamiento CTOM Malecón. (Fuente: Elaboración propia)

En el CTOM malecón se encuentran instalados 10 Toneladas de Refrigeración (TR) provenientes de dos Split de 5 TR cada uno. Los mismos consumen casi el 80 % de la energía, mientras que los equipos de transmisión alcanzan apenas el 14 % de la potencia instalada en el local. Esta característica define en gran medida las estrategias a seguir por la empresa pues las medidas de mejora estarán enfocadas en gran medida al mejoramiento de la eficiencia energética de estos sistemas.

#### 2.4.1.2 Gráfico de control.

Para el análisis de la herramienta gráfico de control se tomaron los datos mostrados en la figura 2.6, en ella se observa que no existen puntos de consumo fuera de los límites de control. El consumo medio mensual es de 9069.11kWh y la desviación estándar  $\sigma = 644.94$  kWh. Ver datos utilizados en el anexo 4 para la realización de la siguiente figura.



La figura 2.7 muestra el comportamiento de estas dos variables en los 3 años, señalando las anomalías con un círculo. Los datos para la construcción del gráfico se pueden observar en el Anexo 5

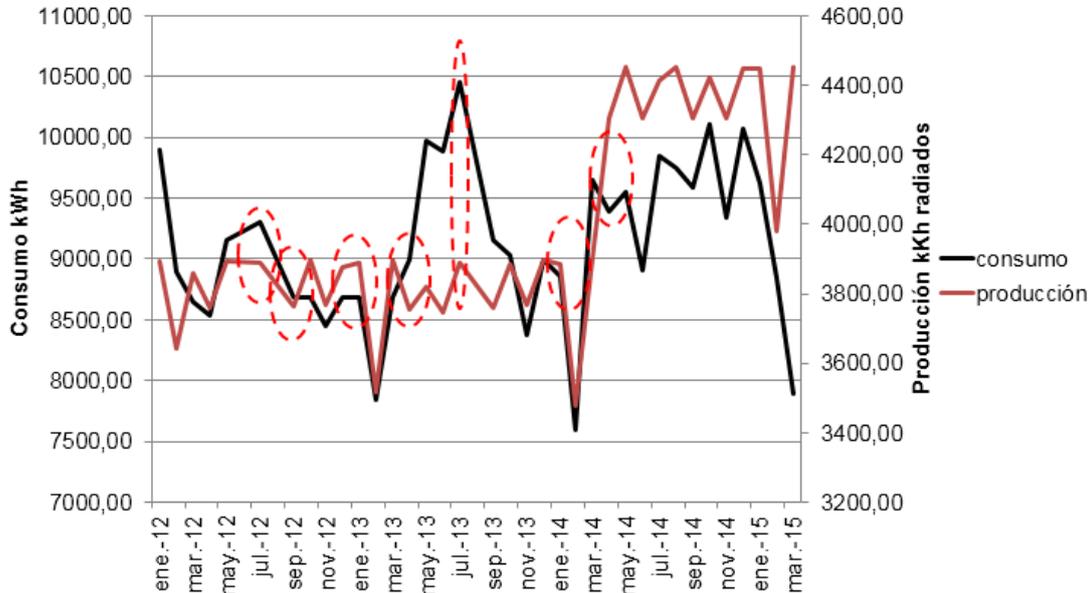


Figura 2.7: Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs T). (Fuente: Elaboración propia)

**Un análisis de su comportamiento muestra que:**

- Se incrementó en el mes de marzo 216,25 kW radiados mientras que el consumo decreció en 258 kWh.
- En el mes de julio decreció en 5 kW radiados, manteniéndose en un período constante mientras se incrementó el consumo en 150 kWh.
- En octubre se mantuvo constante el consumo y se incrementó la producción en 132.27 kW radiados.
- En marzo-13 decreció la producción en 141.93 kW radiados pero se incrementó el consumo en 308 kWh.
- En julio-13 se incrementó la producción en 143,71kW radiados pero también incremento el consumo en 563.92kWh.
- En el período sep-13 a oct-13 se incrementó en 125.58 kW radiados, la producción mientras que decreció el consumo en 119.73kW.
- En el período marzo a abril la producción se incrementó en 409.32 kW radiados mientras que el consumo decreció en 269.76 kW.

- Y en los meses de marzo a sep-14 incrementó la producción con valores de consumo similares a otros períodos.

En resumen, debido a la poca influencia de la transmisión de radio en el consumo del centro, la variabilidad de este no afecta de forma significativa el desempeño de la entidad, no así como los equipos de clima. Por entrevistas al personal que labora en el centro se refirieron a las diferencia en los consumos a roturas en los Split instalados.

#### 2.4.1.4 Diagrama de Consumo de Energía – Producción.

Con el conjunto de los datos tabulados que se encuentran en el anexo 6 de los consumos energéticos y la producción, se construye una gráfica de dispersión en el software Excel. En el eje y se ubica la escala de consumo energético y en el eje x la escala de producción kWh radiados, mediante la utilización de técnicas estadísticas como el método de mínimos cuadrados se obtiene la línea de tendencia (recta de mejor ajuste de los puntos de la gráfica), es decir la relación entre las variables como se muestra en la siguiente figura 2.8.

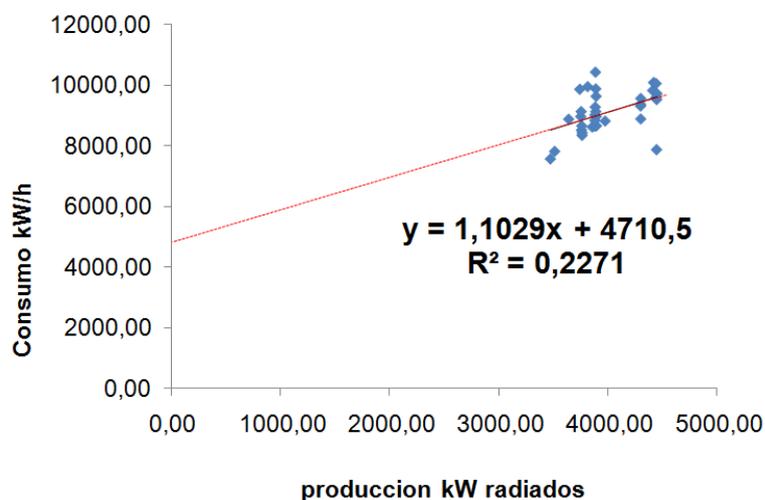


Figura 2.8: Diagrama de Consumo de Energía – Producción. (Fuente: Elaboración propia)

El modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción identificado es lineal se puede apreciar en la figura. Hay que destacar que el nivel de correlación es bajo con un valor  $R^2 = 0,227 < 0.75$  menor que el recomendado. Esto significa que se debe realizar un análisis más profundo para identificar las causas.

Se comprueba teniendo en cuenta los resultados, que los niveles de producción real coinciden con los declarados por la empresa, para lo cual se realiza un experimento, pues la difusión de las ondas de radio se realiza diariamente y durante las 24 h del día de forma continua.

Para la realización del experimento se efectuó un monitoreo de la potencia de transmisión de los equipos con un intervalo de 10 minutos durante 8 horas de trabajo, los cuales se observaron valores que varían según las condiciones meteorológicas. Los datos nos representan como resultado una gráfica y al integrarla obtenemos la energía en kWh radiados que se transmite en el centro tanto en AM como en FM. Estos valores son comprobados por los declarados en la empresa coincidiendo con las mediciones de producción.

Por esta razón se aplica la técnica de filtrado de datos, obteniendo los resultados descrito en el anexo 7. La misma nos permite obtener una ecuación que describa con mayor exactitud el proceso productivo

Nuevamente se corren los datos filtrados como se observa en la figura 2.9 y se obtiene una nueva ecuación de consumo  $y = 1,5868x + 2639,5$  con un valor de  $R^2 = 0,7267 < 0.75$ . Este valor sigue siendo inferior por lo que no se debe utilizar como un indicador. El gráfico de correlación muestra además el valor de la energía no asociada a la producción, la cual es de 2639.5. El porcentaje de esta energía directamente al nivel de producción (Ena) es igual a 29 %.

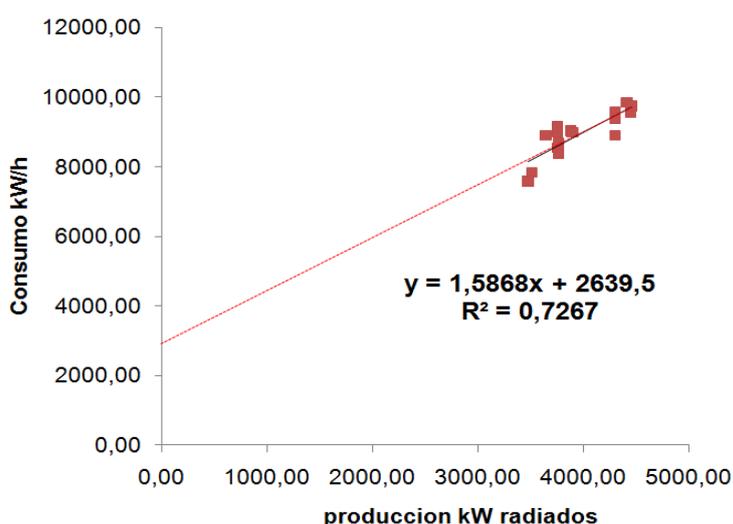


Figura 2.9: Diagrama de Consumo de Energía – Producción de los datos filtrados. (Fuente: Elaboración propia)

Para el filtrado de datos se removieron el 43 % de los datos, este valor es muy alto confirmando que el indicador no es fiable para el centro. Por lo que el uso de otras herramientas de gestión no sería eficaz si se utilizara este indicador. Se hace necesario analizar el uso de otros indicadores de desempeño energético que reflejen de forma íntegra el uso y consumo de la electricidad.

#### 2.4.2 CTOM Tulipán.

El centro de transmisión de Tulipán es un centro que transmite por onda media en frecuencia AM. El mismo es atendido y brinda sus servicios todo el día a tiempo completo. En la tabla se muestra los servicios que prestan, así como los equipos de transmisión se muestran en tabla 2.2

<b>Tabla 2.2: Servicios prestados y equipos de trasmisión CTOM Tulipán. (Fuente: Elaboración propia)</b>			
<b>Frecuencia de transmisión</b>	<b>Equipos de trasmisión</b>	<b>Potencia de trasmisión (kW)</b>	<b>Emisoras de trasmisión</b>
<b>Amplitud Modular (AM)</b>	Tx Radio Reloj	5	La Emisora Provincial de Radio "Radio Ciudad del Mar", frecuencia 1140 Radio Reloj, 930 Radio Rebelde 610
	Tx Radio Ciudad del Mar	5	
	Procesadores de audio		
	Selector de canales		
	Distribuidor de audio		

##### 2.4.2.1 Diagrama de Pareto.

En marzo de este mismo año 2015 se realizó un censo de carga de los equipos instalados en el centro. El diagrama de Pareto, mostrado en la figura 2.10

muestra que el mayor porcentaje de la carga instalada está dado por equipos de transmisión (TI), a diferencia del centro anterior.

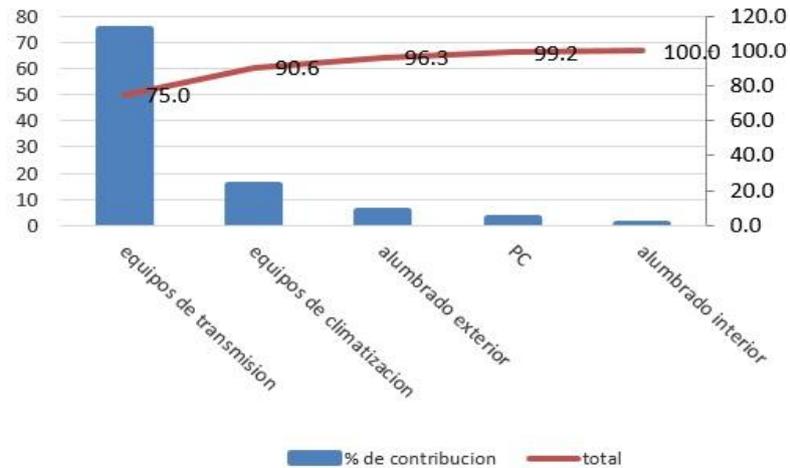


Figura 2.10: Diagrama de Pareto CTOM Tulipán. (Fuente: Elaboración propia)

#### 2.4.2.2 Gráfico de control.

En la figura 2.11 que se muestra a continuación, se puede observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos, como procesos de producción. Para la construcción del gráfico se utilizaron los datos que se encuentran en el Anexo 8, pudiendo determinar que no hay puntos fuera de los límites de control y el consumo medio mensual es de 10758,2 kWh y la desviación estándar  $\sigma = 816,35$  kWh.

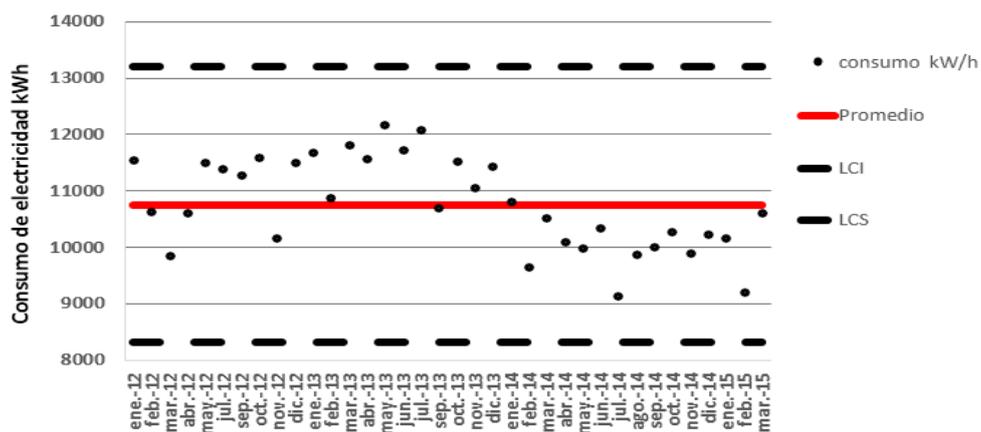


Figura 2.11: Gráfico de control al CTOM Tulipán. (Fuente: Elaboración propia).

A diferencia del CTOM malecón no existe gran aleatoriedad en el proceso, pero se destaca que a partir de diciembre del 2013 existe una reducción del

consumo, esto viene dado por sustituciones en el alumbrado y rupturas en un Split de 3 TR, hasta su eliminación. Los puntos más significativos son en julio 14 y febrero 15.

### 2.4.2.3 Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T).

En el gráfico se muestran los períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción. En la figura 2.12 se muestra el comportamiento de estas dos variables en los 3 años. El gráfico señala las anomalías con un círculo. Los datos para la construcción del grafico se pueden observar en el Anexo 9.

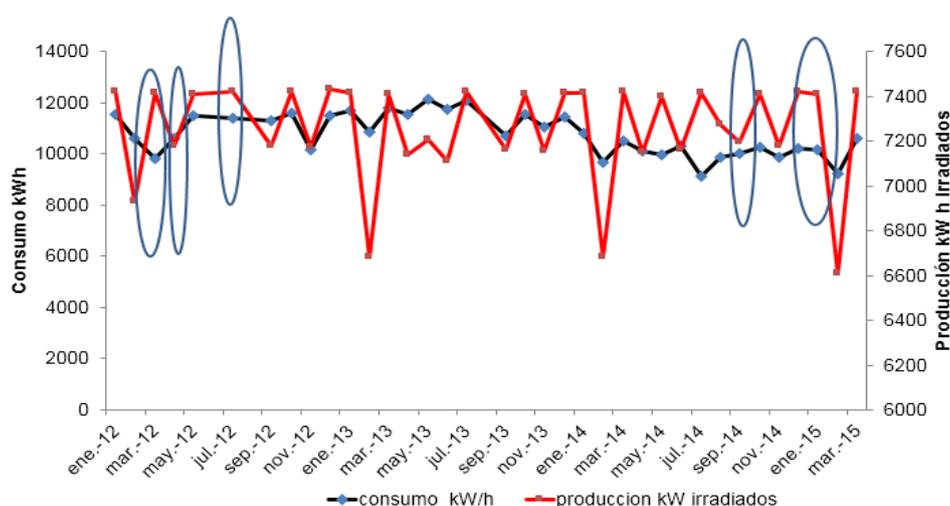


Figura 2.12: Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T). (Fuente: Elaboración propia)

Un análisis de su comportamiento muestra que:

- Febrero 12-Mayo 12 el consumo decrece 784 kWh y la producción creció 487.5 kWh radiados.
- Marzo 12-abril 12 el consumo creció 764 kWh la producción decreció 237.5 kWh radiados.
- Abril 14-mayo 14 el consumo decreció 106 kWh la producción creció 246.33 kWh radiados.
- Junio 14-julio 14 consumo creció 120.2 kWh producción decreció 252.75 kWh radiados.

- Agosto 14 sep 14 el consumo decreció 136 kWh y la producción aumentó en 82.62 kWh radiados.

#### 2.4.2.4 Diagrama de Consumo de Energía – Producción.

Utilizando los datos de consumo y producción del centro Tulipán (ver anexo 10), correspondiente al periodo 2012-2015 se elabora el gráfico de correlación, así como el filtrado de datos mostrándose en la figura 2.13.

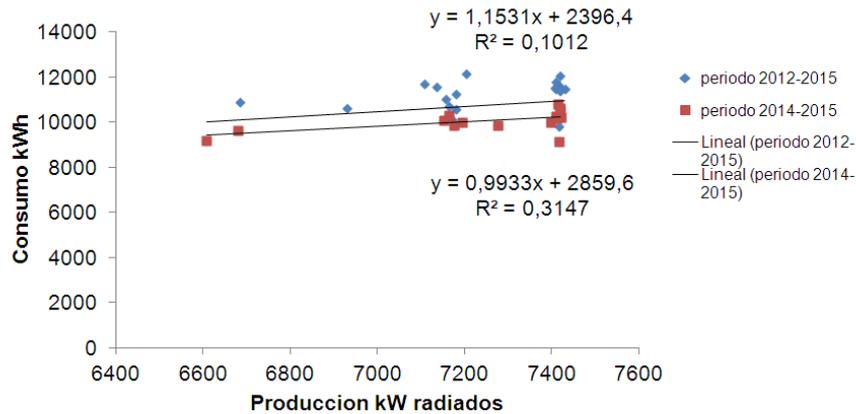


Figura 2.13: Diagrama de Consumo de Energía – Producción. (Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar que la correlación del periodo 2012-2015 el nivel de correlación es bajo ( $R^2=0.1012$ ) por lo que se le aplica la técnica de filtrado de datos, arrojando como resultado que el 75 % de los datos obtenidos tiene un nivel de correlación por debajo del 20 %, siendo inefectivo el uso de la misma.

Con el análisis del gráfico de control figura 2.11, así como con entrevistas con el personal, es conocido que a partir del año 2014, disminuyó la potencia instalada al eliminar del local un Split de 3 toneladas de refrigeración. Considerando como un nuevo periodo 2014-2015, se confecciona un nuevo diagrama de correlación considerando las mediciones del 2014-2015, se eleva el porcentaje de correlación hasta el 31 %, ver figura 2.14.

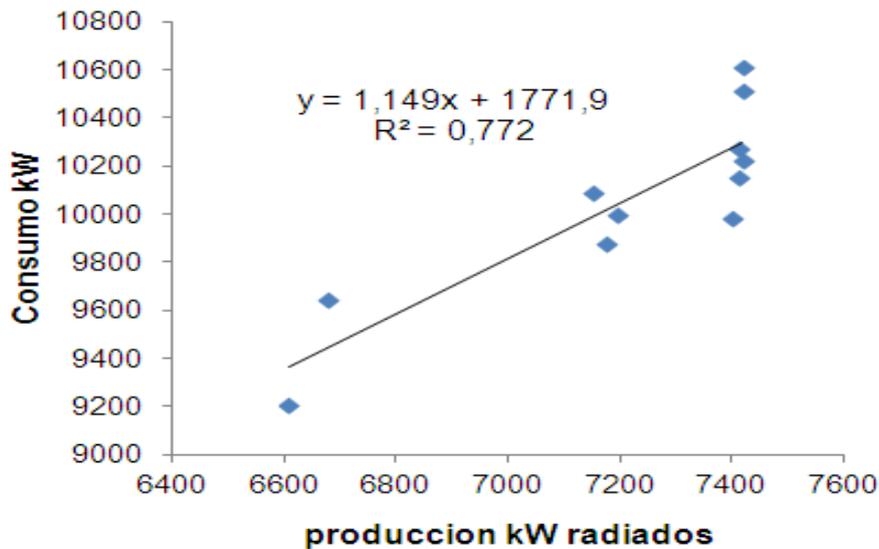


Figura .2.14: Diagrama de Consumo de Energía – Producción, periodo 2014-2015 (Fuente: Elaboración propia)

A este nuevo periodo se le efectúa la técnica de filtrado de datos, removiendo 4 datos que representan el 25 % de los datos. Aplicando esta técnica, en la figura 2.14 se obtiene un nivel de correlación del 77 % considerado según la norma de aceptable, lográndose así, establecer un indicador de desempeño energético para este período.

No se le aplican otras herramientas de gestión por la poca disponibilidad de mediciones teniendo en cuenta que solo se analiza el periodo 2014-2015.

### 2.4.3 Análisis del consumo energético en el CTV 18 Plantas.

Se encuentra ubicado en la Avenida 5 de septiembre entre 57 y 59, en el piso 17 del 18 Plantas. Es un centro mixto, donde se transmite por frecuencia modulada (FM) como también por televisión (TV), tanto digital como analógica, emitiendo los siguientes servicios. En la tabla se muestra los servicios que prestan, así como los equipos de transmisión se muestran en tabla 2.3.

Tabla 2.3: Servicios prestados y equipos de transmisión. (Fuente: Elaboración propia)

Frecuencia de transmisión	Equipos de transmisión	Potencia de transmisión (kW)	Demanda de potencia (kW Eléctrico)	Emisoras de transmisión
Frecuencia modulada FM	Tx Radio Ciudad del Mar	0.25	0.063	989 Radio Ciudad del Mar
Televisión	Tx Canal Educativo	2	7.4	Los canales de televisión que transmiten coinciden con los declarados en el equipamiento
	Tx Canal Educativo 2	2	2.5	
	Tx Tele Rebelde	1	5.8	
	Tx Multivisión	1	2.3	
	Tx Digital	1	5.7	
	Tx Cuba visión	1	6	

Nota: teniendo en cuenta la complejidad del circuito eléctrico en las mediciones de potencia de cada transmisor se tuvieron en cuenta los equipos auxiliares.

En este caso se muestra la diferencia que existe entre los equipos de transmisión de radio y de televisión, estos últimos consumen una cantidad considerable de energía eléctrica.

#### 2.4.3.1 Diagrama de Pareto.

En la figura 2.15 se muestra la distribución del equipamiento en el centro, en este caso se observa el alto porcentaje que cubren los equipos de transmisión en el mismo.

## Distribución del equipamiento CTV 18 Plantas

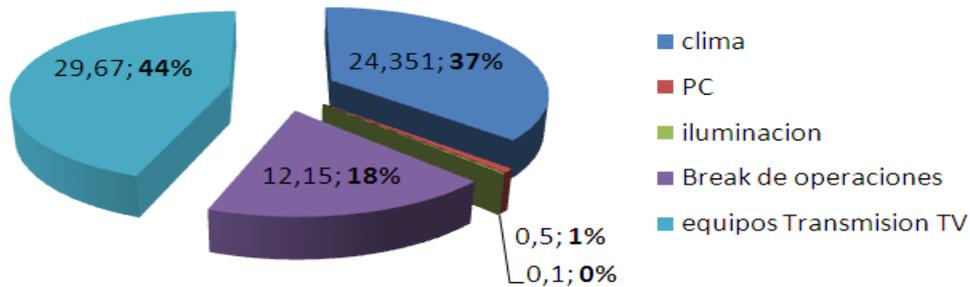


Figura 2.15: Distribución del equipamiento CTV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia)

Al efectuarse un diagrama de Pareto, se puede apreciar que los consumos significativos de la energía se encuentran en los equipos de transmisión y los de climatización, distribuyéndose los mismos en casi el 50 % de la carga instalada cada uno.

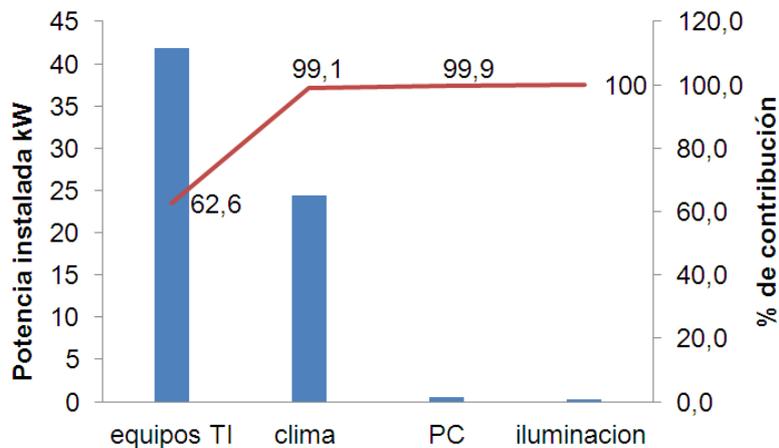


Figura 2.16: Diagrama de Pareto (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha podido observar, los consumos no asociados al proceso productivo ocupan un margen considerable en el consumo total de la instalación. En este centro se encuentran instalados 15 Toneladas de refrigeración (TR), distribuidos en 7 unidades de ventana, 6 de 2 toneladas cada una y un Split de 3 TR. Por lo que el análisis oportuno de las cargas

térmicas así como la implementación de medidas de ahorro es de vital importancia para este caso.

#### 2.4.3.2 Gráfico de control.

En la construcción del gráfico de control, como se observa en la figura 2.17 se utilizaron los datos (ver anexo 11). La aplicación de este gráfico determinó que el consumo medio mensual es de 24775,6 kWh y la desviación estándar  $\sigma = 3481,73$  kWh.

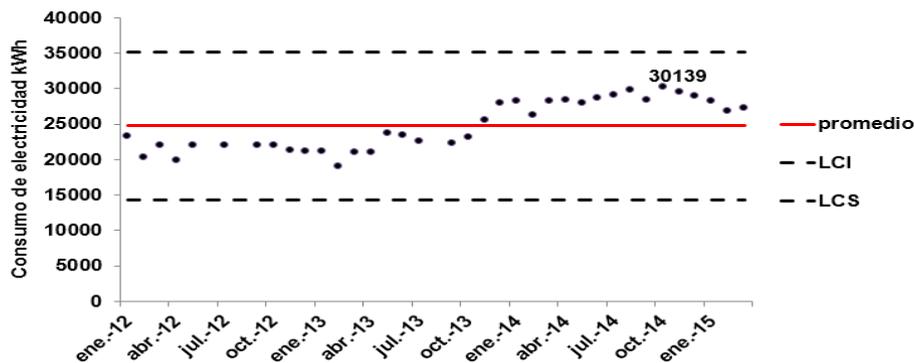


Figura 2.17: Gráfico de control realizado al CTV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia).

El comportamiento de la energía consumida, como se observa en la imagen, se encuentra bajo control. El consumo es estable encontrándose dentro de los límites establecidos como mínimo y máximo para el período analizado. Existen meses cuando la energía consumida se encuentra en el límite de control inferior, como en el periodo de enero-12 a noviembre-13, lo cual se explica porque durante este período el centro todavía no contaba con una mayor tecnología, es decir, a partir de noviembre-13 el centro empezó a consumir más energía que lo tradicionalmente, pues se instaló el transmisor digital y esto trajo consigo que entrara en circulación una consola nueva de 3 TR.

#### 2.4.3.3 Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T).

El incremento de la potencia instalada a partir de noviembre del 2013 se evidencia también en el gráfico consumo- producción que se observa en la figura 2.18. En este se señalan las anomalías con un círculo. Para su construcción se utilizaron varios datos, los que se puede encontrar en el anexo 12.

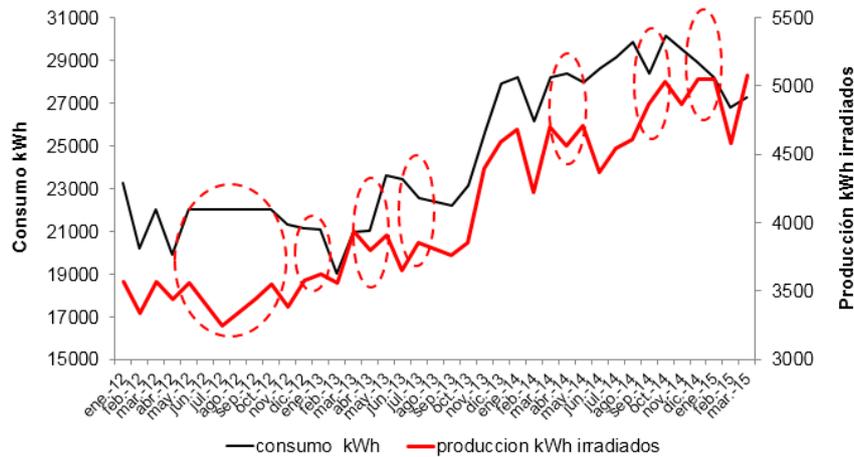


Figura 2.18: Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs T).  
(Fuente: Elaboración propia)

**Un análisis de su comportamiento muestra que:**

- Durante el periodo abril 2012 a oct. 2012 se mantuvo los mismos niveles de consumo sin embargo vario la producción, primero decreció en 200 kWh radiados de abril a julio y aumento 200 kW radiados de julio a octubre.
- Noviembre 12 a enero 13 se mantuvo el mismo nivel de consumo incrementándose la producción 500 kWh radiados.
- Periodo de febrero 2013 abril 2013, disminuye la producción en 200 kWh con el mismo nivel de consumo.
- Junio 2013-julio13 disminuye el consumo 1 000 kWh y aumenta la producción en 200 kWh.
- Febrero a abril 2014, disminuye la producción en 100 kWh aumenta el consumo en 100 kWh
- Agosto – septiembre 2014 aumenta la producción en 200 kWh radiados, disminuye el consumo en 2000 kWh.

**2.4.3.4 Diagrama de correlación Consumo de Energía – Producción.**

El diagrama de correlación consumo de energía-producción durante el período 2012-2015, se construyó utilizando los datos que se encuentran en el anexo 13, a continuación en la figura 2.19 se observa este diagrama.

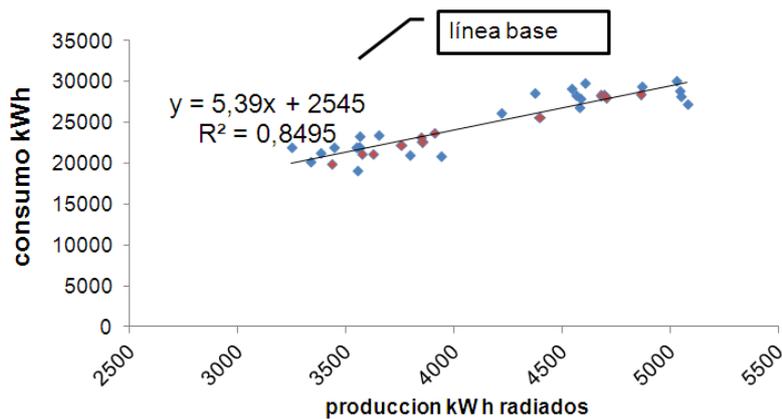


Figura 2.19: Diagrama de correlación Consumo de Energía – Producción. (Fuente: Elaboración propia)

Se observa un coeficiente de correlación de 0,8495, considerado fuerte según la literatura especializada. El mismo permite establecer como indicador de desempeño kWh/kWh radiados. El porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción es de 10.3 %. Según el diagnóstico realizado las causas que inciden sobre esto son:

- La iluminación del local.
- La electricidad consumida por los equipos no productivos.
- Los equipos de climatización.
- La energía utilizada durante los servicios de mantenimiento.

En la figura que se muestra a continuación se observa el Diagrama de Consumo de Energía – Producción y la línea meta.

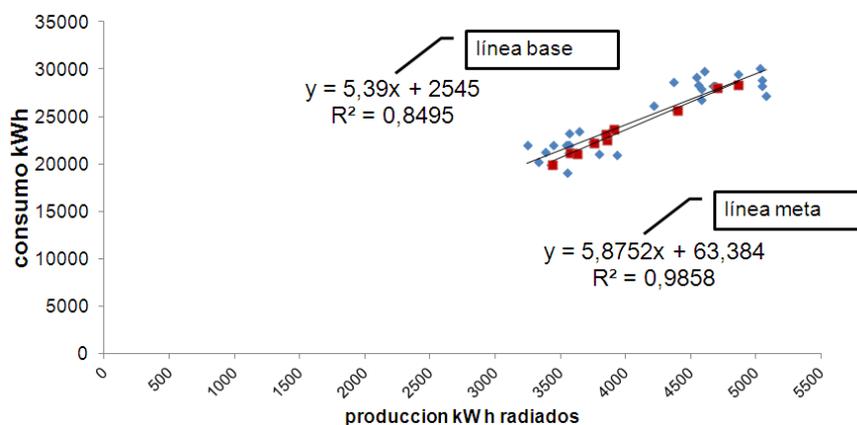


Figura 2.20: Diagrama de Consumo de Energía – Producción. (Fuente: Elaboración propia)

Teniendo en cuenta la factibilidad de este indicador, en la figura 2.20, teniendo en cuenta los valores que se encuentran por debajo de la recta que indican bajos valores de consumo, se obtiene la línea meta. Su utilidad consiste en que a través de datos estadísticos, se pueden planificar futuros ahorros de los recursos energéticos según los planes de la empresa.

#### 2.4.3.5 Gráfico de CUSUM.

En el gráfico de CUSUM, se puede ver la tendencia de consumo de electricidad del Centro TV 18 Plantas respecto a los meses escogidos. Para realizar este gráfico es necesario seleccionar un año base, el año que se seleccionó fue el 2012-2014 y lo comparamos con el 2014-2015. En el Anexo 14 se encuentran reflejados los datos de los meses escogidos.

En la figura 2.21 se muestran el diagrama de tendencias de consumo eléctrico, eje X tomando los meses del año, eje Y tomando los valores de consumo eléctrico.

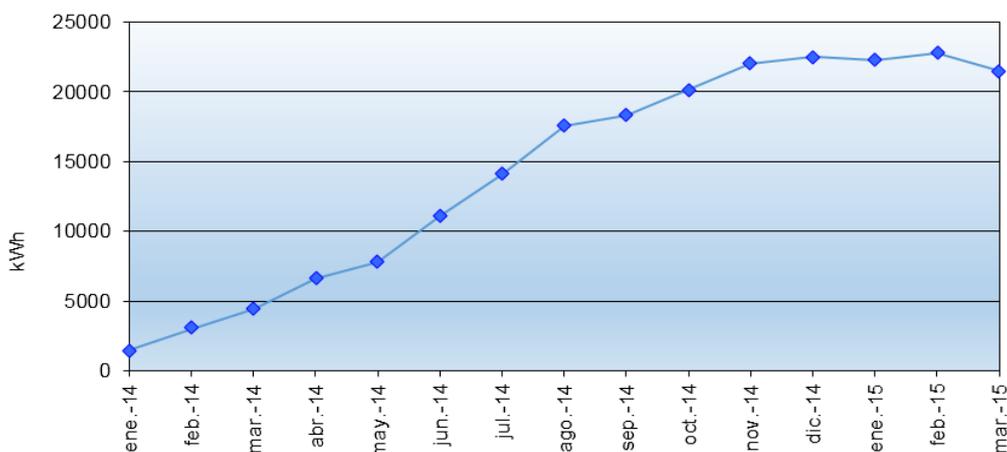


Figura 2.21: Gráfico de CUSUM. (Fuente: Elaboración propia)

El gráfico muestra la tendencia del consumo eléctrico durante 2014 y 2015 en base del 2012-2014. Se observa que las tendencias de consumo eléctrico están todos positivos, eso significa un incremento del consumo eléctrico en la producción kWh radiado durante el periodo 2014-2015 en comparación al 2012-2014.

### 2.4.3.6 Gráfico IDE 100.

Refleja el comportamiento de los resultados de desempeño energético respecto a la línea energética tomando como cumplimiento el valor 100. Representa en que porcentaje el consumo de energía de un área ha alcanzado el valor del consumo de la línea base energética, para iguales cantidades producidas, en la figura 2.22 se observa que el 60 % de los puntos están en la zona de conformidad.

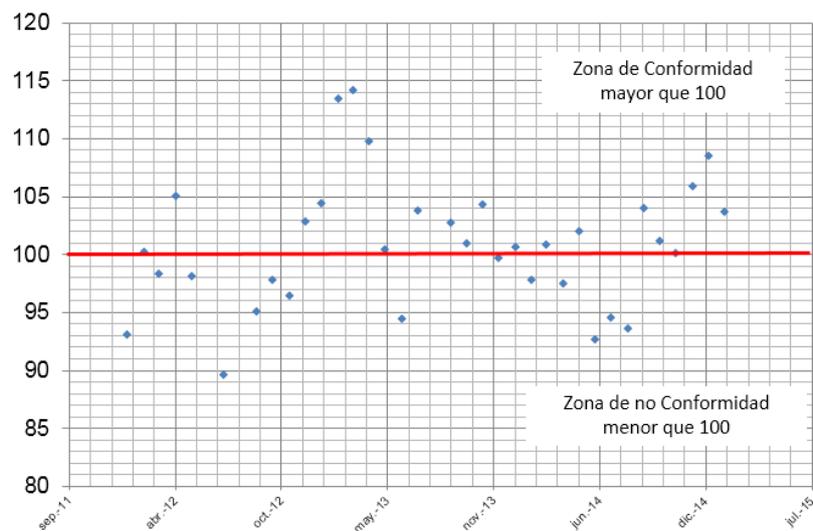


Figura 2.22: Gráfico de IDE 100. (Fuente: Elaboración propia)

Como el nivel de conformidad es del 60 % los directivos de la empresa deben tomar decisiones ya que no es un porcentaje elevado, y es un indicador de nivel táctico y puede servir como un indicador de nivel estratégico para su análisis semestral que permita verificar los ahorros de la empresa.

## 2.5 Conclusiones parciales

- ✓ La empresa Radio-Cuba posee 16 centros de transmisión de ellos 3 son centros atendidos: CTOM Malecón, CTV 18 Plantas, CTOM Tulipán.
- ✓ Los portadores energéticos representa un valor significativo con 25.24 % de los gastos de la empresa de los cuales el 99 % son de electricidad.

### Para CTOM Malecón

- ✓ El consumo de energía eléctrica por los equipos de clima representa casi el 80 % mientras que los equipos de transmisión alcanzan apenas el 14 % de la potencia instalada en el local de la electricidad que gasta el centro.
- ✓ El consumo medio mensual es de 9069.11kWh y la desviación estándar  $\sigma = 644.94$  kWh.
- ✓ El nivel de correlación es bajo con un valor  $R^2 = 0,227$  y al realizar el filtrado de datos se obtiene la ecuación de consumo  $y = 1,5868x + 2639,5$  con un valor de  $R^2 = 0,7267 < 0.75$ . Este valor sigue siendo inferior por lo que no se debe utilizar como un indicador y no aplicar otras herramientas.
- ✓ El valor de la energía no asociada a la producción, es de 2639.5. El porcentaje de esta energía directamente al nivel de producción (Ena) es igual a 29 %.

### Para CTOM Tulipán.

- ✓ El mayor porcentaje de la carga instalada está dado por equipos de transmisión (TI) con un 75 % de la potencia instalada.
- ✓ En el gráfico de control no hay puntos fuera de los límites de control y el consumo medio mensual es de 10758,2 kWh y la desviación estándar  $\sigma = 816,35$  kWh.
- ✓ El nivel de correlación en el período del 2012-2015 es bajo ( $R^2=0.1012$ ) y se analizó un nuevo periodo 2014-2015 y correlacionó con un valor del 0,77%.

Para CTV 18 Plantas.

- ✓ Al ser un centro transmisor de televisión como de radio, los equipos transmisores y los de refrigeración son los mayores consumidores y representando casi el 50 % de carga de cada uno.
- ✓ Se le realizó durante el período 2012-2015 el diagrama de correlación dando como resultado 0,8495, el mismo permite establecer como indicador de desempeño kWh/kWh radiados. El porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción es de 10.3 %.
- ✓ El gráfico de CUSUM nos muestra como existe una tendencia de incrementar el consumo eléctrico en la producción kWh radiados.
- ✓ Se le realizará proyectos de mejoras al CTOM Malecón y CTV 18 Plantas por el uso significativos que tienen los equipos de climatización en estos lugares



# *Capitula 3*

## **Capítulo 3. Cálculo de cargas térmicas de climatización para los CTOM Malecón y CTV 18 Plantas.**

### **3.1 Introducción al capítulo.**

En el presente capítulo analizaremos los métodos de cálculos de cargas térmicas en los centros Malecón y CTV 18 Plantas y propondremos medidas para futuros proyectos de mejoras.

### **3.2 Métodos de cálculos por cargas térmicas.**

*“Los cálculos de cargas son cruciales tanto para nuevos proyectos como para rehabilitaciones pues asegurarán tanto el confort como una operación eficiente, además de prevenir problemas debido a capacidades insuficientes o el costoso sobredimensionamiento de equipos. Si tenemos en cuenta que la eficiencia de los equipos sobredimensionados puede caer hasta un 50% debido a operación en carga parcial y a ciclos excesivamente cortos vemos porque estudios como este cobran vital importancia si se desea disminuir el consumo energético”.* (Vega, 2015)

Los cálculos de carga son necesarios también para evaluar la adecuación de equipos existentes y/o especificar el reemplazamiento de equipos. La sustitución de equipos basándose solamente en la experiencia es común en nuestro país, pero ello puede resultar en una selección incorrecta y un uso de energía ineficiente. Hacer un cálculo adecuado de las cargas térmicas permitirá mantener las condiciones ambientales requeridas en el interior de un recinto independientemente de cuales sean las condiciones en el exterior. Este es, en esencia, el objetivo de cualquier sistema de climatización o refrigeración.

Existen distintos métodos para determinar la carga térmica necesaria en una instalación. Por solo citar algunos está *“(…) el Método de Cargas Instantáneas, el Método de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento o el Método del Balance Térmico. Existen softwares que implementan algunos de estos métodos tales como el TRANSYS, DOE-2, HAP Carrier, LIDER, CE3 y ASEAM”.* (Vega, 2015)

El objetivo fundamental de la simulación térmica en edificación en el estudio de proyectos, se basa en que los procesos, en este caso los de transferencia de

calor, son fenómenos que cambian constantemente en el tiempo independientemente de su mecanismo y su magnitud. La simulación proporciona un análisis enteramente dinámico, lo cual hace que podamos observar la ocurrencia de un fenómeno en función de cada uno de las variables independientes a las cual se restringe. Permitiendo obtener de una manera precisa resultados que describen su ocurrencia.

### **3.2.1 Método por TRNSYS.**

Actualmente la simulación de cargas térmicas es uno de los recursos disponibles más expandidos para la determinación de cargas térmicas en edificaciones. Se sustenta por metodologías integradas en paquetes de programas informáticos. Estos programas permiten reducir el tiempo de ejecución de las tareas y analizar un gran número de posibles soluciones con el mínimo de recursos. Para estas aplicaciones en el mercado existen un conjunto de paquetes para la simulación térmica de edificaciones, tales como el TRNSYS, DOE-2, ENERGY PLUS, COOL PACK, simulador UABC, TRACE de Trane, DP-AIRE (Universidad Politécnica de Valencia), Saunier Duval, MC4, entre otros.

TRNSYS es un programa de simulación de sistemas transitorios con estructura modular diseñada a resolver complejos sistemas de energía fraccionando los problemas dentro de una serie de pequeños componentes (referidos como "Type"); estos pueden ser desde una simple válvula o tubería, hasta una compleja edificación.

Los componentes son configurados y ensamblados usando una interfaz gráfica integradora conocida como TRNSYS Simulation Studio, donde el usuario especifica los componentes que constituyen el sistema y la manera en la cual están conectados. El compilador resuelve el sistema de ecuaciones diferenciales y algebraicas que representan todo el sistema.

Es uno de los programas de simulación aceptados en la lista de estándar europeo de sistemas térmicos (ENV-12977-2). El alto nivel de detalle de TRNBuild (TRNSYS Building), conocido como "Type 56", es compatible con los requisitos exigidos por ANSI/ASHRAE Standard 140-2001 (ANSI/ASHRAE

2001). Los datos suministrados a TRNSYS por el software METEONORM (Metetest 2010) son bases de datos del comportamiento del clima en diferentes regiones del mundo para todo un año y permite ingresar nuevos datos de clima en caso de contar con actualizaciones.

Conociendo las variaciones del clima y la dinámica de ocupación del edificio, TRNSYS es capaz de determinar la dinámica de la afectación en la zona térmica debido a las siguientes perturbaciones: temperatura de bulbo seco y húmedo, radiaciones solares, iluminación natural y artificial, infiltración, ventilación, ocupación, equipos, etc.

### **3.3 Análisis de cargas caso estudio CTOM Malecón.**

El CTOM Malecón es un centro que tiene dos Split de 5 TR (Toneladas de Refrigeración) cada uno, uno en funcionamiento y el otro de reserva. Según entrevistas al personal del centro se diagnosticó que se trabajó con 10 TR en casi todos los días de los meses. Es un centro que está construido con una estructura de concreto, con paredes de bloque de quince centímetros, con una ventana de cristal con vista a la parte sur con poca ganancia de calor puesto que se encuentra aislada con un cartón de 4 mm y la puerta da a otro local que se encuentra dentro de la instalación.

Para el cálculo de las cargas térmicas del CTOM Malecón, primeramente se tomaron las dimensiones del local, su ubicación, la influencia de la radiación solar en las paredes del techo y externos, la temperatura en diferentes lugares dentro del mismo, en el cual se puede apreciar que las temperaturas obtenidas varían dentro del local pero se mantienen dentro de los límites de 20 °C a 25 °C según (Standley, 2011). En la figura 3.1 se muestra el esquema del centro.

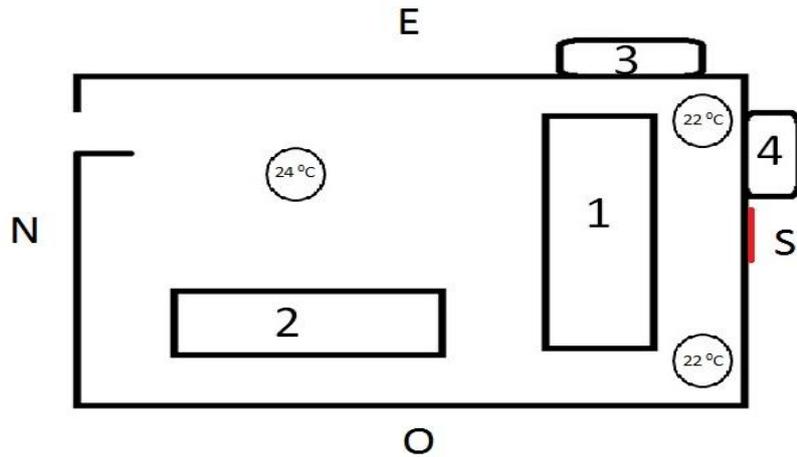


Figura 3.1: Esquema del CTOM Malecón. (Fuente Elaboración propia)

Leyenda:

1. Transmisores de AM.
2. Transmisores de FM.
3. Split 5 TR.
4. Split 5 TR.
5. Ventana (Rojo).

Las características físicas del local se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Características principales de la habitación.		
Local	Dimensión (m)	Orientación de la ventana
CTOM Malecón	4x4x2.40	Sur

En la tabla 3.2 se recogen las características físicas de los diferentes tipos de paredes del local en la cual se definen los diferentes elementos o capas que componen la pared así como sus propiedades físicas, se define el coeficiente de absortividad en función del color que estas tienen por la propiedad ABSR. H (Front-Back) representa el coeficiente de transferencia de calor de la pared, el cual es propuesto por el software.

Tabla 3.2. Propiedades térmicas para los tipos de pared.								
1	2	3	4	5	6		7	
Exterior	Bloque			0.15				
	Cemento_Arcilla	2.05954	11.40879	0.02	0.5	0.3	64	11
	Cemento_Arcilla			0.01				
Piso	Concreto			0.24				
	Cerámica	3.40909	29.18919	0.01	0.3	0.3	11	11
	Cemento_Arcilla			0.01				
Techo	Concreto			0.24				
	Rasilla	3.25960	26.31854	0.02	0.75	0.3	64	11
Ventana	Cristal sencillo	5.8	5400	0.008	-	-	64	11

Dónde : 1 (Pared), 2 (Capas), 3 (Conductividad térmica (W/mK)), 4 ( Coeficiente global de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup>K)), 5 (Espesor (m)), 6 (ABSRFRONT BACK), 7 (H FRONT BACK).

Las ganancias de calor asumidas en el local por concepto de equipamiento son de 6524 W según Rasmussen, (2011) *“Cada kilovatio de calor utilizado por los equipos informáticos genera un kilovatio de energía calorífica que debe extraerse.”* Las ganancias de calor están distribuidas en iluminación, transmisores y otros equipos. Estos transmisores son equipos que desprenden calor y ese calor debe ser extraído antes de que se acumule y se eleve la temperatura del local.

En la mayor parte de Cuba el clima tropical es el predominante, con una estación lluviosa en verano. Su posición geográfica ubicada cerca del Trópico del cáncer la hace alcanzar valores altos de la radiación solar promediando 5 kWh/m<sup>2</sup> día. Las temperaturas son generalmente altas, con promedio de 27 °C y temperaturas sostenidas 33 °C en el verano. Los datos meteorológicos utilizados en la simulación se tomaron de la base de datos Meeteororm 5,

tomando como referencia los datos de Ciudad Habana ya que no cuenta con datos de otras provincias.

Para observar el ambiente de trabajo se muestra en la figura 3.2 el estudio de simulación con todas las conexiones que conforman el esquema del centro.

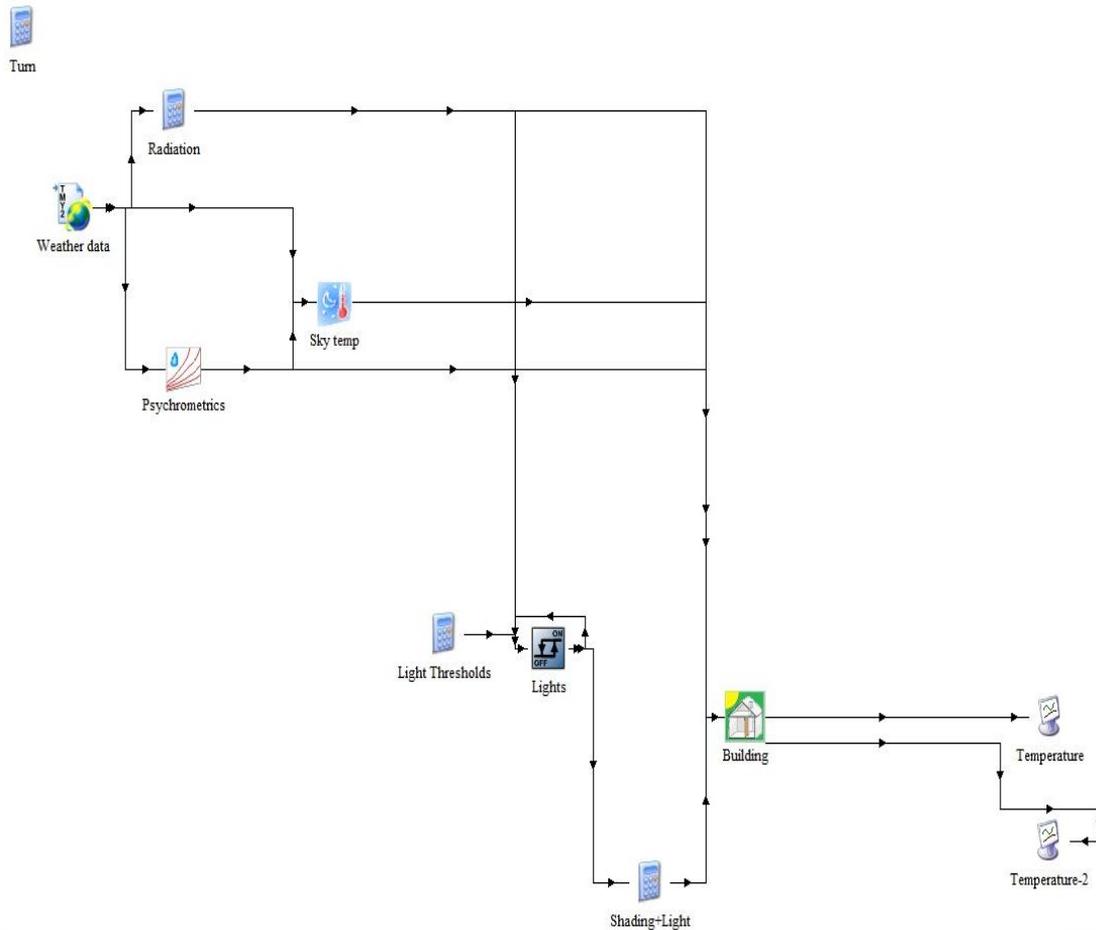


Figura 3.2: Ambiente de la simulación del CTOM Malecón en TRNSYS.

Para el comienzo de la simulación se tomó como temperatura base  $20^{\circ}\text{C}$  hasta  $25^{\circ}\text{C}$  como valor máximo, con una humedad relativa de 60 %. Un ratio de infiltración de 1/horas. Las ganancias de calor como un valor constante. Teniendo en cuenta todos los aspectos, el programa de simulación nos da el resultado que se observa en la figura 3.3.

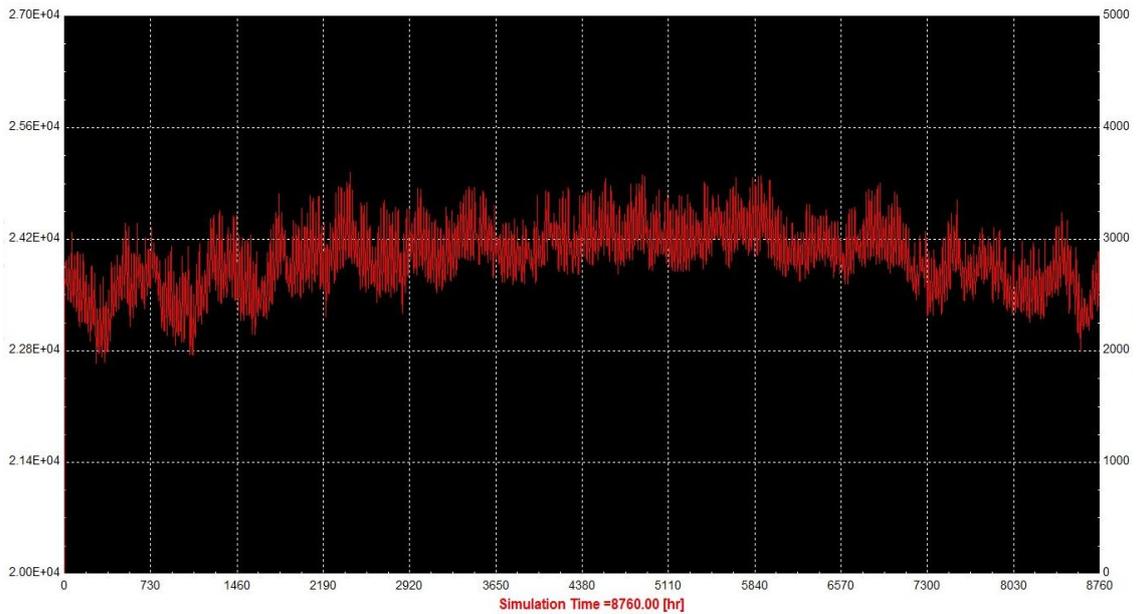


Figura 3.3: Perfil de carga del CTOM Malecón.

En la figura anterior se observa el valor de carga térmica que es de 24800 kJ/h lo cual representa 2 TR aproximadamente y tenemos instalado 5 TR, conociendo k el otro Split de 5 TR el cual se debe utilizar únicamente en caso repuesto también se utiliza, por lo cual existe un sobredimensionado del clima en el local.

### 3.3.1 Nivel de infiltración cambiado.

Posteriormente se simula el valor de carga térmica variando el nivel de infiltraciones pero con las mismas ganancias de calor. En la figura 3.4 se observa el resultado de la simulación.

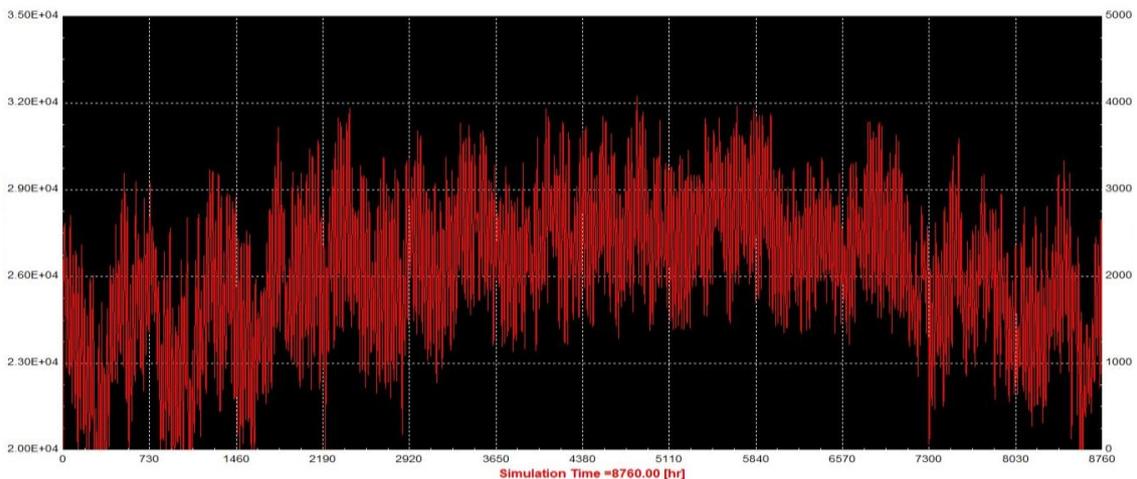


Figura 3.4: Perfil de carga del CTOM Malecón con 12 /horas



Leyenda:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Transmisor digital y Educativo 1 y 2 | 4. Split de 3 TR |
| 2. Transmisores de CV y TR              | 5. Equipos de AC |
| 3. Transmisor de Multivisión y FM       | Ventanas (Rojo)  |

El CTV 18 posee una estructura de concreto, con paredes de bloque de quince centímetros, con tres ventanas de cristal con vista al oeste y dos puertas una que da a otro local dentro de la instalación y la otra que se encuentra con vista a la parte oeste, la cual deja pasar gran cantidad de iluminación lo que trae consigo un aumento de la temperatura. Las dimensiones del local se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Características principales de la habitación.			
Local	Dimensión (m)	Orientación de las ventanas	Orientación de la puerta
CTV 18 Plantas	9.50x3.75x2.40	Oeste	Oeste

Las propiedades térmicas de los materiales que conforman los elementos constructivos se muestran en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Propiedades térmicas para los tipos de pared.							
1	2	3	4	5		6	
Exterior	Bloque	3,75	0.15	0.2	0.35	64	11
	Cemento		0.05				
Piso	Concreto	3,5	0.24	0.3	0.35	11	11
	Cerámica		0.01				
	Cemento		0.01				
Techo	Concreto	3,196	0.3	0.75	0.35	64	11

1	2	3	4	5		6	
Ventanas y puerta	Cristal sencillo	5,8	0.008	-	-	64	11
Dónde: 1 (Pared), 2 (Capas), 3 (Conductividad térmica (W/mK)), 4 (Espesor (m)), 5 (ABSRFRONT BACK), 7 (H FRONT BACK).							

En este caso las ganancias de calor asumidas en el local por concepto de equipamiento son de 43 300 W, estas ganancias están distribuidas en iluminación, computadora, transmisores y otros. Siendo los transmisores los que más ganancias de calor aportan. Se toma como referencia los niveles de temperatura establecidos por la ASHRAE expuestos anteriormente. En la figura se muestra a continuación el ambiente de trabajo construido en el TRNSYS.

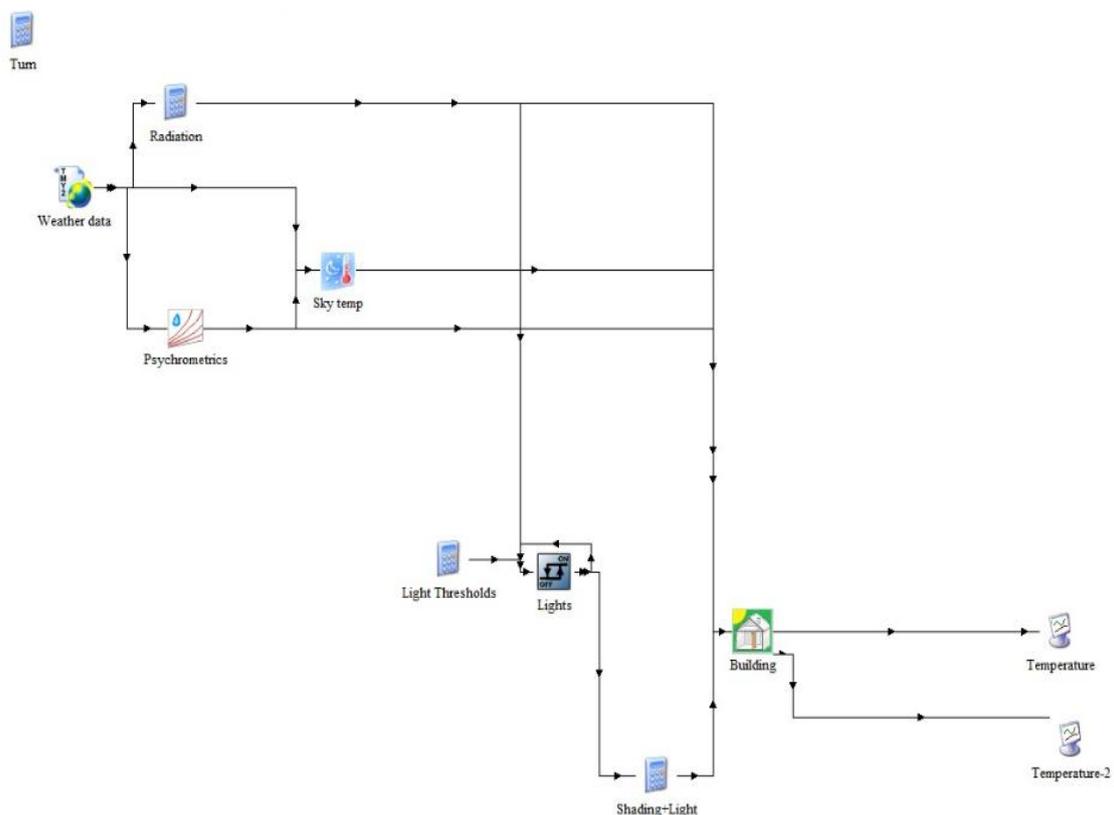


Figura 3.6: Ambiente de la simulación del CTV18 Plantas.

Las ganancias de calor se toman como un valor constante. Las condiciones meteorológicas son similares al caso de estudio anterior. Se introducen todos

los datos en el programa de simulación arrojando los resultados que se observan en la figura 3.7.

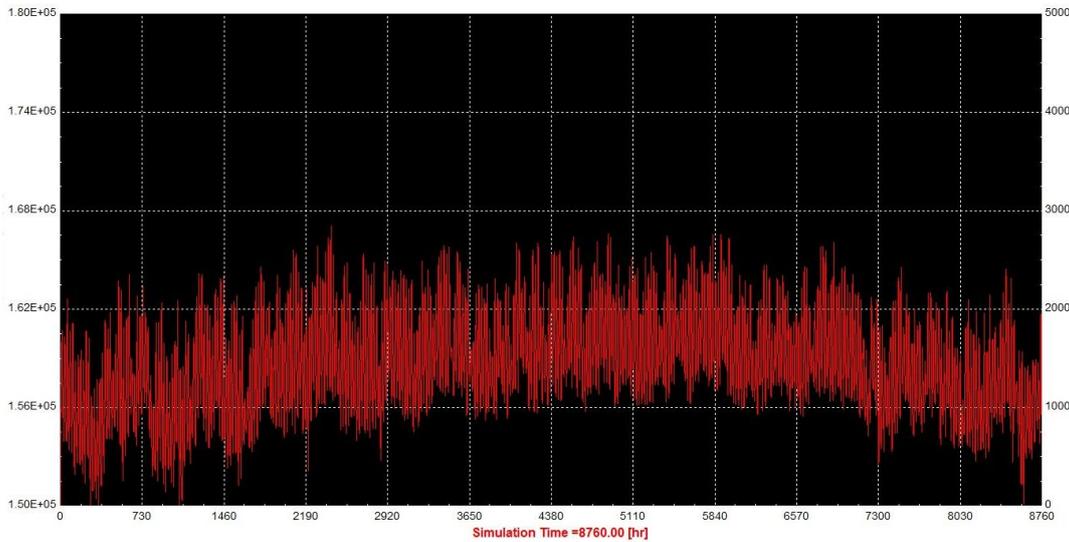


Figura 3.7: Perfil de carga del CTV 18 Plantas.

En la figura 3.7 se puede observar el valor de carga térmica el cual es 167 000 kJ/h lo que representa aproximadamente 13,2 TR. Y en el centro se encuentra instalado 15 TR, concluyendo que el mismo se encuentra correctamente dimensionado. Al existir una zona caliente en el mismo se recomienda analizar la ubicación más idónea de los equipos de AC, a fin de extraer el calor dentro del local de una forma más homogénea.

También según las directrices de la empresa en cada centro deben existir equipos de AC de apoyo. Esto significa que la capacidad instalada debe ser superior a la actual. Esta medida no solo posibilitará que el centro no sufra de sobrecalentamiento en caso de que algún equipo falle, sino que permite además planificar de forma periódica mantenimiento a estos sistemas.

#### **3.4.1 Cambio de material a la puerta.**

Con el fin de disminuir el valor de la carga térmica se decidió a cambiar el material de la puerta que es de un cristal sencillo por otro, que posea menor coeficiente de transferencia de calor. En el anexo 15 se puede observar las propiedades del material utilizado. El cambio del material influye de manera

directa en la zona caliente detectada. En la figura 3.8 se observa dichos resultados.

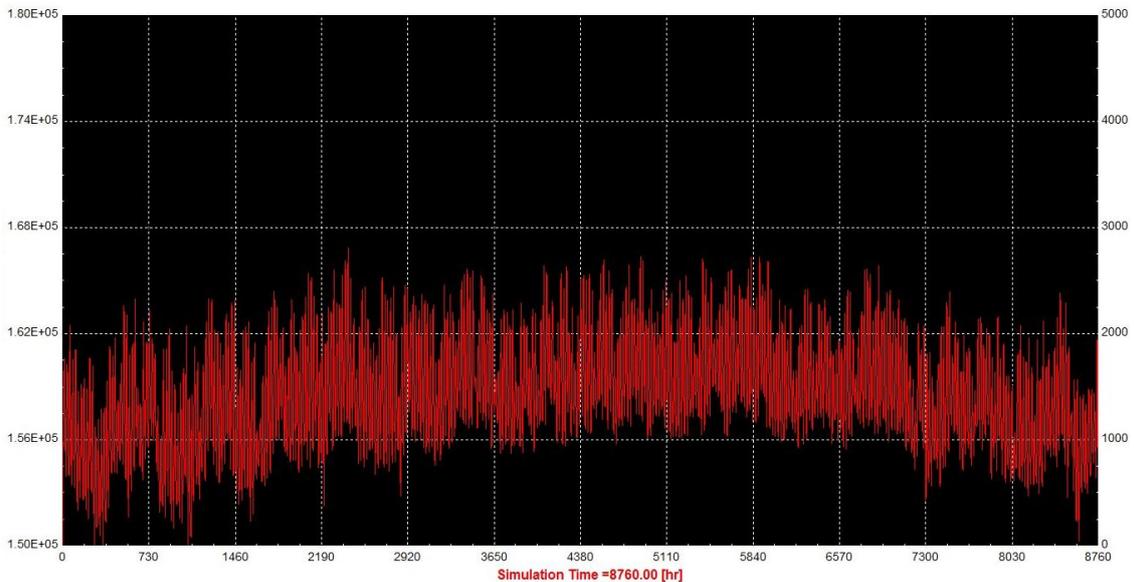


Figura 3.8: Perfil de carga del CTV 18 Plantas cambiando material de la puerta

La figura nos muestra como resultado, la disminución del valor de carga térmica de 167000 kJ/h a 165000 kJ/h, lo cual no representa grandes cambios y podemos llegar a la conclusión que el cambio de material en la puerta no representa algo significativo.

### 3.5 Conclusiones parciales.

- El análisis de las cargas térmicas en los centros Malecón y 18 Plantas, mostraron que las mayores ganancias de calor están representadas en los equipos de transmisión.
- En el CTOM Malecón existe un sobredimensionado de los equipos de refrigeración, solamente se necesitan 3 TR para satisfacer la demanda térmica de la instalación.
- El valor de carga térmica en el CTOM Malecón aumentó al cambiar el nivel de infiltraciones de 2 TR a 2,5 TR, no siendo significativo el incremento del mismo.
- Se determinó en el CTV 18 Plantas zonas donde la temperatura no se encuentra dentro de los límites establecidos.

- El cálculo de cargas térmicas CTV 18 Plantas demostró que el centro se encuentra con el dimensionado correcto.
- Los equipos de refrigeración deben ser correctamente distribuidos dentro del local
- En CTV 18 Plantas no cuentan con equipos de AC de reserva.
- El valor de carga térmica en el CTV 18 Plantas al cambiar las propiedades de la puerta se mantuvo casi constante

*Conclusiones generales*

## Conclusiones generales.

1. La empresa de Radio-Cuba Cienfuegos no tiene implementado un sistema de gestión energética que permita monitorear y controlar eficientemente sus recursos energéticos. Los portadores energéticos representan un valor significativo con 25.24 % de los gastos de la empresa de los cuales el 99 % son por concepto de electricidad
2. La empresa Radio-Cuba posee 16 centros de transmisión, son centros de transmisión típicos, atendiendo a su equipamiento y el tipo de producción los centros: CTOM Malecón, CTV 18 Plantas, CTOM Tulipán.
3. En el CTOM Malecón el consumo de energía eléctrica por los equipos de clima representa casi el 80 % mientras que los equipos de transmisión alcanzan apenas el 14 % de la potencia instalada en el local de la electricidad que gasta el centro, con un consumo medio mensual de 9069.11kWh y la desviación estándar  $\sigma = 644.94$  kWh, dando un nivel de correlación de  $R^2 = 0,227$ , es bajo y al realizar el filtrado de datos se obtiene la ecuación de consumo  $y = 1,5868x + 2639,5$  con un valor de  $R^2 = 0,7267 < 0.75$ . Este valor sigue siendo inferior por lo que no se debe utilizar como un indicador y no se puede aplicar otras herramientas.
4. En el CTOM Tulipán el mayor porcentaje de la carga instalada está dado por equipos de transmisión (TI) con un 75 % de la potencia instalada, en el gráfico de control no hay puntos fuera de los límites de control y el consumo medio mensual es de 10758,2 kWh y la desviación estándar  $\sigma = 816,35$  kWh. El nivel de correlación en el período del 2012-2015 es bajo ( $R^2=0.1012$ ) y se analizó un nuevo periodo 2014-2015 y correlacionó con un valor del 0,77%.
5. El CTV 18 Plantas es un centro que transmite tanto por televisión como por radio, los equipos transmisores y los de refrigeración son los mayores consumidores y representan casi el 50 % de carga cada uno. Durante el período 2012-2015 se le realizó el diagrama de correlación

dando como resultado  $R^2 = 0,8495$ , lo que permitió establecer como indicador de desempeño kWh/kWh radiados. El porcentaje de energía no asociada directamente al nivel de producción es de 10.3 %. existe una tendencia de incrementar el consumo eléctrico en la producción kWh radiados dado por el gráfico de CUSUM

6. El análisis de las cargas térmicas en los centros Malecón y 18 Plantas, mostraron que las mayores ganancias de calor están representadas en los equipos de transmisión.
7. En el CTOM Malecón existe un sobredimensionado de los equipos de refrigeración, solamente se necesitan 3 TR para satisfacer la demanda térmica de la instalación.
8. El valor de carga térmica en el CTOM Malecón aumentó al cambiar el nivel de infiltraciones de 2 TR a 2,5 TR, no siendo significativo el incremento del mismo.
9. Se determinó en el CTV 18 Plantas zonas donde la temperatura no se encuentra dentro de los límites establecidos.
10. El cálculo de cargas térmicas CTV 18 Plantas demostró que el centro se encuentra con el dimensionado correcto.
11. En CTV 18 Plantas los equipos de refrigeración deben ser correctamente distribuidos dentro del local y no cuentan con equipos de AC de reserva.
12. El valor de carga térmica en el CTV 18 Plantas al cambiar las propiedades de la puerta se mantuvo casi constante.

*Recomendaciones*

## **Recomendaciones.**

1. Continuar con el estudio de nuevos indicadores que sean capaces de medir el consumo de energía de manera más eficiente.
2. Ajustar la capacidad de refrigeración en el CTOM Malecón.
3. Se recomienda instalar equipos de reserva en el CTV 18 Plantas.
4. Realizar el mismo estudio para los demás centros de la empresa Radio-Cuba de Cienfuegos.



# *Bibliografía*

## **Bibliografía.**

- APC. (2003). *En qué difieren los sistemas de refrigeración de misión crítica de los aires acondicionados comunes y por qué*. Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://www.apc.com>
- Autores, C. d. (2008). *Indicadores energéticos del desarrollo sostenibles: directrices y metodologías*. Austria: Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Autores, C. d. (n.d). *Políticas e Indicadores de eficiencia energética*. Argentina: Consejo Mundial de la Energía.
- Autores., C. d. (2008). *Sistema de Gestión Integral de la Energía. Guía para la Implementación*. Bogotá D.C,: Colombia: Dígitos y Diseños.
- Autores., C. d. (15 de febrero de 2015). *Word Energy Outlook. Resumen Ejecutivo, International Energy Agency*. Obtenido de <http://www.iea.org>.
- Autores., C. d. (n.d). *Energía. Eficiencia energética. In Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. España: Comisión Nacional Energía España.
- Autores., C. d. (n.d). *Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Pasta y Papel*. Sociedad Pública Gestión Ambiental.
- Bhat, S. (2013) Mantenerlo frío. Diseño y gestión de sistemas de refrigeración ópticos. ABB review.
- Brown, M. L. (2007). *Management Systems for Energy,* in *Encyclopedia of Energy Engineering and Technology*, vol. 2, 3
- Campo, A. P. (2012). *Herramientas soporte para la planificación energética en sistemas de gestión de la energía según la Norma ISO 50001:2011*. . Tesis en opción al título de Máster en Eficiencia Energética, Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos.
- Carretero Peña, J. M. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. . España: Ediciones: AENOR .

- CEEMA, C. d. Gestión y economía energética. . (2006). *Universo SUR. Cienfuegos.*
- Chile, U. C. (2010). *Mercados Energéticos.* Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno10/eficiencia/EE.html>
- (2008). *Conferencia Regional hacia el establecimiento de una Norma Internacional para un sistema de Gestión de la Energía. .*
- Días., M. P. (2013). *Sistema Informático para el Monitoreo y Control Energético en el Sector Industrial basado ISO 50001. (SIMCEI 1.0).* . Cienfuegos. Cuba.
- Eléctrica, U. (2009). *La eficiencia energética en Cuba. Resultados y perspectivas (2009).* Recuperado el 15 de febrero de 2015, de [http://www.eclac.cl/drni/noticias/noticias/8/37118/Ricardo\\_Gonzalez](http://www.eclac.cl/drni/noticias/noticias/8/37118/Ricardo_Gonzalez).
- García, G. L. (2014– 2015). *Planificación Energética del proceso de producción de almidón de maíz de la UEB Glucosa Cienfuegos.* Tesis de Diploma, Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos.
- Greenpeace, A. (2010). *Guía verde de eficiencia energética.* Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/revolucion-energetica/guia-verde-de-eficiencia-energ.pdf>
- Guzmán, A. (2010). Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos93/sector-energetico-america-latina-y-caribe/sector-energetico-america-latina-y-caribe4.shtml#ixzz2t7Rf2nkh>
- Hernández, R. C. (2014). *Análisis de la gestión de la energía en la planta de destilación atmosférica de la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.* Tesis de Diploma, Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos.
- International Organization for Standardization.* (junio, 2011). Norma Cubana. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. ISO 50001: 2011, IDT. Recuperado el 15 de febrero de 2015

*Monografías.* (s.f.). Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://www.monografias.com/trabajos93/sector-energetico-america-latina-y-caribe/sector-energetico-america-latina-y-caribe4.shtml#ixzz2t7Rf2nkh>

Nordelo, A. E. ( 2001). *Gestión energética empresarial.* Cienfuegos.

Normalización, O. I. (junio 2011). *Gana el desafío de la energía con la ISO 5000.* Recuperado el 15 de febrero de 2015, de [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)

Pichs Madruga, R. (2007). *Tendencias energéticas mundiales: implicaciones sociales y ambientales.* Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar20/HTML/articulo01>

Rasmussen, N. (2011). *Electrical Efficiency Modeling for Data Centers- White Paper 113.* APCPSchneiderElectric.

Soto., J. C. (2011). *Mejora de la eficiencia energética en la empresa Cereales.* Cienfuegos.

Vega, A. Suárez, N. (2015). *Análisis del sistema de climatización en la oficina de desarrollo de la empresa DATYSS.* Tesis de Maestría, Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos.

Yanes, A. E. (2006). *Gestión Y Economía Energética.* Cienfuegos.

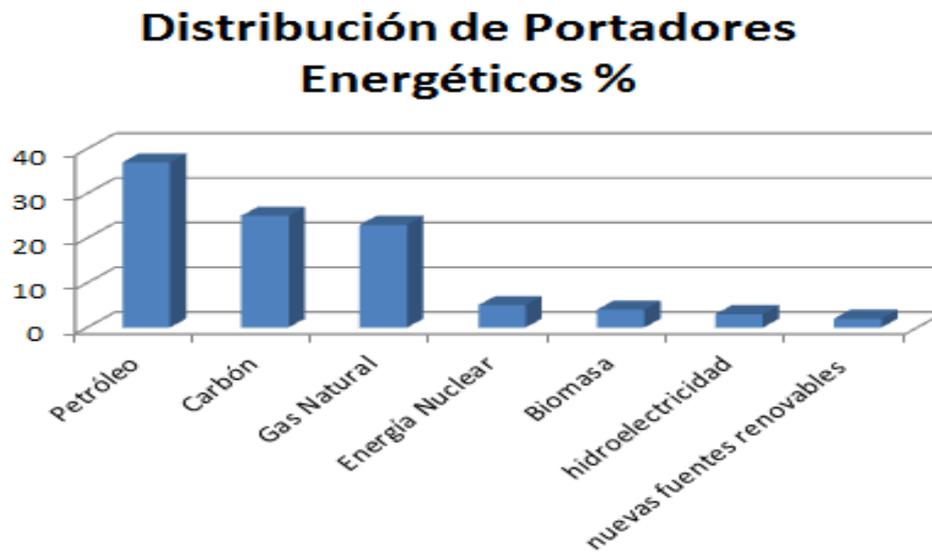


*Anexos*

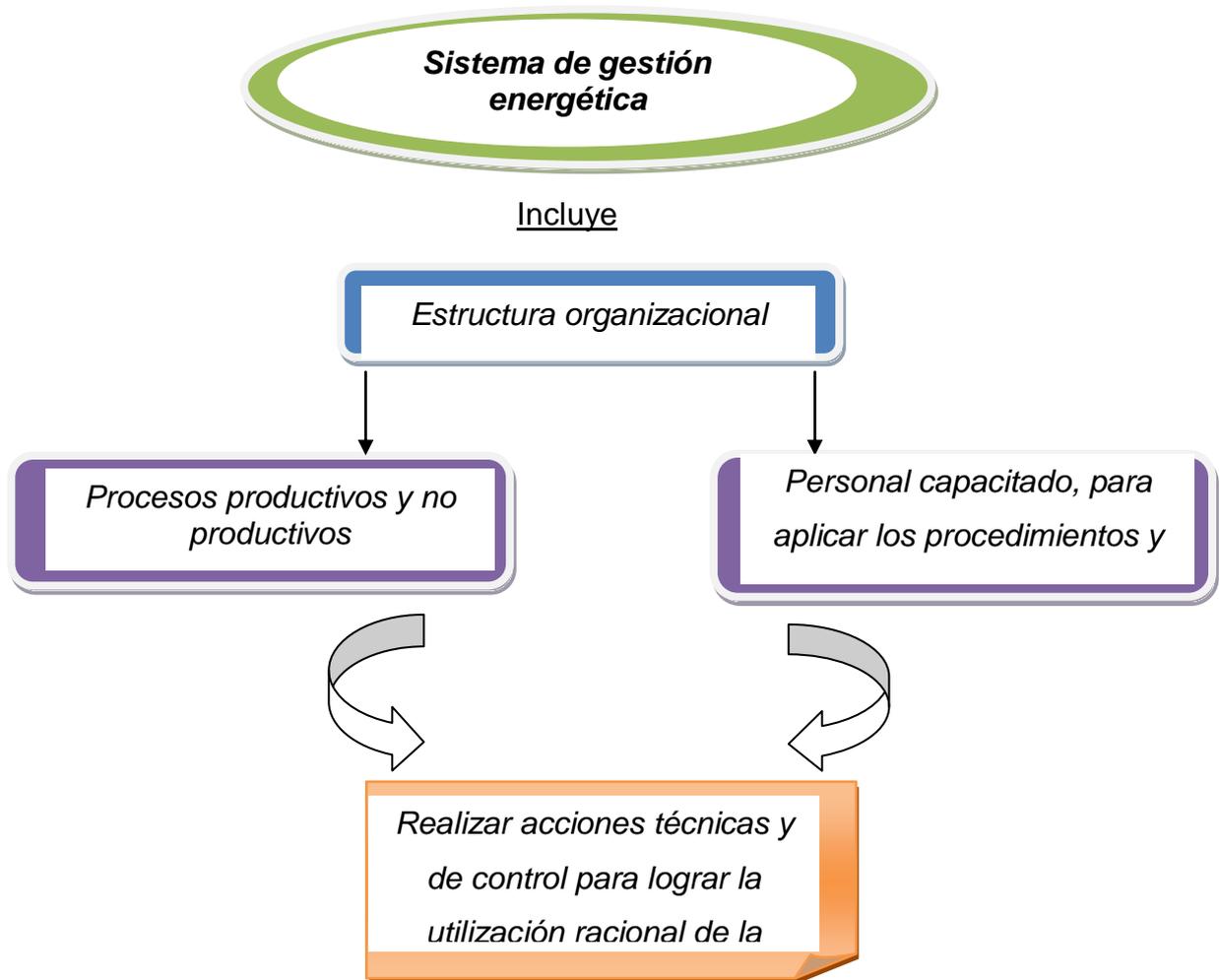
## Anexos.

### Anexo 1. Distribución de combustibles fósiles y fuentes renovables.

(Fuente: Elaboración propia).



**Anexo 2. Elementos que componen los sistemas de gestión energética.**  
**(Fuente: Elaboración propia)**



**Anexo 3.** Cronología de los diferentes tipos de Normas del sistema de gestión energética. Fuente: Colectivos de Autores, Normalización en el Ámbito de la Gestión Energética, 2008.

<b>Nº</b>	<b>Título de la norma</b>	<b>País</b>	<b>Año</b>
1	JISZ 9212	Japón	1982
2	JISZ 9211	Japón	1983
3	B 0071	Corea del Sur	1985
4	AS 3595	Australia	1990
5	AS 3596	Australia	1992
6	ANSI/IEEE 739	Estados Unidos	1995
7	HB 10190 2001 739	Reino Unido	1995
8	PLUS 1140	Canadá	1995
13	ANSI/MSE 2000	Estados Unidos	2000
9	DS 2403	Dinamarca	2001
10	GB/T 5587	China	2003
11	SS 627750	Suecia	2003
12	BIP 2011	Reino Unido	2003
14	IS 393	Irlanda	2005
16	VDI 4602	Alemania	2007
17	UNE 216301	España	2007
15	PREN 16001	España	2008
16	ISO 50001	Suiza	2011

**Anexo 4.** Datos para la realización del Gráfico de Control de CTOM Malecón.  
(Fuente: Elaboración propia).

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>LCI</b>	<b>LCS</b>
<b>ene-12</b>	9900,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>feb-12</b>	8899,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>mar-12</b>	8641,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>abr-12</b>	8540,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>may-12</b>	9150,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>jul-12</b>	9300,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>sep-12</b>	8680,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>oct-12</b>	8680,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>nov-12</b>	8450,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>dic-12</b>	8680,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>ene-13</b>	8680,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>feb-13</b>	7840,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>mar-13</b>	8680,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>abr-13</b>	8988,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>may-13</b>	9973,67	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>jun-13</b>	9887,16	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>jul-13</b>	10451,09	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>sep-13</b>	9152,90	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>oct-13</b>	9033,17	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>nov-13</b>	8367,93	9109,69	674,10	7087,39	11132,00

<b>dic-13</b>	8986,87	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>ene-14</b>	8854,44	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>feb-14</b>	7589,24	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>mar-14</b>	9654,76	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>abr-14</b>	9385,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>may-14</b>	9546,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>jun-14</b>	8908,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>jul-14</b>	9847,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>ago-14</b>	9745,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>sep-14</b>	9583,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>oct-14</b>	10111,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>nov-14</b>	9334,74	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>dic-14</b>	10076,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>ene-15</b>	9619,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>feb-15</b>	8839,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00
<b>mar-15</b>	7896,00	9109,69	674,10	7087,39	11132,00

**Anexo 5.** Datos para la realización del Gráfico Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T) CTOM Malecón. (Fuente: Elaboración propia)

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>ene-12</b>	9900,00	3892,49
<b>feb-12</b>	8899,00	3643,75
<b>mar-12</b>	8641,00	3860,70
<b>abr-12</b>	8540,00	3760,88
<b>may-12</b>	9150,00	3892,39
<b>jul-12</b>	9300,00	3887,22
<b>sep-12</b>	8680,00	3763,58
<b>oct-12</b>	8680,00	3895,85
<b>nov-12</b>	8450,00	3767,32
<b>dic-12</b>	8680,00	3877,50
<b>ene-13</b>	8680,00	3890,91
<b>feb-13</b>	7840,00	3515,18
<b>mar-13</b>	8680,00	3896,17
<b>abr-13</b>	8988,00	3754,24
<b>may-13</b>	9973,67	3818,55
<b>jun-13</b>	9887,16	3745,81
<b>jul-13</b>	10451,09	3889,52
<b>sep-13</b>	9152,90	3758,30
<b>oct-13</b>	9033,17	3883,88

<b>nov-13</b>	8367,93	3766,71
<b>dic-13</b>	8986,87	3895,90
<b>ene-14</b>	8854,44	3884,42
<b>feb-14</b>	7589,24	3476,23
<b>mar-14</b>	9654,76	3895,52
<b>abr-14</b>	9385,00	4304,83
<b>may-14</b>	9546,00	4450,85
<b>jun-14</b>	8908,00	4305,31
<b>jul-14</b>	9847,00	4414,94
<b>ago-14</b>	9745,00	4454,26
<b>sep-14</b>	9583,00	4305,11
<b>oct-14</b>	10111,00	4423,55
<b>nov-14</b>	9334,74	4303,63
<b>dic-14</b>	10076,00	4447,02
<b>ene-15</b>	9619,00	4446,37
<b>feb-15</b>	8839,00	3978,45
<b>mar-15</b>	7896,00	4450,33

**Anexo 6.** Datos para la realización del Diagrama de Consumo de Energía – Producción. (Fuente: Elaboración propia)

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>ene-12</b>	9900,00	3892,49
<b>feb-12</b>	8899,00	3643,75
<b>mar-12</b>	8641,00	3860,70
<b>abr-12</b>	8540,00	3760,88
<b>may-12</b>	9150,00	3892,39
<b>jul-12</b>	9300,00	3887,22
<b>sep-12</b>	8680,00	3763,58
<b>oct-12</b>	8680,00	3895,85
<b>nov-12</b>	8450,00	3767,32
<b>dic-12</b>	8680,00	3877,50
<b>ene-13</b>	8680,00	3890,91
<b>feb-13</b>	7840,00	3515,18
<b>mar-13</b>	8680,00	3896,17
<b>abr-13</b>	8988,00	3754,24
<b>may-13</b>	9973,67	3818,55
<b>jun-13</b>	9887,16	3745,81
<b>jul-13</b>	10451,09	3889,52
<b>sep-13</b>	9152,90	3758,30
<b>oct-13</b>	9033,17	3883,88
<b>nov-13</b>	8367,93	3766,71
<b>dic-13</b>	8986,87	3895,90

<b>ene-14</b>	8854,44	3884,42
<b>feb-14</b>	7589,24	3476,23
<b>mar-14</b>	9654,76	3895,52
<b>abr-14</b>	9385,00	4304,83
<b>may-14</b>	9546,00	4450,85
<b>jun-14</b>	8908,00	4305,31
<b>jul-14</b>	9847,00	4414,94
<b>ago-14</b>	9745,00	4454,26
<b>sep-14</b>	9583,00	4305,11
<b>oct-14</b>	10111,00	4423,55
<b>nov-14</b>	9334,74	4303,63
<b>dic-14</b>	10076,00	4447,02
<b>ene-15</b>	9619,00	4446,37
<b>feb-15</b>	8839,00	3978,45
<b>mar-15</b>	7896,00	4450,33

**Anexo 7.** Resultado del filtrado de datos para CTOM Malecón.

<b>Datos filtrados</b>	
<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>8899,00</b>	3643,75
<b>8540,00</b>	3760,88
<b>8680,00</b>	3763,58
<b>8450,00</b>	3767,32
<b>7840,00</b>	3515,18
<b>8988,00</b>	3754,24
<b>9152,90</b>	3758,30
<b>9033,17</b>	3883,88
<b>8367,93</b>	3766,71
<b>8986,87</b>	3895,90
<b>7589,24</b>	3476,23
<b>9385,00</b>	4304,83
<b>9546,00</b>	4450,85
<b>8908,00</b>	4305,31
<b>9847,00</b>	4414,94
<b>9745,00</b>	4454,26
<b>9583,00</b>	4305,11

**Anexo 8.** Datos para la realización del Gráfico de Control del Centro Trasmisor Tulipán. (Fuente: Elaboración propia).

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>LCI</b>	<b>LCS</b>
<b>ene-12</b>	11538	10758,1983	816,351954	8309,14247	13207,2542
<b>feb-12</b>	10618	10758,1983	817,089586	8309,14247	13207,2542
<b>mar-12</b>	9834	10758,1983	829,115805	8309,14247	13207,2542
<b>abr-12</b>	10598	10758,1983	826,149291	8309,14247	13207,2542
<b>may-12</b>	11490	10758,1983	838,803548	8309,14247	13207,2542
<b>jul-12</b>	11390	10758,1983	842,205929	8309,14247	13207,2542
<b>sep-12</b>	11276	10758,1983	848,013262	8309,14247	13207,2542
<b>oct-12</b>	11592	10758,1983	856,561289	8309,14247	13207,2542
<b>nov-12</b>	10145,14	10758,1983	854,949981	8309,14247	13207,2542
<b>dic-12</b>	11500	10758,1983	848,648674	8309,14247	13207,2542
<b>ene-13</b>	11680	10758,1983	849,890744	8309,14247	13207,2542
<b>feb-13</b>	10876	10758,1983	841,889615	8309,14247	13207,2542
<b>mar-13</b>	11804	10758,1983	857,728499	8309,14247	13207,2542
<b>abr-13</b>	11566	10758,1983	839,204784	8309,14247	13207,2542
<b>may-13</b>	12156	10758,1983	830,271781	8309,14247	13207,2542
<b>jun-13</b>	11726	10758,1983	768,275633	8309,14247	13207,2542
<b>jul-13</b>	12078	10758,1983	731,451702	8309,14247	13207,2542
<b>sep-13</b>	10696	10758,1983	637,475788	8309,14247	13207,2542
<b>oct-13</b>	11528	10758,1983	648,234056	8309,14247	13207,2542

<b>nov-13</b>	11040	10758,1983	591,270674	8309,14247	13207,2542
<b>dic-13</b>	11436	10758,1983	571,810518	8309,14247	13207,2542
<b>ene-14</b>	10804	10758,1983	485,361695	8309,14247	13207,2542
<b>feb-14</b>	9650	10758,1983	462,465938	8309,14247	13207,2542
<b>mar-14</b>	10518	10758,1983	466,300524	8309,14247	13207,2542
<b>abr-14</b>	10090	10758,1983	466,73603	8309,14247	13207,2542
<b>may-14</b>	9984	10758,1983	487,232758	8309,14247	13207,2542
<b>jun-14</b>	10332	10758,1983	510,732498	8309,14247	13207,2542
<b>jul-14</b>	9130	10758,1983	528,593314	8309,14247	13207,2542
<b>ago-14</b>	9866	10758,1983	454,512047	8309,14247	13207,2542
<b>sep-14</b>	10002	10758,1983	476,053654	8309,14247	13207,2542
<b>oct-14</b>	10272	10758,1983	510,707274	8309,14247	13207,2542
<b>nov-14</b>	9882	10758,1983	556,763619	8309,14247	13207,2542
<b>dic-14</b>	10228	10758,1983	606,266786	8309,14247	13207,2542
<b>ene-15</b>	10154	24775,5833	699,654322	8309,14247	13207,2542
<b>feb-15</b>	9206	24775,5833	856,59193	8309,14247	13207,2542
<b>mar-15</b>	10610	24775,5833	104,792046	8309,14247	13207,2542

**Anexo 9.** Datos para la realización del Gráfico Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T) Centro Transmisor Tulipán. (Fuente: Elaboración propia)

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>ene-12</b>	<b>11538</b>	<b>7420</b>
<b>feb-12</b>	<b>10618</b>	<b>6930</b>
<b>mar-12</b>	<b>9834</b>	<b>7417,5</b>
<b>abr-12</b>	<b>10598</b>	<b>7180</b>
<b>may-12</b>	<b>11490</b>	<b>7408,8</b>
<b>jul-12</b>	<b>11390</b>	<b>7420</b>
<b>sep-12</b>	<b>11276</b>	<b>7180</b>
<b>oct-12</b>	<b>11592</b>	<b>7420</b>
<b>nov-12</b>	<b>10145,14</b>	<b>7170,3</b>
<b>dic-12</b>	<b>11500</b>	<b>7430</b>
<b>ene-13</b>	<b>11680</b>	<b>7414,9</b>
<b>feb-13</b>	<b>10876</b>	<b>6684,1</b>
<b>mar-13</b>	<b>11804</b>	<b>7410</b>
<b>abr-13</b>	<b>11566</b>	<b>7136,55</b>
<b>may-13</b>	<b>12156</b>	<b>7204,8</b>
<b>jun-13</b>	<b>11726</b>	<b>7109,1</b>
<b>jul-13</b>	<b>12078</b>	<b>7419,5</b>
<b>sep-13</b>	<b>10696</b>	<b>7163,6</b>
<b>oct-13</b>	<b>11528</b>	<b>7406,95</b>

<b>nov-13</b>	<b>11040</b>	<b>7157,45</b>
<b>dic-13</b>	<b>11436</b>	<b>7417,95</b>
<b>ene-14</b>	<b>10804</b>	<b>7415,25</b>
<b>feb-14</b>	<b>9650</b>	<b>6679,5</b>
<b>mar-14</b>	<b>10518</b>	<b>7419,67</b>
<b>abr-14</b>	<b>10090</b>	<b>7152,5</b>
<b>may-14</b>	<b>9984</b>	<b>7398,83</b>
<b>jun-14</b>	<b>10332</b>	<b>7163,75</b>
<b>jul-14</b>	<b>9130</b>	<b>7416,5</b>
<b>ago-14</b>	<b>9866</b>	<b>7277,12</b>
<b>sep-14</b>	<b>10002</b>	<b>7194,5</b>
<b>oct-14</b>	<b>10272</b>	<b>7410,25</b>
<b>nov-14</b>	<b>9882</b>	<b>7175,92</b>
<b>dic-14</b>	<b>10228</b>	<b>7420,42</b>
<b>ene-15</b>	<b>10154</b>	<b>7411,42</b>
<b>feb-15</b>	<b>9206</b>	<b>6608,42</b>
<b>mar-15</b>	<b>10610</b>	<b>7419,5</b>

**Anexo 10.** Datos para la realización del Diagrama de Consumo de Energía – Producción Centro Transmisor Tulipán. (Fuente: Elaboración propia).

<b>Ejes</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>
<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>ene-12</b>	11538	<b>7420</b>
<b>feb-12</b>	10618	<b>6930</b>
<b>mar-12</b>	9834	<b>7417,5</b>
<b>abr-12</b>	10598	<b>7180</b>
<b>may-12</b>	11490	<b>7408,8</b>
<b>jul-12</b>	11390	<b>7420</b>
<b>sep-12</b>	11276	<b>7180</b>
<b>oct-12</b>	11592	<b>7420</b>
<b>nov-12</b>	10145,14	<b>7170,3</b>
<b>dic-12</b>	11500	<b>7430</b>
<b>ene-13</b>	11680	<b>7414,9</b>
<b>feb-13</b>	10876	<b>6684,1</b>
<b>mar-13</b>	11804	<b>7410</b>
<b>abr-13</b>	11566	<b>7136,55</b>
<b>may-13</b>	12156	<b>7204,8</b>
<b>jun-13</b>	11726	<b>7109,1</b>
<b>jul-13</b>	12078	<b>7419,5</b>
<b>sep-13</b>	10696	<b>7163,6</b>
<b>oct-13</b>	11528	<b>7406,95</b>
<b>nov-13</b>	11040	<b>7157,45</b>

<b>dic-13</b>	11436	<b>7417,95</b>
<b>ene-14</b>	10804	<b>7415,25</b>
<b>feb-14</b>	9650	<b>6679,5</b>
<b>mar-14</b>	10518	<b>7419,67</b>
<b>abr-14</b>	10090	<b>7152,5</b>
<b>may-14</b>	9984	<b>7398,83</b>
<b>jun-14</b>	10332	<b>7163,75</b>
<b>jul-14</b>	9130	<b>7416,5</b>
<b>ago-14</b>	9866	<b>7277,12</b>
<b>sep-14</b>	10002	<b>7194,5</b>
<b>oct-14</b>	10272	<b>7410,25</b>
<b>nov-14</b>	9882	<b>7175,92</b>
<b>dic-14</b>	10228	<b>7420,42</b>
<b>ene-15</b>	10154	<b>7411,42</b>
<b>feb-15</b>	9206	<b>6608,42</b>
<b>mar-15</b>	10610	<b>7419,5</b>

**Anexo 11.** Datos para la realización del Gráfico de Control del Centro TV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia).

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>LCI</b>	<b>LCS</b>
<b>ene-12</b>	23250	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>feb-12</b>	20220	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>mar-12</b>	22010	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>abr-12</b>	19880	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>may-12</b>	22010	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>jul-12</b>	22010	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>sep-12</b>	22010	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>oct-12</b>	22010	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>nov-12</b>	21300	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>dic-12</b>	21110	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>ene-13</b>	21090	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>feb-13</b>	19040	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>mar-13</b>	20940	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>abr-13</b>	21000	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>may-13</b>	23634	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>jun-13</b>	23456	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>jul-13</b>	22539	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>sep-13</b>	22213,98	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>oct-13</b>	23134,52	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>nov-13</b>	25580,5	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684

<b>dic-13</b>	27879,82	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>ene-14</b>	28204,18	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>feb-14</b>	26167	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>mar-14</b>	28225,99	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>abr-14</b>	28380,01	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>may-14</b>	27969	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>jun-14</b>	28620	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>jul-14</b>	29129	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>ago-14</b>	29821	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>sep-14</b>	28378	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>oct-14</b>	30139	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>nov-14</b>	29470	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>dic-14</b>	28895	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>ene-15</b>	28189	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>feb-15</b>	26782	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684
<b>mar-15</b>	27234	24775,5833	3481,728343	14330,3983	35220,7684

**Anexo 12.** Datos para la realización del Gráfico Consumo de energía y Producción en el tiempo (E-P vs. T) Centro TV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia)

<b>mes/año</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Producción kW radiados</b>
<b>ene-12</b>	23250	3892,49
<b>feb-12</b>	20220	3643,75
<b>mar-12</b>	22010	3860,70
<b>abr-12</b>	19880	3760,88
<b>may-12</b>	22010	3892,39
<b>jul-12</b>	22010	3887,22
<b>sep-12</b>	22010	3763,58
<b>oct-12</b>	22010	3895,85
<b>nov-12</b>	21300	3767,32
<b>dic-12</b>	21110	3877,50
<b>ene-13</b>	21090	3890,91
<b>feb-13</b>	19040	3515,18
<b>mar-13</b>	20940	3896,17
<b>abr-13</b>	21000	3754,24
<b>may-13</b>	23634	3818,55
<b>jun-13</b>	23456	3745,81
<b>jul-13</b>	22539	3889,52
<b>sep-13</b>	22213,98	3758,30
<b>oct-13</b>	23134,52	3883,88

<b>nov-13</b>	25580,5	3766,71
<b>dic-13</b>	27879,82	3895,90
<b>ene-14</b>	28204,18	3884,42
<b>feb-14</b>	26167	3476,23
<b>mar-14</b>	28225,99	3895,52
<b>abr-14</b>	28380,01	4304,83
<b>may-14</b>	27969	4450,85
<b>jun-14</b>	28620	4305,31
<b>jul-14</b>	29129	4414,94
<b>ago-14</b>	29821	4454,26
<b>sep-14</b>	28378	4305,11
<b>oct-14</b>	30139	4423,55
<b>nov-14</b>	29470	4303,63
<b>dic-14</b>	28895	4447,02
<b>ene-15</b>	28189	4446,37
<b>feb-15</b>	26782	3978,45
<b>mar-15</b>	27234	4450,33

**Anexo 13.** Datos para la realización del Diagrama de correlación Consumo de Energía – Producción Centro TV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia)

<b>Ejes</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>
<b>mes/año</b>	Consumo kW/h	Producción kW radiados
<b>ene-12</b>	23250	3892,49
<b>feb-12</b>	20220	3643,75
<b>mar-12</b>	22010	3860,70
<b>abr-12</b>	19880	3760,88
<b>may-12</b>	22010	3892,39
<b>jul-12</b>	22010	3887,22
<b>sep-12</b>	22010	3763,58
<b>oct-12</b>	22010	3895,85
<b>nov-12</b>	21300	3767,32
<b>dic-12</b>	21110	3877,50
<b>ene-13</b>	21090	3890,91
<b>feb-13</b>	19040	3515,18
<b>mar-13</b>	20940	3896,17
<b>abr-13</b>	21000	3754,24
<b>may-13</b>	23634	3818,55
<b>jun-13</b>	23456	3745,81
<b>jul-13</b>	22539	3889,52
<b>sep-13</b>	22213,98	3758,30
<b>oct-13</b>	23134,52	3883,88

<b>nov-13</b>	25580,5	3766,71
<b>dic-13</b>	27879,82	3895,90
<b>ene-14</b>	28204,18	3884,42
<b>feb-14</b>	26167	3476,23
<b>mar-14</b>	28225,99	3895,52
<b>abr-14</b>	28380,01	4304,83
<b>may-14</b>	27969	4450,85
<b>jun-14</b>	28620	4305,31
<b>jul-14</b>	29129	4414,94
<b>ago-14</b>	29821	4454,26
<b>sep-14</b>	28378	4305,11
<b>oct-14</b>	30139	4423,55
<b>nov-14</b>	29470	4303,63
<b>dic-14</b>	28895	4447,02
<b>ene-15</b>	28189	4446,37
<b>feb-15</b>	26782	3978,45
<b>mar-15</b>	27234	4450,33

**Anexo 14.** Gráfico de CUSUM. Centro TV 18 Plantas. (Fuente: Elaboración propia)

Mes	kWh real	Producción, ton	kWh calculado	Diferencia	CUSUM
ene-14	28204,18	4680,9	26731,9883	1472,1917	1472,1917
feb-14	26167	4219,71	24616,50977	1550,49023	3022,68193
mar-14	28225,99	4695,91	26800,83917	1425,15083	4447,83276
abr-14	28380,01	4562,9	26190,7223	2189,2877	6637,12046
may-14	27969	4704,48	26840,14976	1128,85024	7765,9707
jun-14	28620	4372,15	25315,75205	3304,24795	11070,21865
jul-14	29129	4542,41	26096,73467	3032,26533	14102,48398
ago-14	29821	4605,19	26384,70653	3436,29347	17538,77745
sep-14	28378	4866,93	27585,30791	792,69209	18331,46954
oct-14	30139	5029,35	28330,32845	1808,67155	20140,14109
nov-14	29470	4867,91667	27589,83377	1880,166235	22020,30732
dic-14	28895	5046,49	28408,94963	486,05037	22506,35769
ene-15	28189	5047,92	28415,50904	-226,50904	22279,84865
feb-15	26782	4579,63	26267,46281	514,53719	22794,38584
mar-15	27234	5079,71	28561,32977	-1327,32977	21467,05607

## Anexo 15. Propiedades del material cambiado de la puerta.

Window Type Manager

window type: **INSUL**

**Glazing**

ID number:  WinID:

slope of window:  degree

For 1 glazing module width:  m height:  m

u - value:  W/m<sup>2</sup> K Entered values are used for display only

g - value:  %/100

ID spacer:

**Convective Heat Transfer Coefficient of Window**

**Front (inside)**

userdefined  internal calculation

kJ/h m<sup>2</sup> K

**Back (outside)**

userdefined  internal calculation

kJ/h m<sup>2</sup> K

**Optional Properties of Shading Devices**

**Additional Heat Resistance**

internal device:  h m<sup>2</sup> K/kJ

external device:  h m<sup>2</sup> K/kJ

**Reflection Coefficient of Internal Device**

towards window:  % / 100

towards zone:  % / 100

**Fraction of abs. Solar Radiation to Zone Air Node (CCISHADE)**

% / 100

**Frame**

area frame/window:  % / 100

u - value (1/R):  kJ/h m<sup>2</sup> K

solar absorptance:  -

OK Cancel Save to user library **RDCN**

**Anexo 16. Listado de equipos de CTOM Malecón. (Fuente: Elaboración propia)**

<b>No</b>	<b>Equipos no producción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Potencia total (W)</b>	<b>Observaciones</b>
1	Clima	2	17585	35170	2—24horas diarios
2	Lámparas	4	40	160	Se encienden solamente cuando se abre la puerta del local, aproximadamente 2 horas diarias
3	Micro	1	800	800	5min diarios
4	PC( Monitor viejo)	1	40	40	12 horas diarias
5	Luminaria de torre(Bombillos )	3	600	1800	11 horas diarias
6	Lámpara de alumbrado exterior	2	14	28	11 horas diarias
7	Lámpara de alumbrado exterior	1	50	50	11 horas diarias
8	Lámparas	2	20	40	24 horas diarias
9	Nevera	1	25	25	24 horas diarias
10	Bomba de agua	1	25	25	Días alternos 1 horas

<b>No</b>	<b>Equipos de la producción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia</b>	<b>Observaciones</b>
-----------	---------------------------------	-----------------	-----------------	----------------------

1	tx radio ciudad del mar.	1	250- 1500W	24 horas diarias con la máxima potencia
2	tx radio reloj	1	2400W	24 horas diarias
3	tx radio rebelde.	1	1500W	24 horas diarias
4	tx radio reloj x FM.	1	250W	24 horas diarias
5	tx radio musical x FM.	1	250W	24 horas diarias
6	tx radio enciclopedia x FM	1	250W	24 horas diarias
7	Procesador de audio para reloj por la AM.	1	15W	24 horas diarias
8	Procesador de audio para radio ciudad del mar por AM.	1	15W	24 horas diarias
9	Procesador de audio –para rebelde por la AM.	1	15W	24 horas diarias
10	Procesador de audio para dos tx de la FM.	1	15W	24 horas diarias
11	Selector de canales para los tx de la AM	1	12W	24 horas diarias
12	Distribuidor de audio para los tx de la AM	1	12W	24 horas diarias
13	Receptor Satelital	5	30W	10 min semanal
14	TV	2	60W	10 min semanal
15	Regulador de Voltaje	1	?	24 horas diarias
16	Kenwood	1	100W	1 hora al mes