



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Desarrollo de un Programa de Gestión de Energía en la Empresa Carrocerías Panamericana S.A.S.**

**Manolo Esquivia Llerena**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad Minas, Departamento Escuela de la Organización  
Medellín, Colombia  
Año 2015



# **Desarrollo de un Programa de Gestión de Energía en la Empresa Carrocerías Panamericana S.A.S.**

**Manolo Esquivia Llerena**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título  
de:

**Magister en Ingeniería, Ingeniería Administrativa**

Director (a):

Sergio Botero Botero, D. Sc.

Línea de Profundización:

Gestión

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Departamento Escuela de la Organización  
Medellín, Colombia  
Año 2015



*(Dedicatoria o lema)*

*“Si dices que algún fenómeno es gracias a Dios, simplemente por no conocer de donde proviene, esto quiere decir que Dios es una serie de ignorancia científica, que se va haciendo cada vez más pequeña a medida que la ciencia progresa”.*

*Neil DeGrasse Tyson*

*“No necesito tener miedo a nada ni nadie, para hacer las cosas bien, las hago por convicción, por esencia, que lo bueno siempre será bueno aunque nadie lo haga y lo malo será malo aunque todos lo hagan, creo en mí y en el amor a la humanidad”.*



## **Agradecimientos**

A mi madre, Yenis Llerena, que ha estado ahí cuando más la he necesitado, que ha sido mi pilar y mi fortaleza. Gracias, por darme la vida, brindar una palabra de aliento siempre que la preciso, y enseñarme lo que realmente significa la palabra familia; a mi hermano, Sebastián Esquivia, por ser mi apoyo y mi compañero en cada paso de mi vida; a ellos, que cada día me impulsan para ser mejor, siendo motivo de orgullo para ustedes.

A la Universidad Nacional de Colombia, mi infinito agradecimiento por todas las oportunidades que me brindo, por ser el puente en mis metas, formándome como persona y profesional.

Sergio Botero Botero, Director del Trabajo Final de Maestría por su apoyo, disposición y orientación.

Jonathan Vargas, compañero de Maestría y amigo, por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.



## Resumen

La ejecución del Sistema de Gestión de Energía (SGIE), ayuda a toda organización a tener control de sus consumos energéticos que se ven representados en sus costos de producción. Con el objetivo de realizar la caracterización energética de la empresa, se desarrolló una metodología para la implementación de indicadores de desempeño energético, los cuales muestran el comportamiento del consumo de energía frente a la producción e identificación de las áreas de mayor consumo dentro de la organización, como el área de METAL que corresponde a un 59% del consumo total de la organización y equipos macro consumidores (Cizalla, Compresor de tornillo, Cortadora CNC Plasma y Equipos de soldadura), logrando identificar un ahorro potencial recuperable a causa de la variabilidad operacional de 1063 kWh que equivale al 5% por mes, lo que al año sería 12756 kWh; sin realizar ninguna inversión tecnológica.

**Palabras clave:** Eficiencia energética, Gestión de Energía, indicadores de desempeño energético, producción de carrocerías, SGE

## Abstract

The implementation of Energy Management System (EMG) helps any company to have control of their energy consumption which is represented in their costs production. In order to realize the company energy characterization, a methodology was developed for the energy performance indicators implementation, which show the energy consumption behavior against the production and identification of increased consumption areas inside the company, as the METAL area corresponding to 59% of the company total consumption and macro consumers equipment (Shear, screw compressor, CNC Plasma Cutting and Welding equipment), succeeded in identifying a recoverable potential savings due to operational variability 1063 kWh equivalent to 5% per month, which would be 12756 kWh per year; without any technological investment

**Keywords:** Energy efficiency, energy management, energy performance indicators, boxturck production, EMG.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Lista de Símbolos y abreviaturas</b> .....	<b>15</b>
<b>Introducción.</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Estado del Arte</b> .....	<b>21</b>
1.1 Antecedentes.....	23
1.2 ¿Qué es Gestión de la Energía (GE)? .....	25
1.3 Las barreras a la Gestión de la Energía.....	26
1.4 Programa de Gestión de Energía. ....	27
1.5 Política Energética.....	28
1.5.1. Las políticas fiscales .....	29
1.5.2. Acuerdos / objetivos .....	30
1.6 Consumos de Energía. ....	30
1.7 ENERGY STAR.....	31
1.8 ISO 50001:2011.....	32
<b>2. Contextualización</b> .....	<b>36</b>
2.1 Caracterización Energética en la Empresa Carrocerías Panamericana S.A.S.....	37
2.1.1. Operación actual. ....	37
2.1.2. Consumos de Áreas y Equipos. ....	41
2.1.3. Relación Producción – Consumo. ....	48
<b>3. Establecimiento de indicadores de desempeño energético del SGIE.</b> .....	<b>50</b>
3.1 Indicador de Consumo de Energía.....	50
3.2 Indicador de eficiencia base 100.....	53
3.3 Indicador Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulado CUSUM.....	55
<b>4. Propuestas de Mejoras.</b> .....	<b>56</b>
4.1 Cultura Uso Racional de la Energía, URE.....	56
4.2 Oficinas. ....	58
4.3 Cizalla 03.....	59
4.4 Sistema de Aire Comprimido Compresor de Tornillo. ....	60
4.5 Compromiso de la Alta Dirección.....	62

4.6	Sistema de información de Monitoreo de Energía y Establecimiento de Metas (M&T).....	65
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>67</b>
5.1	Conclusiones.....	67
5.2	Recomendaciones.....	68
<b>A.</b>	<b>Anexo: Inventario de máquinas y equipos.....</b>	<b>69</b>
<b>B.</b>	<b>Anexo: Graficas de caracterización.....</b>	<b>91</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>93</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Comercialización mundial consumo de energía 1980-2030 (ZW) (Abdelaziz et al., 2011) .....	30
Figura 2. Modelos del Sistema de Gestión de la Energía, SGE("ISO 50001," 2011). ....	34
Figura 3. Actividades en la implementación y operación del SGE("ISO 50001," 2011) .	35
Figura 4. Plano de la planta Carrocerías Panamericana S.A.S.....	38
Figura 5. Comportamiento del consumo mensual.....	39
Figura 6. Grafica comparativa Equipos vs Consumos .....	42
Figura 7. Diagrama de Pareto del consumo de las máquinas.....	43
Figura 8. Diagrama de Pareto consumo vs facturación de productos vendidos por la empresa. ....	43
Figura 9. Diagrama de Pareto Costo Energía vs Consumo kWh. ....	44
Figura 10. Diagrama de Pareto Consumo vs Proceso. ....	44
Figura 11. Diagrama de Pareto Costo de Energía vs Producción (facturación de productos vendidos por la empresa).....	45
Figura 12. Diagrama de Flujo del Energético-Productivo del área METAL. ....	47
Figura 13. Consumo de Energía Vs Producción y estimación de la Línea Base de Energía para un proceso productivo. ....	48
Figura 14. Variación del Indicador de consumo (IC) base respecto a la producción .....	52
Figura 15. Indicador de eficiencia base 100 .....	54
Figura 16. Indicador gráfico de tendencia o sumas acumulativas CUSUM .....	55
Figura 17. Fotos oficina Torre1 (a) y Torre 2 (b). ....	58
Figura 18. Cizalla03 .....	59
Figura 19. Estado de las mangueras de aire. ....	60
Figura 20. Línea meta de energía estimada en un gráfico de dispersión de consumo de energía frente a producción.....	66

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Políticas Energéticas a nivel internacional (Abdelaziz et al., 2011).....	29
Tabla 2. Consumo de energía facturado por EPM, en los últimos 5 meses.....	39
Tabla 3. Consumos estimados por áreas. ....	40
Tabla 4. Balance de Producción año 2015.....	41
Tabla 5. Equipos Macro-Consumidores. ....	46
Tabla 6. Plan de acción para mejoramiento de la cultura SGE.....	57
Tabla 7. Medición compresor de tornillos.....	61
Tabla 8. Pasos para la Implementación del SGIE, (Campos, 2008).....	63

# Lista de Símbolos y abreviaturas

## Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
$V$	Volumen	$m^3$	$\int dr^3$
$Z$	Factor de gases reales	1	$\frac{pv}{RT}$
$T$	Temperatura	K	$DF$
$t$	tiempo	s	$DF$
$E$	Energía de Producción	kWh	<i>Ecu. 1</i>
$IC$	Indicador de Consumo	kWh/\$	<i>Ecu. 2</i>
$CUSUM$	Consumo Acumulado	kWh	<i>Ecu. 6</i>

## Sistema Internacional de Unidades

Símbolo	Definición	Valor
$kW$	Kilovatio	$10^3W$
$MW$	Megavatio	$10^6W$
$GW$	Gigavatio	$10^9W$
$ZW$	Zettavatio	$10^{21}W$

## Subíndices

<b>Subíndice</b>	<b>Término</b>
nap	No asociada al proceso

## Superíndices

<b>Superíndice</b>	<b>Término</b>
n	Exponente, potencia

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<i>SGE</i>	Sistema de Gestión de Energía
<i>PGE</i>	Programa de Gestión de Energía
<i>SGIE</i>	Sistema Integrado de Gestión de Energía
<i>USE</i>	Uso significativo de Energía
<i>M&amp;T</i>	Monitoreo de Energía y Establecimiento de Metas.
<i>CP</i>	Carrocerías Panamericana S.A.S.
<i>URE</i>	Uso Racional de la Energía
<i>ISO</i>	Organización Internacional de Normalización
<i>EPA</i>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
<i>UPME</i>	Unidad de Planeación Minero Energética

## **Introducción.**

En la actualidad se puede señalar que la energía es uno de los principales factores que deben ser considerados en toda discusión sobre el desarrollo sostenible; todo proceso de mejora, optimización y de eficiencia, parte directa e indirectamente del concepto de gestión de la energía, por lo que hay que trascender en este término y tomarlo como punto de partida o como concepto general, donde se van a derivar toda intención de mejora continua y de buenas prácticas.

La Energía, se puede definir como la capacidad de transformar, y va más allá de decir que es la que permite el funcionamiento de un motor; es la que da valor agregado a un producto, proceso o servicio (Roel, 1998).

La latente preocupación en la industria por ser eficientes en el área de producción y competitivos, pero sin descuidar la parte ambiental ante un mercado que está exigiendo producciones limpias, han llevado a las empresas plantearse los siguientes interrogantes, ¿Cómo se están enfrentando a estos retos, de ser más eficientes y competitivos?, ¿Cómo se está integrando el pensamiento ambiental en los procesos de la empresa? Debido a estas preguntas, se han utilizado o implementado metodologías que ayudan a cumplir con estas exigencias, como es el Sistema de Gestión de Energía, ya que ésta se enfoca en el uso adecuado de la energía, disminuyendo los consumos de energía y los costos de producción.

Las empresas en el mercado tienen que ser económicamente competitivas para subsistir y satisfacer las crecientes normas ambientales tales como: la Ley 697 de 2001, el

Decreto 3683 de 2003 y la Resolución 0165 de 2001, entre otras, que buscan reducir la contaminación. Estas normas ambientales puede llegar a repercutir significativamente en los costos operacionales, por posibles sanciones debido al incumplimiento de éstas o recibiendo ciertos incentivos regulatorios (MinMinas, 2001;UPME., 2001). La gestión de la energía ha sido una herramienta fundamental para ayudar a las organizaciones a cumplir con los objetivos críticos a corto plazo, como la supervivencia y a largo plazo, el éxito.

En 1997, fue firmado el protocolo de Kioto (“Las Naciones Unidas y el cambio climático,” n.d.), en el cual países industrializados se comprometían en reducir las emisiones de gases efecto invernadero en un 5%; Colombia, no ajeno a estos intereses ambientales opta por incluirse en este pacto en el 2005, interiorizando en sus políticas la reducción de las emisiones de estos gases y promoviendo iniciativas para que el sector industrial se comprometa en la implementación de este pacto (MinMinas, 2013).

La conciencia ambiental de los consumidores es cada vez mayor, tanto que influye a la hora de tomar la decisión de comprar un producto o servicio, todo esto debido a que los consumidores quieren “productos verdes”, productos que son fabricados o han sido fabricados de forma respetuosa con el medio ambiente (BCG, 2009). Ofrecer productos verdes o tener procesos más amigables con el medio ambiente representa una ventaja competitiva con respecto a sus principales competidores, otorgándole a la empresa una reputación debido a su compromiso ambiental superior (Jované, 2008, Sutherland, 2008; Tuttle y Heap, 2008)..

En Colombia, no se cuenta con ningún subsidio de energía para usos comerciales e industriales, solo para uso residencial y estratos específicos. La demanda de Energía en el país va en aumento; para el periodo comprendido entre 2011-2012 se registró un aumento en la demanda en un 3.8% y se tiene proyectado para el año 2012 y el 2020, una tasa media de crecimiento de 3,9% y para el periodo 2020 al 2030 es del 3.0% (MinMinas, 2013).

**OBJETIVO GENERAL.**

Desarrollar un Programa de Gestión de Energía en la empresa Carrocerías Panamericana S.A.S.

**OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Revisar el estado del Arte enfocados al Sistema de Gestión de Energía SGE (NTC - ISO 50001, SGIE, EMS, ...)
- Identificar las principales variables y su nivel de incidencia, en la que afecten el consumo de energía.
- Realizar un diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planta de producción, en las condiciones actuales.
- Proponer oportunidades de mejora que ayuden a corregir procedimientos o actividades ineficientes en el consumo de energía.
- Validar mediante el uso de datos reales de la empresa el programa de gestión de energía, mediante un esquema de comparación donde se enfrente el consumo actual con el propuesto por las buenas prácticas debido a la gestión de energía, en términos de costo. Representando un ahorro mínimo del 5%.

**ALCANCES DEL TRABAJO.**

El programa de gestión de energía que se quiere plantear, busca reducir el costo de producción o fabricación del producto, desde un enfoque del uso racional y medido de la energía. Aplicando el principio o valor institucional de la austeridad, y así contribuyendo a un desarrollo sostenible y preservación de los recursos naturales, en el cual se desarrollaran los siguientes puntos:

- Diagnóstico de la operación actual de la planta de producción de Carrocerías Panamericana S.A.S.
- Estudio del consumo histórico de energía eléctrica.

- Identificación de consumos y desempeños individuales de los equipos y procedimientos, teniendo en cuenta esto, se planteara oportunidades de mejoras en pro de la disminución del consumo de energía en su operación.
- Desarrollar el programa de gestión de energía o Sistema de Gestión de Energía SGE, otorgando un ahorro mínimo del 5% en el consumo de energía, mejores prácticas, concientización del grupo de trabajo en general del ahorro energético.

## 1. Estado del Arte

El término "gestión" se puede definir como, las funciones de planificación, organización y control del proceso de transformación y su utilidad en la prestación de un bien o servicio a los clientes" (Blackstone, 2008). La implementación de la gestión en los recursos como la energía, permite abarcar las siguientes etapas como el suministro, la conversión y la utilización de la energía (Bunse, Vodicka, Schönsleben, Brühlhart, & Ernst, 2011).

El Sistema de Gestión de la Energía (SGE), es una metodología enfocada en la eficiencia energética, mejorando los sistemas de producción con la reducción del consumo de energía y las emisiones CO<sub>2</sub> relacionadas. La Gestión de la Energía (GE) es vital para la seguridad nacional, el bienestar ambiental y economía de la producción, menos consumo de energía significa menos contaminación en las plantas de energía térmica y menos descarga de agua de enfriamiento (Thollander & Dotzauer, 2010a). La GE, juega un papel clave en lograr una economía energéticamente eficiente, por lo que el futuro de la GE es prometedor seguirá creciendo en tamaño e importancia, debido a su rentabilidad ayudando a reducir el déficit comercial y a reducir la dependencia de combustibles (Abdelaziz, Saidur, & Mekhilef, 2011).

La mayoría de las empresas manufactureras están es busca constante de ventajas competitivas, una de estas ventajas inmediata y permanente es la reducción en los costos de la energía necesaria para la fabricación de productos, por ejemplo, a través del cambio de motores de las máquinas que sean más eficientes energéticamente. La investigación realizada por Caffal en 1996, ha demostrado que las industrias que adoptan prácticas de gestión de energía pueden ahorrar hasta un 40% de su consumo total de energía (C. Caffal, 1996); pero esto no es solo un desafío técnico, el desafío está en la mejor manera de aplicar los cambios técnicos dentro de los límites económicos. Una mejor GE es una forma viable de producción, por lo que hay tendencia al alza en el número de empresas que están estableciendo el Programa de Gestión de Energía (PGE), porque se percataron que están dejando mucho dinero sobre la mesa cuando no

---

se cuenta con un PGE, siendo este altamente beneficiosa para la industria, por razones económicas, medioambientales y sociales (Kannan & Boie, 2003).

Un factor importante para mejorar la eficiencia energética, es el aumento de los precios del petróleo, el gas y de otros combustibles fósiles como el carbón, debido a la escasez de los recursos específicos hacen que el interés en la reducción del consumo de energía cada vez sea más importante para las empresas manufactureras (Mukherjee, 2008). En las industrias manufactureras intensivas en consumo de energía (por ejemplo, acero, cemento, pulpa y papel, productos químicos), la energía puede representar hasta el 60% de los costos de explotación (por ejemplo, la industria química), lo que representa un importante factor para la competitividad (IEA, 2007). El costo de energía en las industrias de alto consumo no energéticos, como la industria de la ingeniería mecánica representan alrededor del 2-3% de los costos generales de operación (incluyendo los costos de mano de obra, las compras de materias primas y envases, el consumo de energía) (Ramírez, Patel, & Blok, 2005). Precios de los recursos se puede esperar que aumente de forma continua en los próximos años (Berger, 2009), debido al aumento de los precios de la energía y el aumento de los costos de producción asociados para el acero, productos químicos, etc., causando un aumento en otros costos de compra también.

El SGE, aparte de ayudar en la eficiencia energética y las reducciones de los costos de producción, puede ser utilizado en la reputación de la marca (Jované et al., 2008, Sutherland et al., 2008; Tuttle y Heap, 2008), debido a que los consumidores están cambiando su comportamiento de compra con respecto a los "productos verdes" (productos que han sido fabricados de forma respetuosa con el medio ambiente) y servicios energéticamente eficientes. Las empresas y usuarios finales consideran que la eficiencia energética en la fase de uso de un producto es un criterio importante para sus decisiones de comprar (McKinsey Deutschland, 2009). Cada vez más consumidores quieren comprar 'productos verdes' y las empresas manufactureras que tiene un mayor compromiso ambiental han notado ésta como ventaja competitiva (BCG, 2009).

## 1.1 Antecedentes.

Desde 1970, el tema de seguridad energética da sus inicios debido a la crisis que se enfrentó, por el consumo desmesurado y el bajo costo que tenía el petróleo, lo que ocasiono la escasez de este recurso surgiendo la preocupación a nivel mundial, ya que es limitado y la generación de esta ocasiona grandes impactos ambientales negativos, tema que fue discutido en la conferencia de cambio climático de la incidencia humana en la alteración del clima, en Ginebra 1979.

El uso de todo tipo de medidas y políticas regulatorias ambientales ha aumentado apreciablemente desde finales de 1990, el creciente énfasis en el cambio climático y los objetivos de desarrollo sostenible en los últimos años, especialmente desde la Cumbre de Río 2 en 1992, y el Protocolo de Kyoto en la COP3 (Japón) en 1997.

El Protocolo de Kyoto, tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %, dentro del periodo que va de 2008 a 2012. Éste acuerdo internacional estableció metas obligatorias para los países industrializados en relación con las emisiones y creó mecanismos innovadores para ayudar a estos países a cumplir esas metas. El Protocolo de Kyoto entró en vigor el 18 de noviembre de 2004, después de su ratificación por 55 Partes en la Convención, entre ellas un número suficiente de países industrializados, que tienen metas concretas que cumplir, que representaban el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de ese grupo en 1990 (UN, n.d.).

Iniciativas internacionales como la Cumbre del G8 en Gleneagles en 2006 también han influido en el interés de la energía (eficiencia / conservación) que cada vez toma más importancia y peso en el ámbito internacional y el cambio climático.

El Acuerdo de Copenhague de 2009 (CMNUCC, 2010), los países y los responsables políticos de todo el mundo se comprometieron a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de manera significativa en las próximas décadas; el objetivo de la Comisión Europea (CE) de reducir al menos un 20% de los gases de efecto invernadero para el año 2020, (CE, 2008). A medida que el sector manufacturero es responsable de aproximadamente un tercio de las emisiones globales de 2 emisiones, las diferentes iniciativas políticas y regulaciones orientadas al mercado como impuestos, subvenciones, permisos de emisión negociables y certificados verdes se introdujeron en varios países (De Groot et al., 2001, Morthorst, 2001; Unger y Ahlgren, 2005). Las empresas que mejoren su eficiencia energética tienen como consecuencia que su huella de carbono se ve reducida y puede mejorar su posición para enfrentar los desafíos y los costos derivados de los actuales y futuras de regulaciones CO<sub>2</sub>, por ejemplo, la CE estima que para el sector manufacturero se podría ahorrar un 25 % energía a través de medidas tales como la implementación de motores energéticamente eficientes, ventiladores y equipos de luces (CE, 2006).

Colombia, no ajena a estos intereses ambientales, se hace firmante del Protocolo de Kyoto en el 2005 y desarrollo la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), que ha venido trabajando desde el 2007 en estos temas, con el objeto de potenciar los beneficios procedentes de las mejoras en las operaciones, mantenimiento y la aplicación de tecnologías avanzadas de eficiencia energética. Por lo que organizó conjuntamente con el ICONTEC y el COCME, el foro de lanzamiento de la Norma Técnica Colombiana ISO- 50001, alusiva a Sistemas de Gestión de la Energía, efectuado en la Sede de la Cámara de Comercio de Bogotá, el 24 de Enero de 2012 (UPME, 2014).

La situación actual de Colombia sobre SGE, es que se desconoce el impacto de los costos energéticos en los costos de producción, no hay indicadores de control de la eficiencia energética, o se manejan solo indicadores globales de consumo (kWh/T), no se considera la Energía como un insumo sino como un gasto, no se planifica el consumo de energía en la empresa, no hay Instrumentación suficiente para el control energético, los accesos a fuentes de financiación con bajas tasas de interés son difíciles en Colombia, lo

cual dificulta implementar medidas y programas de ahorro, no se realiza Benchmarking del consumo de energía ni de la eficiencia (UPME, 2014).

## 1.2 ¿Qué es Gestión de la Energía (GE)?

La GE tiene como definición: es el proceso que busca satisfacer la demanda de energía cuando y donde sea necesario, tomando como estrategia el análisis, planificación y toma de decisiones con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía que se necesita. Esto se puede lograr mediante el ajuste y la optimización de la energía utilizando los sistemas y procedimientos a fin de reducir los requerimientos de energía por unidad de producto mientras se mantiene constante o reducción de los costos totales de la producción (Abdelaziz et al., 2011).

En síntesis la GE tiene como objetivo, reducir al mínimo los costos de energía y residuos sin afectar la producción negativamente, la calidad y minimizar los efectos ambientales (Abdelaziz et al., 2011).

En la industria, la Gestión de la Energía se centra en la eficiencia energética mediante tres enfoques diferentes: el ahorro de energía por la dirección, el ahorro de energía mediante tecnologías y el ahorro de energía por las políticas/regulaciones.

Para la GE se dan los siguientes requisitos (Kalaiselvam & Parameshwaran, 2014):

- Establecer un Plan de Gestión de la Energía.
- Establecer los registros de energía.
- Identificar la ayuda exterior.
- Evaluar las necesidades futuras de energía.
- Identificar las fuentes de financiación.
- Elevar la energía.
- Implementar las recomendaciones.
- Evaluar la efectividad del programa.

Para el éxito de la implementación del PGE, es fundamental que las personas que se requieren para implementar este programa sean participe en el proceso de planificación, debido a que estos adquieren un mayor grado de compromiso por la motivación que sienten por hacer que las cosas funcionen, porque han sido parte del diseño, teniendo en cuenta que la motivación puede ser definida como la cantidad de energía física y mental que un trabajador está dispuesto a invertir en su trabajo (Campos, 2008).

Otro aspecto importante es proporcionar alguna formación energética a las personas dentro de la organización, todo esto para elevar el nivel de educación en toda la organización, por lo que el programa funcionará mucho más eficazmente y permite que la gerencia entienda las complejidades, y en particular el potencial de beneficio económico (Campos, 2009). El apoyo incondicional de la alta dirección y un enfoque estratégico son de suma importancia para que el Programa de Gestión de la Energía pueda tener éxito (Thollander & Ottosson, 2010).

### **1.3 Las barreras a la Gestión de la Energía.**

Los principales obstáculos para la Gestión de la Energía se dan por: falta de tiempo, otras prioridades a nivel de producción, otras prioridades para las inversiones de capital, la falta de acceso al capital, falta de financiación del presupuesto, costo de la interrupción de la producción / problemas / inconvenientes, riesgos técnicos, falta de sub- medición, dificultad/costo de obtener información sobre el uso de energía de los equipos adquiridos (Kannan & Boie, 2003; Thollander & Dotzauer, 2010b).

Cuando se intenta argumentar la implementación PGE, solo con la idea del ahorro de energía, se ésta descartando los demás argumentos valiosos que tiene este programa, debido a que el ahorro energético no es el factor que impulsa la compra de equipos, de utilizar nuevos procesos y el uso de nuevos materiales de alta tecnología. Es la combinación de argumentos como el aumento de la productividad, el aumento de la calidad, las reducciones de emisiones residuos al ambiente y reducción de los costos de

energía, estas combinaciones de argumentos son un poderoso incentivo para que las empresas apliquen la GE (Thollander & Dotzauer, 2010a).

## **1.4 Programa de Gestión de Energía.**

El diseño de un programa de energía industrial abarca una serie de elementos que debe tenerse en cuenta, tales como, la formulación de los objetivos del programa, la elección de los instrumentos de ejecución, identificar actores claves, y estableció la estructura de la administración (Väisänen, H., 2010).

En cuanto a los principales actores, cuatro jugadores principales son de importancia según Väisänen et al. (2010) : el Administrador, el Agente Operador, el Auditor y el cliente. El administrador es el que inicia el programa, por lo general de un departamento gubernamental, mientras que el Agente Operador es responsable de la operación del programa y responsable hacia el Administrador (Väisänen, H., 2010). El Auditor a su vez lleva a cabo la auditoría energética y tiene el contacto más cercano con el cliente. Por lo general, ya sea el Auditor o el cliente dé un informe de los resultados de la auditoría energética de vuelta al Agente Operador (Väisänen, H., 2010).

El interés de la compañía también depende del tamaño relativo de la subvención. Una subvención del 100% crea el riesgo de bajo interés por parte de las empresas con respecto a los resultados de la auditoría energética. Si el programa es voluntaria, el marketing debe ser una parte central del programa (Väisänen, H., 2010).

Un programa de auditoría energética industrial exige más recursos en la fase de iniciación que durante el funcionamiento real del programa. Esto significa que cuanto mayor sea el último programa, más rentable será (Väisänen, H., 2010).

## 1.5 Política Energética

La política energética es la manera en que una determinada entidad (a menudo gubernamental) ha decidido abordar temas de desarrollo de la energía, incluyendo la producción de energía, distribución y consumo. Los atributos de la política energética pueden ser la legislación, los tratados internacionales, los incentivos a la inversión, acuerdos, directrices para la conservación de la energía, la fiscalidad, las normas de eficiencia energética, las etiquetas de guía de energía. Las políticas energéticas se utilizan ampliamente en el sector industrial para satisfacer el uso de energía o eficiencia energética objetivos específicos. La política energética industrial puede ser vista como una herramienta para el desarrollo de un plan estratégico a largo plazo, que abarca un período de 5 a 10 años, para aumentar la eficiencia energética industrial y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta política se involucra no sólo a los ingenieros y a los que administran las instalaciones industriales, sino que también incluye al gobierno, asociaciones industriales, instituciones financieras y otros. Hay muchos tipos de políticas y programas que se han utilizado en países de todo el mundo para mejorar la eficiencia energética en el sector industrial, *ver Tabla 1*. Algunas de estas políticas y programas que incluyen:

Regulaciones / normas,

Las políticas fiscales,

Acuerdos / objetivos,

Reporting / benchmarking.

**Tabla 1. Políticas Energéticas a nivel internacional (Abdelaziz et al., 2011)**

<b>País</b>	<b>Política industrial</b>	<b>Año</b>
Canadá	Programa de la Industria para la Conservación de la Energía (CIPEC)	1975
Dinamarca	Acuerdos sobre Eficiencia Energética Industrial	2012
Alemania	Declaración de la Industria Alemana sobre el Calentamiento Global de Prevención (PSGP)	2002
Finlandia	Acuerdos sobre las Medidas de Conservación de Energía Industrial	2004
Reino Unido	Cambio Climático Levy, Eficiencia Mejor Programa de Prácticas, que una campaña de Compromiso Empresarial (MCCC), sector industrial objetivos de eficiencia alto consumo de energía, acuerdos de cambio climático (ACC)	2001
Australia	Programa de Negocios de Energía Inteligente; Reto Invernadero	2008
Francia	Acuerdos Voluntarios de Reducciones CO <sub>2</sub>	2008
Suecia	ECO-Energy	2009
Noruega	Red de Eficiencia Energía Industrial Noruego	2012
Países Bajos	Acuerdos a largo plazo sobre la Eficiencia Energética (LTA)	2007
China	Programa de China Nacional de Cambio Climático, 11º Plan Quinquenal (PQ), la Ley de Conservación de Energía	2006

### **1.5.1. Las políticas fiscales**

Las políticas fiscales incluyen imposición de impuestos, rebajas de impuestos, créditos fiscales a la inversión, y el establecimiento de criterios de préstamo del banco de inversión para la promoción de la eficiencia energética. Las políticas fiscales son un medio obligatorias para influir en la introducción de la eficiencia energética. Las políticas fiscales también pueden influir en la eficiencia energética a través del uso de las devoluciones de impuestos o deducciones fiscales. Criterios de préstamo de los bancos de inversión se pueden establecer para dar mayor prioridad a la financiación de proyectos que mejoran la eficiencia energética (Abdelaziz et al., 2011).

## 1.5.2. Acuerdos / objetivos

Los acuerdos se utilizan ampliamente en el sector industrial para satisfacer el uso de energía o eficiencia energética a través de objetivos específicos. Estos acuerdos son típicamente voluntarios, se definen como "Compromisos entre el gobierno y la industria para facilitar las acciones voluntarias con resultados sociales deseables, que son alentados por el gobierno, que se efectuará por los participantes". Un acuerdo puede formularse de diversas maneras: las formas más comunes son basados en los objetivos específicos de mejoras en la eficiencia energética y los basados en el uso de específico energía o compromisos de reducción de emisiones de carbono (Abdelaziz et al., 2011).

## 1.6 Consumos de Energía.

Consumo mundial de energía comercializada se prevé que aumente en un 33% de 2010 a 2030. El consumo total de energía en el mundo aumentó de 82.919 ZW en 1980 a 116.614 ZW en 2000 y se espera llegar a 198.654 ZW en 2030 (Abdelaziz et al., 2011).

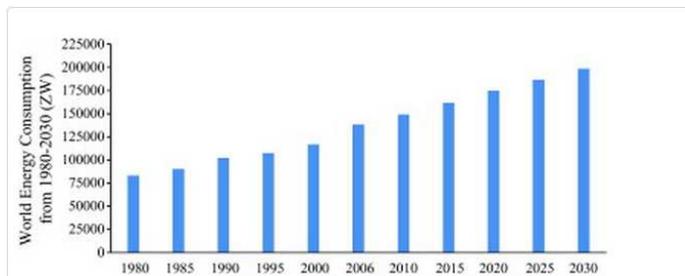


Figura 1. Comercialización mundial consumo de energía 1980-2030 (ZW) (Abdelaziz et al., 2011)

El sector industrial utiliza más energía que cualquier otro sector de uso final, que actualmente consume alrededor del 37% de la energía suministrada total del mundo. La energía que se consume en el sector industrial es por un grupo diverso de industrias, incluyendo la manufactura, la agricultura, la minería, la construcción y para una amplia gama de actividades, como la elaboración y montaje, espacio acondicionado y la

iluminación. En los próximos 25 años, el consumo mundial de energía industrial se proyecta un crecimiento de 51.275 ZW en 2006 a 71.961 ZW en 2030, lo que sería en promedio de 1,4% por año (Abdelaziz et al., 2011)

EE.UU., consume el 25% de la energía mundial. Sin embargo, el crecimiento más significativo del consumo de energía se está llevando a cabo en China, que ha estado creciendo a 5,5% por año. China, por sí sola representa cerca de 23% del uso de energía industrial mundial. El sector industrial de China represento el 60% del consumo de energía total del país en 2000 y 70% en 2003, respectivamente (Abdelaziz et al., 2011).

India, se proyecta para sostener la segunda tasa más alta del mundo de crecimiento del PIB, con un promedio de 5,6% por año entre 2006 y 2030. Esto se traduce en un incremento medio anual del 2,3% en la energía entregada al sector industrial (Abdelaziz et al., 2011).

En Colombia, se ha registrado un aumento en la demanda de energía para el periodo 2011-2012, que fue del 3.8% y se tiene proyectado entre el 2012 y el 2020, una tasa media de crecimiento de 3,9% y para el periodo 2020 a 2030 es del 3,0% (MinMinas, 2013).

## **1.7 ENERGY STAR.**

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), desarrollo el programa voluntario que ayuda a las empresas y personas a ahorrar dinero y proteger nuestro clima a través de una mayor eficiencia energética ("About ENERGY STAR," n.d.).

El programa ENERGY STAR fue establecido por la EPA en 1992, bajo la autoridad de la Ley de Aire Limpio Sección 103 (g). Ley de Aire Limpio dirige al Administrador a "llevar a cabo un programa de investigación de ingeniería y la tecnología básica para desarrollar, evaluar y demostrar estrategias y tecnologías no reglamentarias para reducir la contaminación del aire." En 2005, el Congreso promulgó la Ley de Política Energética.

Sección 131 de la Ley modifica el artículo 324 (42 USC 6294) de la Ley de Política y Conservación de Energía, y "establece el Departamento de Energía y la Agencia de Protección Ambiental de un programa voluntario para identificar y promover productos y edificios energéticamente eficientes con el fin de reducir el consumo de energía, mejorar la seguridad energética y reducir la contaminación a través del etiquetado voluntario de u otras formas de comunicación acerca de los productos y los edificios que cumplen con los más altos estándares de eficiencia energética" ("About ENERGY STAR," n.d.).

Bajo el liderazgo de la EPA, los consumidores estadounidenses, empresas y organizaciones han realizado inversiones en eficiencia energética que están transformando el mercado de productos y prácticas eficientes, creando puestos de trabajo y estimular la economía. Ahora en su 23 año, el programa ENERGY STAR ha impulsado la adopción de los productos energéticos eficientes, prácticas y servicios a través de asociaciones valiosas, herramientas de medición objetiva, y la educación del consumidor ("About ENERGY STAR," n.d.).

## **1.8 ISO 50001:2011**

ISO 50001:2011, Sistemas de Gestión de la Energía – contiene los requisitos con orientación para su uso, es una Norma Internacional voluntaria desarrollada por ISO (Organización Internacional de Normalización). El propósito de esta norma es permitir a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético, incluyendo la eficiencia energética, uso y consumo. La aplicación de esta norma tiene la finalidad de conducir a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de la energía, y otros impactos ambientales relacionados, a través de la gestión sistemática de la energía ("ISO 50001," 2011).

La ISO 50001, es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones, independientemente de las condiciones geográficas, culturales o sociales. La implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la

organización, y en especial de la alta dirección. Se estima que la norma, está dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, que se podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo (EIA, 2010)

Esta Norma Internacional (ISO 50001) especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGE) de una organización para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con significativo consumo de energía. Un SGE permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las medidas necesarias para mejorar su eficiencia energética y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada a las necesidades de una organización, incluyendo la complejidad del sistema, grado de documentación y recursos, aplicándolo a las actividades bajo el control de la organización. Esta Norma se basa en el marco de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión de la energía en las prácticas cotidianas de la organización.

- Planificar: realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético (EnPIs), objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
- Hacer: poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
- Verificar: monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE.

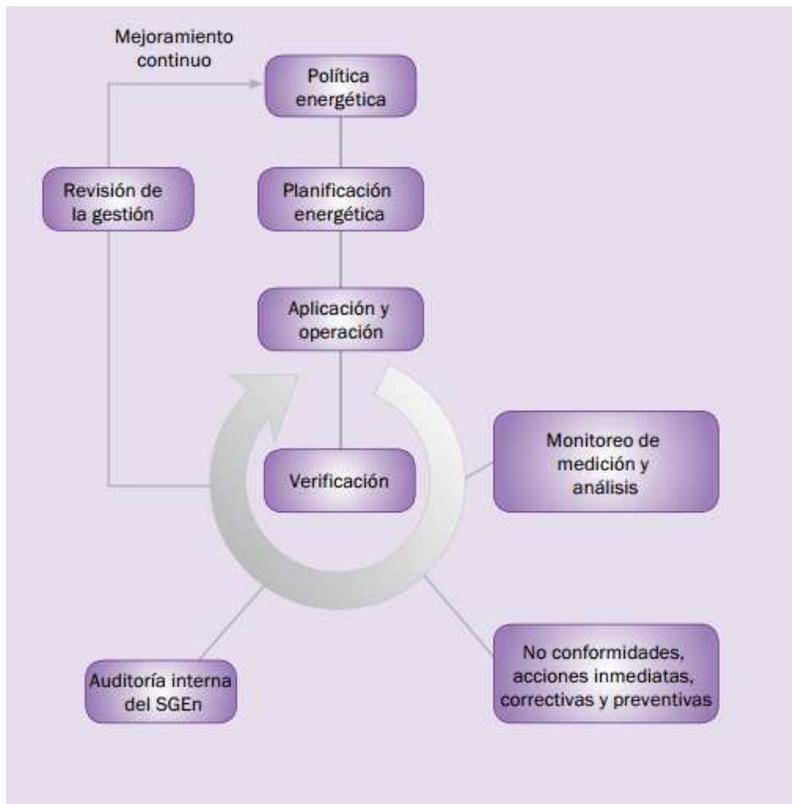


Figura 2. Modelos del Sistema de Gestión de la Energía, SGE("ISO 50001," 2011).

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como ser el ambiental, y de salud y seguridad.

En la Figura 3, se define los criterios mediante los cuales la empresa deberá operar en el marco del SGE, manteniendo como uno de sus focos, el mejoramiento continuo del desempeño energético

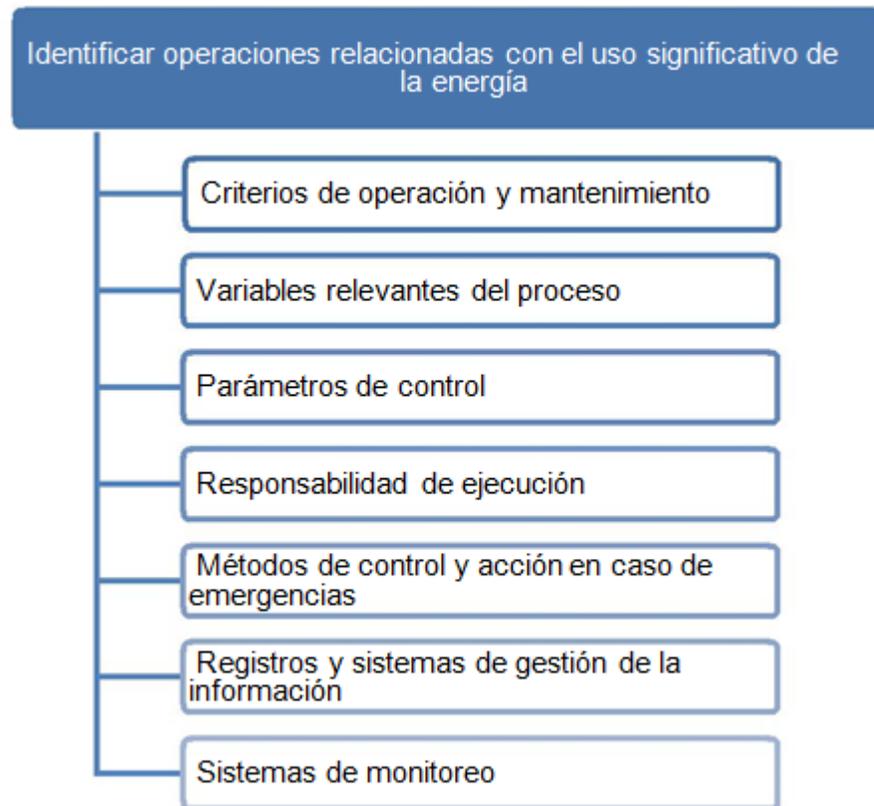


Figura 3. Actividades en la implementación y operación del SGE("ISO 50001," 2011)

## 2.Contextualización.

Carrocerías Panamericana S.A.S., es una empresa en crecimiento y en su dirección estratégica plantea como promesa de valor un desarrollo sostenible, precios competitivos y valores institucionales los cuales son:

- Honestidad,
- Responsabilidad,
- Disciplina,
- Pasión,
- Innovación,
- Respeto y
- Austeridad.

Enfocando este trabajo al valor institucional de la austeridad, ya que trata de la optimización del uso de los recursos, siendo conscientes de lo necesario y de lo innecesario. Para dar cumplimiento la empresa Carrocerías Panamericana S.A.S., ha encaminado varias metodologías y reestructuraciones, tanto locativas como en el personal operativo en caminado a ser un referente a nivel nacional en el sector donde se desempeña. Para dar cumplimiento o desarrollar estas iniciativas mencionadas se debe realizar gestiones que involucren el pensamiento ambiental de producciones más limpias, es importante implementar un programa de gestión de energía. Estos resultados obtenidos servirán para ser aplicados en el resto de la organización y demás procesos, generando así valor agregado.

Carrocerías Panamericana S.A.S., es una organización en crecimiento tienden a aumentar su consumo y en consecuencia aumentan sus costos de energía, hasta el momento no hay control sobre ésta. El programa de gestión de energía también permitirá evaluar los desempeños, la cual ayudara a la toma de decisiones desde un punto de vista económico y operativo, ya sea en mejora de maquinaria o equipos, haciendo repotenciación o en la adquisición de nuevos equipos.

## **2.1 Caracterización Energética en la Empresa Carrocerías Panamericana S.A.S.**

Se consolidara una base de datos que incluirá elementos básicos del análisis comparativo, tales como: el consumo de Kilovatios-hora (kWh), para la planta de ensamble y producción en el mes, cantidad de carrocerías fabricadas en el mismo periodo y tipo de productos fabricados en el periodo de comparación.

### **2.1.1. Operación actual.**

Se procederá a tomar información monitoreando las operaciones ejecutadas, se medirá en cada máquina el consumo en estado de funcionamiento y en reposo, con la ayuda de un multímetro y tiempos con un cronómetro (Anexo A). Observación de operaciones ejecutadas por los operadores, todo esto con el fin de proporcionar información para la siguiente etapa, es importante resaltar que se debe de aplicar con rigurosidad para la confiabilidad de la información recolectada, de la revisión de los instructivos y procedimientos.

Resultado de la revisión e inventario en la empresa Carrocerías Panamericana, cuenta con *123 ítems* que va desde una máquina a los bombillos en las oficinas (Anexo A), en este proceso de revisión se realizó un monitoreo de las diferentes máquinas y equipos observando su operación y los tiempo de utilización de estos, para poder estimar el consumo de los equipos, la empresa está dividida por áreas *Figura 4* de igual forma en el inventario se dejó especificado a cual área pertenecía para su posterior identificación.

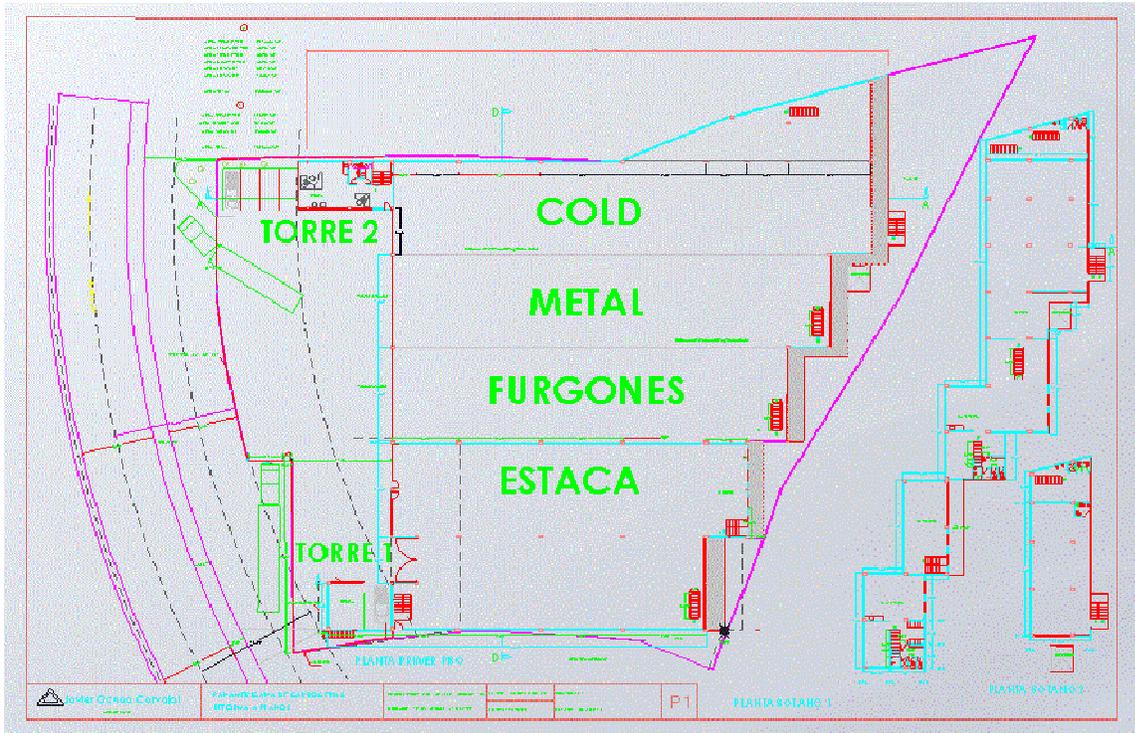


Figura 4. Plano de la planta Carrocerías Panamericana S.A.S.

Se recopiló información de los últimos 13 meses de consumo de energía de Carrocerías Panamericana, que facturó la empresa prestadora del servicio de energía Empresas Públicas de Medellín (EPM) *Figura 5* y el costo de los últimos 5 meses se ve reflejada en la *Tabla 2*. Consumo de energía facturado por EPM, en los últimos 5 meses., dando la noción de un consumo controlado y una tendencia aunque se presentan periodos con altibajos frecuentes, que pueden ser a causa de consumos energéticos atípicos debido a que no hay control sobre estas variables.

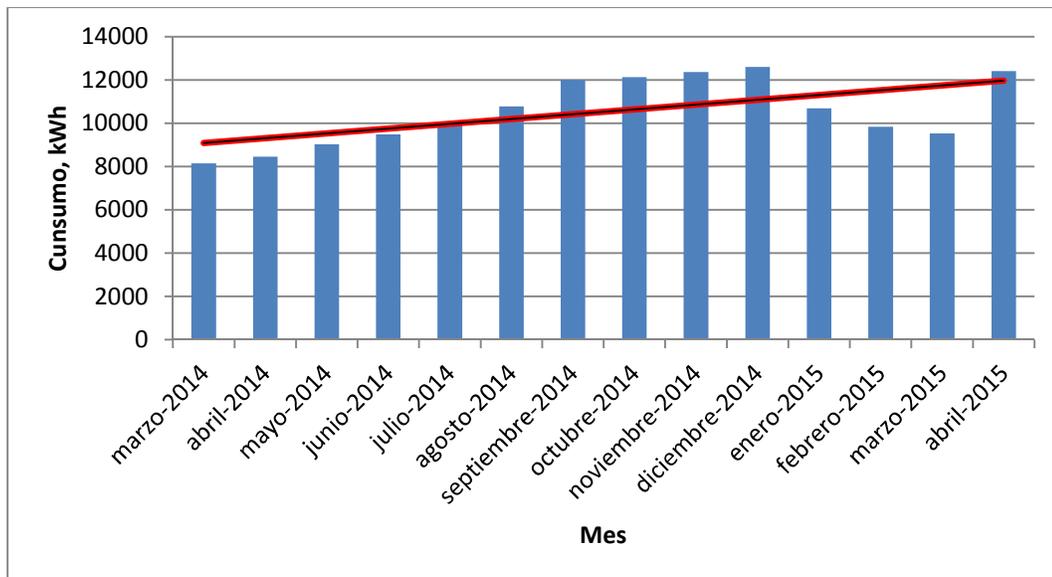


Figura 5. Comportamiento del consumo mensual

Tabla 2. Consumo de energía facturado por EPM, en los últimos 5 meses.

FACTURADO			
MES	AÑO	kWh	VALOR
DICIEMBRE	2014	12.400	\$ 6.461.783
ENERO	2015	10.684	\$ 5.435.045
FEBRERO	2015	9.840	\$ 5.288.342
MARZO	2015	9.520	\$ 5.217.427
ABRIL	2015	12.400	\$ 5.743.303

La comparación de datos del consumo mensual calculado a carga máxima 22.595 kWh con el facturado 12.400 kWh, presenta una desviación, debido:

1. No todas las máquinas y equipos trabajan siempre, porque los procesos no trabajan al mismo tiempo dada las características del producto, debido a estas características se utilizan unas herramientas y otras no.
2. Cada toma de datos fue en un momento específico, no se cuenta con los suficientes equipos y personal para realizar la toma de datos de 123 ítems en un mismo día, ni en otras ocasiones.

3. Se realizó la toma de datos en una producción normal, teniendo a consideración la carga mínima y la carga máxima.
4. Puede no haber estabilidad en el proceso productivo.

El área de METAL, es la de mayor consumo energético *Tabla 3*, esta área es metalmecánica, cuenta con maquinaria de manufactura para el procesamiento de materia prima para su posterior alimentación de las otras áreas de producción, que son las líneas de ensamble (Línea de ensamble Estacas, Línea de ensamble Furgones Carga Seca, Línea de Ensamble Furgones Cold).

**Tabla 3. Consumos estimados por áreas.**

ÁREA	CONSUMO, kWh/m
METAL	13063
COLD	3304
ESTACAS	2771
FURGONES	2178
TORRE 1	615
TORRE 2	369

Carrocerías Panamericana trabaja bajo pedido y no cuenta con productos 100% estándar, puesto que cada producto tiene un precio distinto, aún cuando se trate de una misma carrocería base las adiciones y modificaciones hechas por el cliente hacen que su precio varíe significativamente.

Respondiendo a ésta situación, la empresa adoptó la política de no medir su producción en unidades sino en valor monetario facturado. A partir de este valor se tienen definidos unos márgenes de utilidad para cada proceso, con los cuales las diferentes secciones deben cumplir para garantizar la sostenibilidad financiera de la empresa.

De igual forma, la capacidad de las líneas de producción también está definida en términos de pesos (\$) diarios. Por ejemplo, para una línea tiene una capacidad de \$15'000.000 millones (de pesos) al día, y el producto que debe entregar es una

carrocería de \$20.000.000, se hace entonces una división para definir que la línea estará ocupada 1,33 días (\$20´/\$15´ al día)

Aunque pueda parecer poco ortodoxo, la cultura de la empresa se ha adaptado a este sistema de medición, y sus resultados han sido mucho más satisfactorios que con sistemas basados en unidades producidas o cantidades de materia prima. Debido a ésto en las gráficas que se realizarán a lo largo de este estudio las unidades de producción no se basarán en cantidades de unidad producida o toneladas de producto, sino que será en pesos moneda (\$) *Tabla 4. Balance de Producción año 2015.*, para utilizar el mismo lenguaje que maneja la organización.

**Tabla 4. Balance de Producción año 2015.**

TABLA DE DATOS	PRODUCCION / LINEA DE ENSAMBLE											
	ESTACAS	FURGONES	COLD									
PRODUCCION REAL (\$)	\$ 308.898.784	\$ 123.917.483	\$ 259.724.138	\$ 165.888.831	\$ 117.416.250	\$ 155.855.253	\$ 320.497.442	\$ 162.524.137	\$ 438.954.785	\$ 396.473.142	\$ 206.892.759	\$ 400.086.396
CAPACIDAD TEORICA MES (\$)	\$ 570.000.000	\$ 190.000.000	\$ 475.000.000	\$ 600.000.000	\$ 200.000.000	\$ 500.000.000	\$ 630.000.000	\$ 210.000.000	\$ 525.000.000	\$ 600.000.000	\$ 200.000.000	\$ 475.000.000
% OCUPACION MES ACTUAL	54%	65%	55%	28%	59%	31%	51%	77%	84%	66%	103%	84%
UNIDADES REALES PRODUCIDAS	*	-	*	*	*	*	40,6	15	16	33,6	23	13
PRODUCCION TEORICA / DIA	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000	\$ 25.000.000	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000	\$ 25.000.000	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000	\$ 25.000.000	\$ 30.000.000	\$ 10.000.000	\$ 25.000.000
NRO DE DIAS AL MES	19	19	19	20	20	20	21	21	21	20	20	19
NRO DE PERSONAS / LINEA	*	*	*	*	*	*	7	5	7	7	6	7

\*. No se cuenta con registro

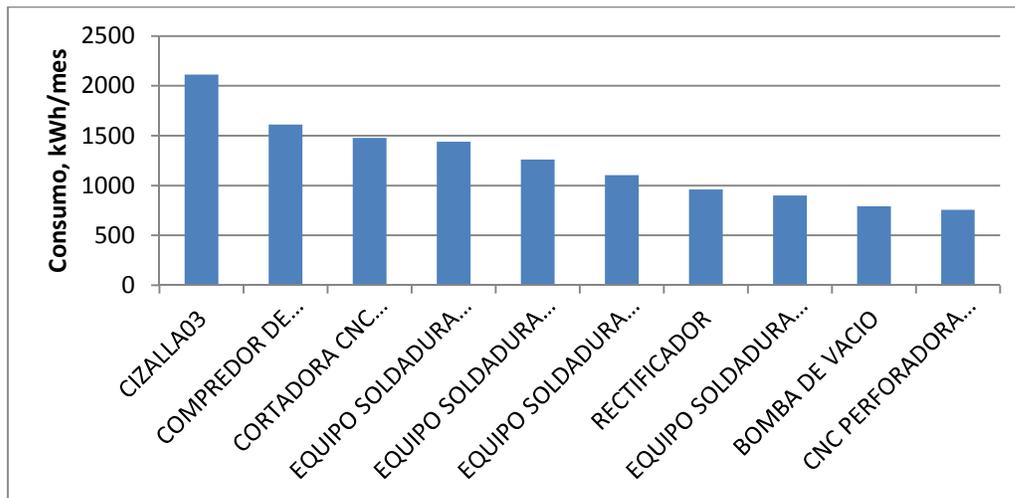
## 2.1.2. Consumos de Áreas y Equipos.

Se procede a identificar el estado actual de la empresa en cuanto a la administración y al uso eficiente de la energía. Dicha identificación consiste en la aplicación de herramientas de caracterización para determinar el potencial global de ahorro total por reducción de la variabilidad operacional, de la planeación de la producción y de la mejora de la capacidad técnica - organizativa de la empresa. En esta actividad se aplican las siguientes

herramientas: diagrama de correlación E vs. P, producción equivalente, Diagrama IC vs. P, gráfico de tendencia, línea base, diagnóstico de recorrido.

Aunque los datos de las mediciones de los kWh facturados con el calculado presenten desviación, esta información nos permite identificar cuales equipos son los que más consumen energía, el área que pertenecen y el cual vamos a centrar nuestros controles, debido a que estos impactarían rápidamente en la reducción en los consumos de energía.

Se mostraran en las siguientes gráfica los primeros diez equipos de mayor consumo, para su fácil observación *Figura 6*, para una revisión más completa se puede apoyar en el *Anexo B*.



**Figura 6. Grafica comparativa Equipos vs Consumos**

Mediante diagrama de Pareto, que es un método gráfico para definir las causas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención; representa el 20% de las causas que provocan el 80% de los efectos de un fenómeno dado. Se realizará Pareto para los equipos vs consumo *Figura 7*, consumo vs producción *Figura 8*, consumo vs costo de la energía *Figura 9*, proceso vs consumo *Figura 10*.

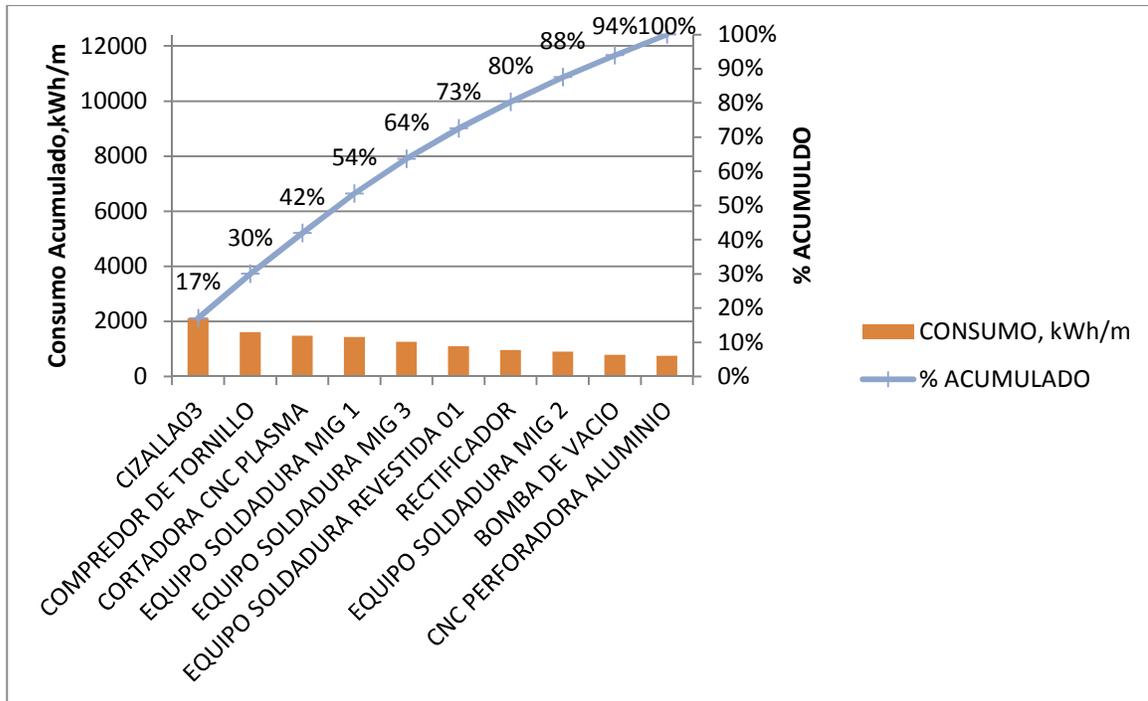


Figura 7. Diagrama de Pareto del consumo de las máquinas.

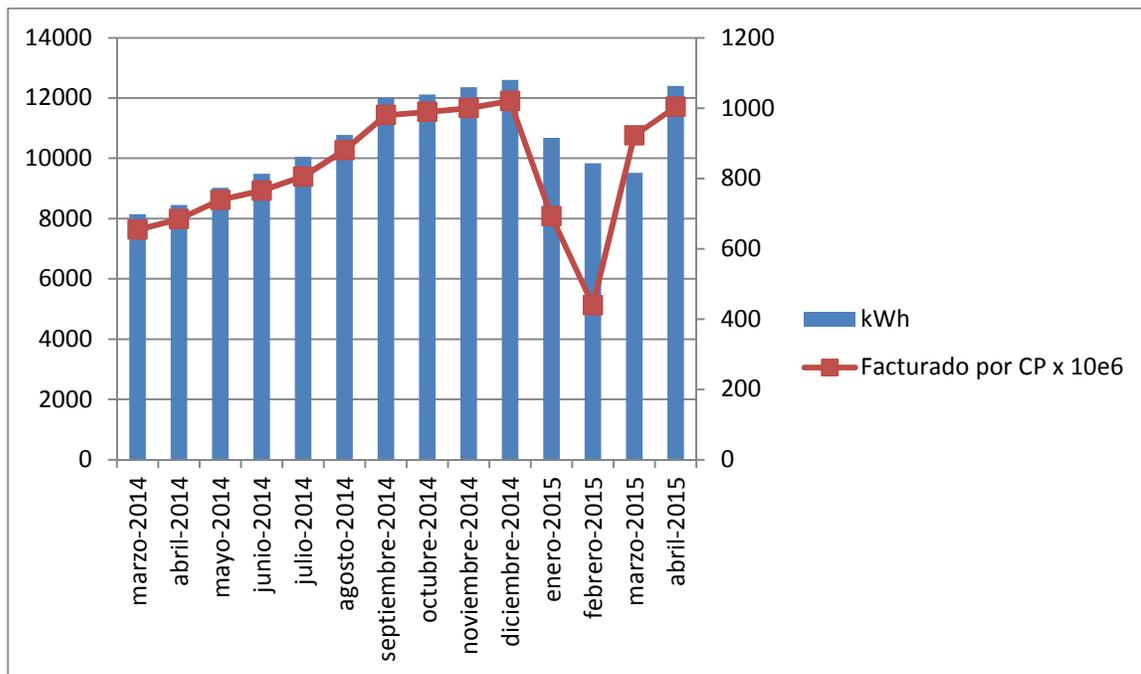


Figura 8. Diagrama de Pareto consumo vs facturación de productos vendidos por la empresa.

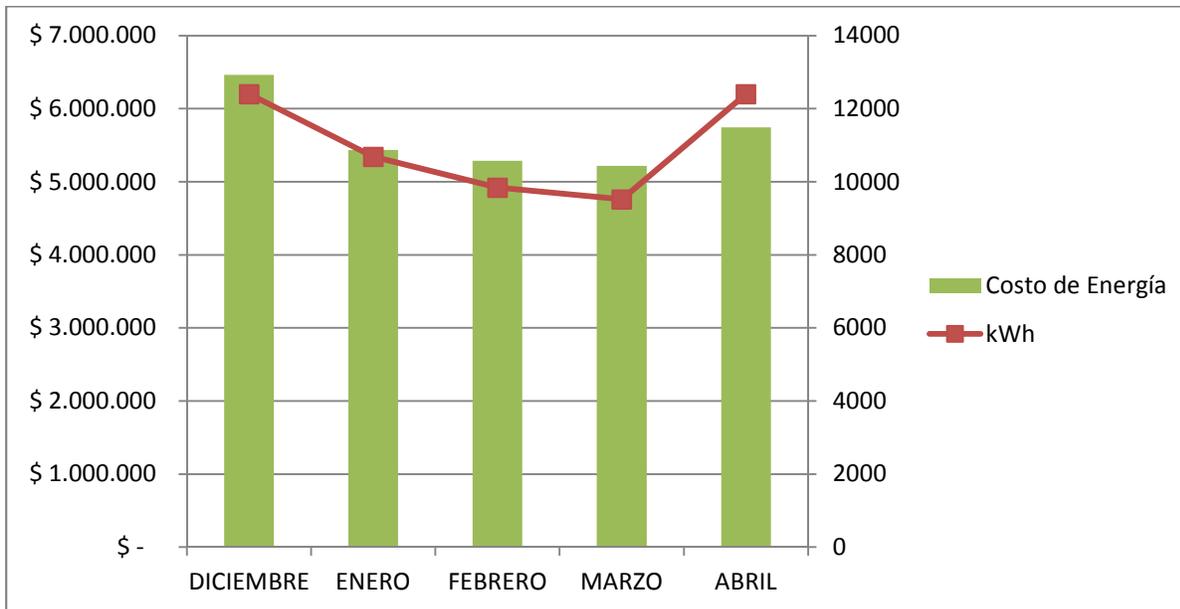


Figura 9. Diagrama de Pareto Costo Energía vs Consumo kWh.

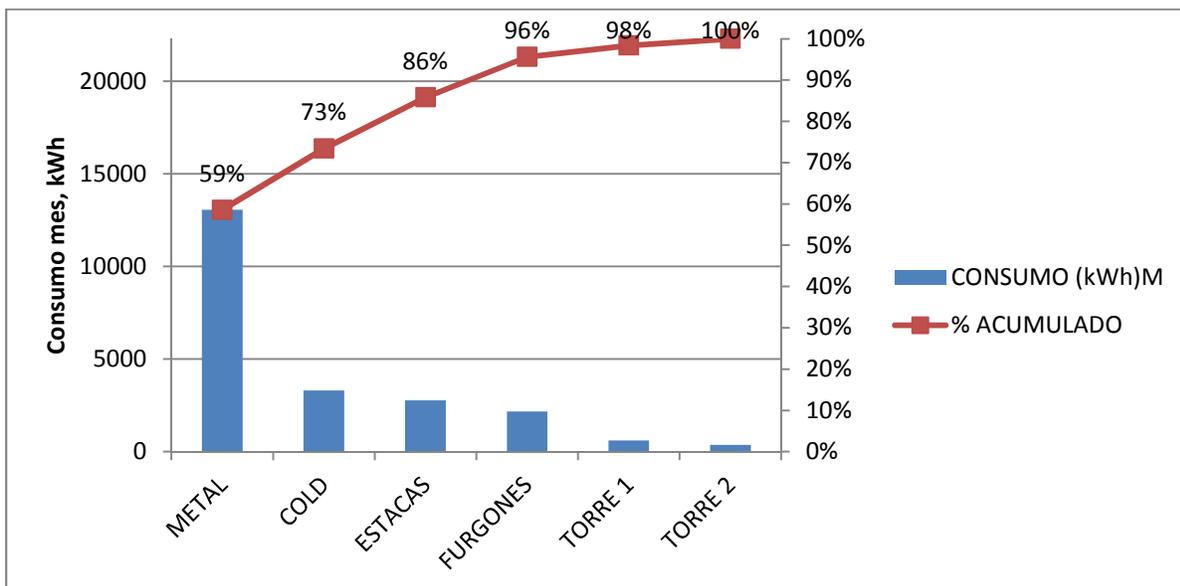
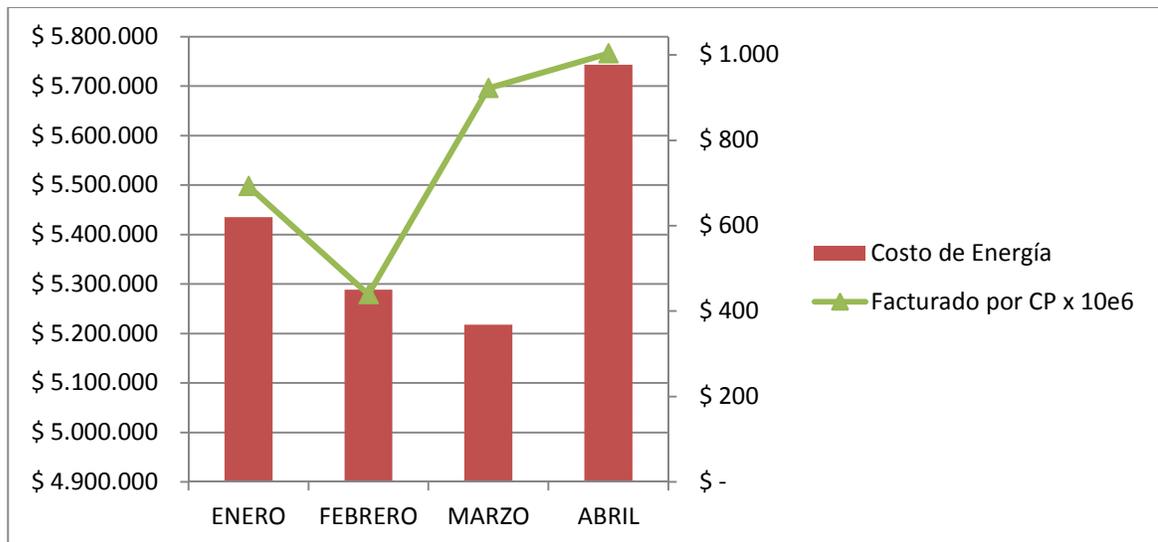


Figura 10. Diagrama de Pareto Consumo vs Proceso.



**Figura 11. Diagrama de Pareto Costo de Energía vs Producción (facturación de productos vendidos por la empresa).**

De las anteriores gráficas se puede observar, cuales son los macro-consumidores, para este caso tomaremos los primeros 4 equipos de mayor consumo, cuyas descripciones están en *Tabla 5*.

:

- Cizalla03.
- Compresor de Tornillos.
- Cortadora CNC Plasma.
- Equipos de soldadura.

**Tabla 5. Equipos Macro-Consumidores.**

INVENTARIO Y CONSUMO kWh DE MAQUINARIA Y EQUIPOS								
No.	ÁREA	MAQUINA O EQUIPO	MARCA/MODELO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	POTENCIA (KW)	HORAS DIARIAS (H)	CONSUMO kWh/día	CONSUMO kWh/M
2	METAL	CIZALLA03	DURMA VS 3010	Dimensiones: 3800x3550x2600mm Peso: 9300Kg Capacidad de Corte: 9mm (HR), 6mm (INOX) Motor: 22 kW - 1450 rpm Tanque Hidráulico: 180 lt. aceite ISO VG 32;	22	4	88	2112
23	METAL	COMPREDOR DE TORNILLO	KAISER	Caudal nominal: 50/60 Hz Presión fin: 125 PSI Voltaje 208/230/460 V /3Ph/60Hz Peso: 393 Kg Tipo: Aircenter SM 15 Potencia: 15 HP	11,2	6	67,2	1612,8
3	METAL	CORTADORA CNC PLASMA	TORCHMATE Torchmate 3. 2010	Programación CNC en Mastercam X3 Herramienta de corte: Plasma (aire comprimido). Temp. Ambiente máx.: 40°C Área de trabajo: 150x305m Presión de operación: 60-95 Psi (4,1-6,5 bar) Máxima presión de entrada: 125 psi(8,6 bar) Rango de velocidad: 76 mm/min - 760 mm/min Elevación útil control altura: 80 mm.	15,4	4	61,6	1478,4
13	METAL	EQUIPO SOLDADURA MIG 1	LINCON 300 CV350LF72	Peso: 448 lbs. (203 kgs.) Rango de salida: 50-400 A DC ; 7-37 V Acero dulce, acero inoxidable, aluminio y aleaciones. Dimensiones: 514 x 560 x 772 Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz Campo de regulación de la corriente: 20/80 A Potencia de instalación máx.: 15 KW	15	4	60	1440

Como la planta cuenta con 27 equipos de soldadura, el control que planteemos para este equipo nos abarca gran parte del consumo de energía que representa el 44% mensual (9978 kWh).

El área de mayor consumo es METAL abarcando un 59%, *Figura 10*, del consumo total de energía y esta cuenta con los cuatro equipos designados como macro consumidores, que entre los diez equipos de mayor consumo que se observa en la *Figura 7*, los macro consumidores representan 54%. Se realiza un diagrama energético-productivo donde se muestra la contribución energética al proceso productivo de METAL *Figura 12*.

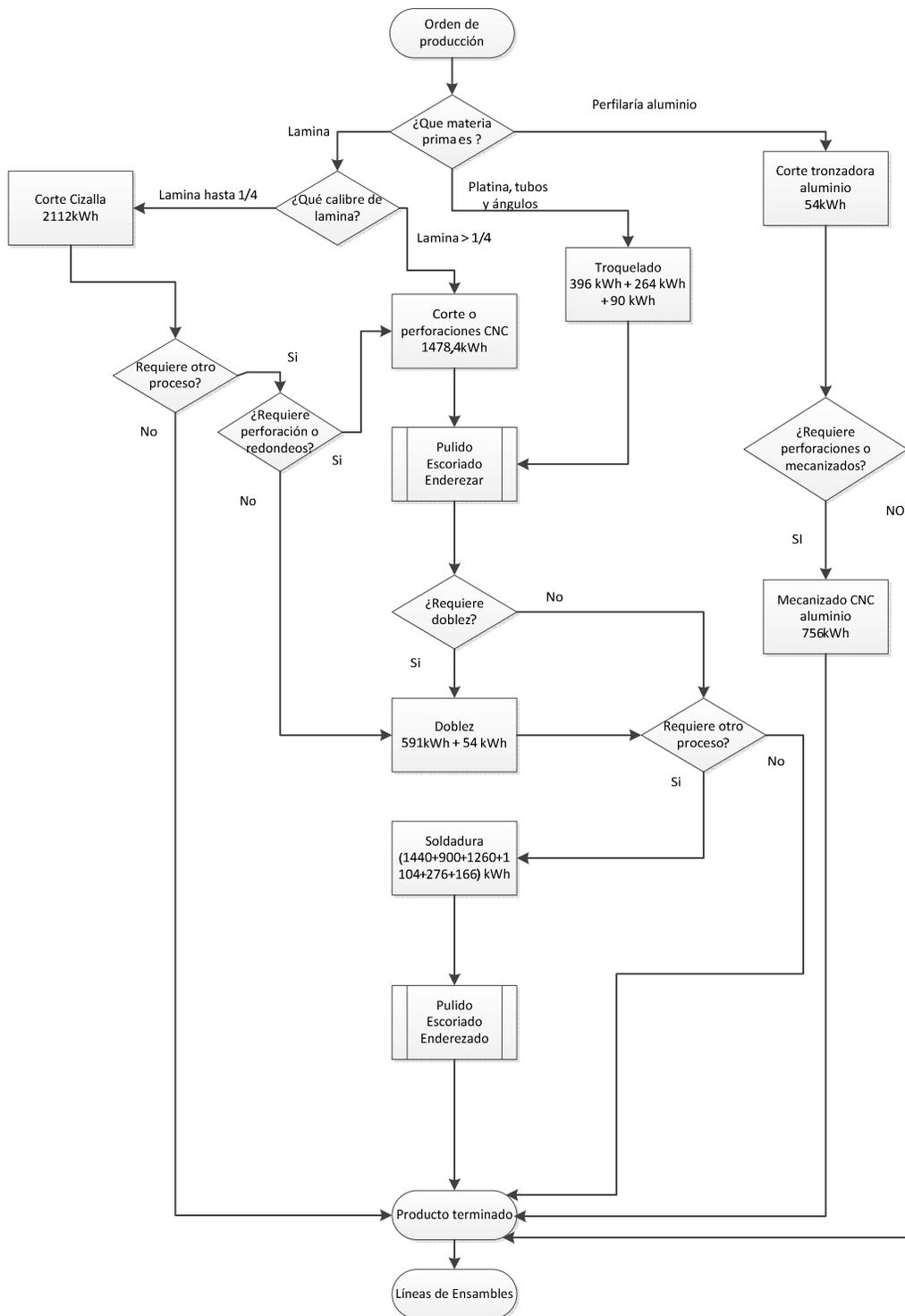


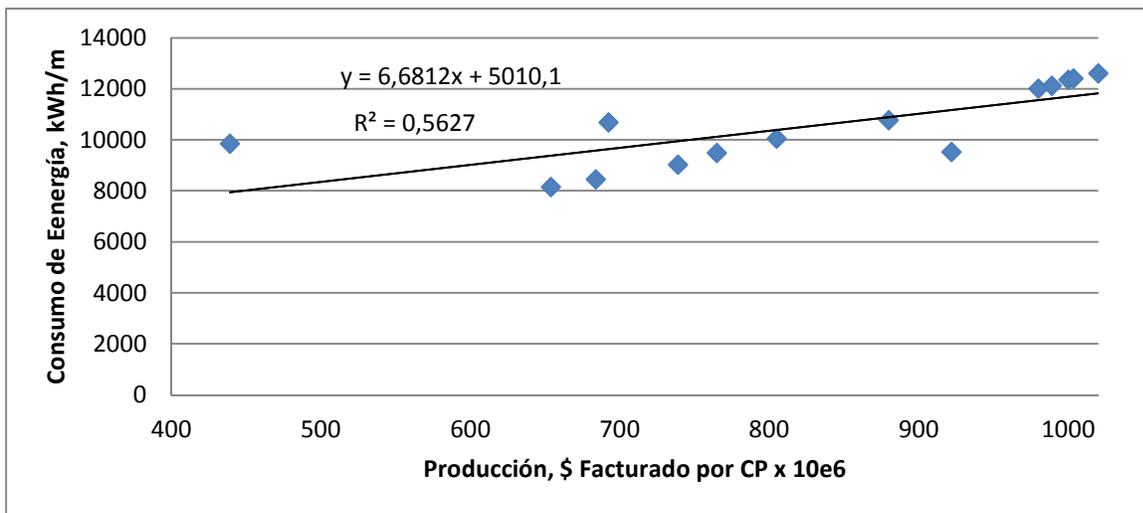
Figura 12. Diagrama de Flujo del Energético-Productivo del área METAL.

### 2.1.3. Relación Producción – Consumo.

La relación entre la producción y el consumo de energía es lineal para la mayoría de industrias. Esto indica que la reciprocidad entre los puntos en un diagrama de dispersión de consumo de energía frente a producción pueden aproximarse directamente por una línea y expresarse por una ecuación lineal *Ecuación 1* en forma general:

**Ecuación 1**

$$E = m * P + E_{nap}$$



**Figura 13. Consumo de Energía Vs Producción y estimación de la Línea Base de Energía para un proceso productivo.**

Observando la *Figura 13*, se describe una correlación positiva, mostrando una relación lineal de la producción respecto a lo que se consume de energía, aunque la producción no ha sido adecuadamente establecida, por ejemplo, existe producción en proceso que consumió energía y no ha sido considerada o debido a la existencia de productos que no son 100% estándar con diferentes requerimientos energéticos.

Los potenciales de ahorro energético se encuentran inmersos dentro la llamada energía no asociada a la producción  $E_{nap}$ , en un gráfico de dispersión de Energía vs. Producción para un proceso, *Figura 13*, la energía no asociada es el valor del intercepto sobre el eje Y de la línea de mejor ajuste a la dispersión de datos, también conocida como Línea de Base Energética, que para la empresa representa un valor de 5010 kWh mensual y el costo de \$2.505.000, que se traduce en un costo fijo para la empresa.

La energía no asociada a la producción  $E_{nap}$  en una empresa puede ser:

- Pérdidas de electricidad por potencia reactiva.
- Áreas acondicionadas tanto de calefacción como de frío.
- Energía pérdida en fugas de vapor, aire comprimido.
- Iluminación de plantas, electricidad para equipos de oficina, ventilación.
- Energía usada en servicios de mantenimiento.
- Trabajo en vacío de equipos térmicos o eléctricos.
- Precalentamiento de equipos.

### **3. Establecimiento de indicadores de desempeño energético del SGIE.**

Se realizará un esquema comparativo enfrentando los valores de la operación actual con la propuesta, de acuerdo con el programa de gestión planteado, todo esto será traducido o planteado en costos de operación mostrando el beneficio que tiene el programa propuesto. Como valor agregado se desarrollará un análisis de la reducción de consumos energéticos, apuntando al direccionamiento estratégico de la empresa Carrocerías Panamericana S.A.S., para este efecto se hará uso de herramientas estadísticas de modo que la fiabilidad de los datos analizados estén soportada en un estudio del comportamiento de los mismos.

Es importante introducir un sistema de indicadores para la medición del desempeño energético que permita analizar el resultado de las acciones o la carencia de la misma. Por ello, el sistema se fundamenta en la comprensión de la relación energía y producción.

Los Indicadores de desempeño energético propuestos para implementar dentro del SGE son los siguientes: Indicador de Consumo de energía IC, Indicador de Eficiencia Base 100 e Indicador Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulativas CUSUM.

#### **3.1 Indicador de Consumo de Energía.**

El indicador de consumo específico de energía se define como la relación entre la energía consumida y el valor de la producción obtenida con dicha energía, según *Ecuación 2*. Debido a que el indicador ofrece información del requerimiento energético unitario para un proceso, es posible hacer comparaciones respecto a estándares nacionales o internacionales para los mismos productos o usos, en áreas o equipos, aunque para este gremio en específico de carrocerías no se cuente con información debido a que en el ámbito nacional no muchas de estas unidades de negocios están bien

establecidas o no están reguladas, pero se puede llegar a comparar con el sector metalmecánico, si se diera el caso en que una empresa utilice la misma metodología de unidades de producción que se planteó para esta empresa en específico. Asimismo, puede ser la base para el desarrollo de programas de optimización y mejora energética, buscando la reducción de este indicador.

**Ecuación 2**

$$IC = \frac{\text{Consumo de Energía}}{\text{Producción}}$$

Vista a partir del cálculo de la línea de base Ecuación 1, se obtiene el Indicador de Consumo base como Ecuación 3.

**Ecuación 3**

$$IC = \frac{m * P + E_{nap}}{\text{Producción}}$$

Desde ese punto de vista, en un proceso productivo donde se ha realizado la caracterización energética, se obtienen las ecuaciones características de cada proceso y se puede definir el Indicador de Consumo Base o característico IC, de referencia como Ecuación 4.

**Ecuación 4**

$$IC_{base} = m + \frac{E_{nap}}{P}$$

La Ecuación 4 representa un indicador de Consumo Base, conformado por un término constante ( $m$ ) y otro que es función de la variable producción ( $\frac{E_{nap}}{P}$ ). Como se observa en la gráfica el Indicador de Consumo de referencia corresponde a una función inversa de la variable producción (Del Pilar,R., 2013).

Teniendo la ecuación base del Indicador de Consumo IC, se puede obtener el valor característico del rendimiento energético base para cada nivel de producción, como se observa en la *Figura 14*, que refleja la eficiencia real de la empresa con una variación del índice de consumo que va desde 11 a 18 kWh/unidad y presenta un consumo eficiente cuando su volumen de producción es superior de 980 unidades equivalentes. Lo anterior plantea que es posible comparar el rendimiento energético medido para cualquier nivel de producción, con un valor de referencia base actualizada sobre el desempeño energético reciente.

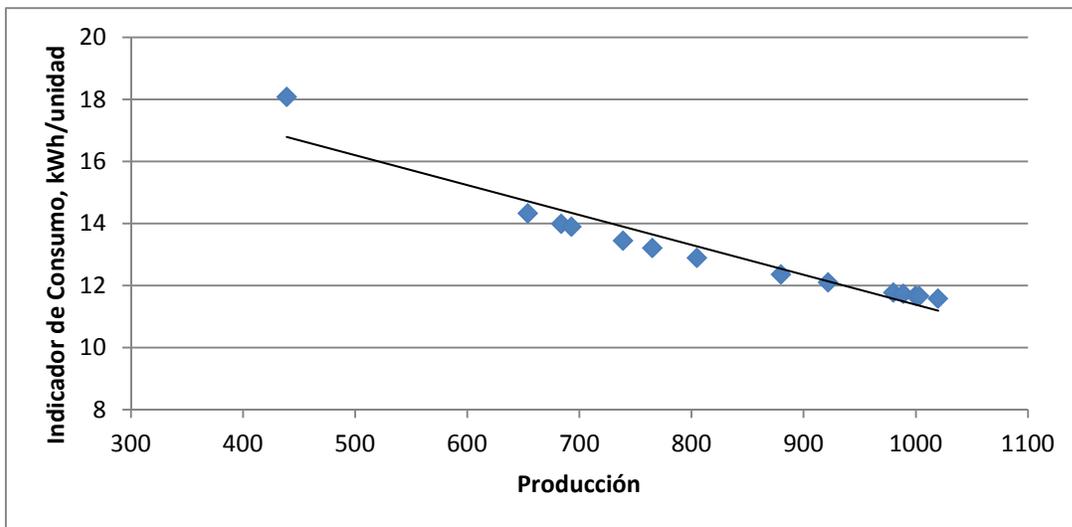


Figura 14. Variación del Indicador de consumo (IC) base respecto a la producción

## 3.2 Indicador de eficiencia base 100.

El indicador base 100 es una herramienta de gestión del área energética, el cual permite comparar el comportamiento de los resultados de consumo energético medidos en un proceso durante un periodo operativo, respecto a los valores de consumo energético base o de tendencia del mismo, tomando como referencia de cumplimiento un valor adimensional de 100 (Campos, 2009), matemáticamente se define como Ecuación 5:

**Ecuación 5**

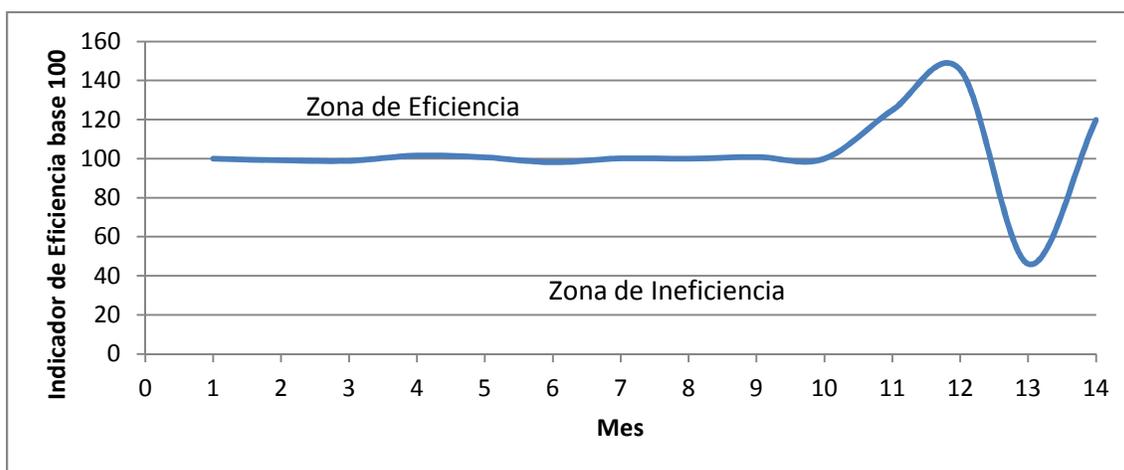
$$Eficiencia\ base\ 100 = \frac{E_{Tendencia}}{P_{media}} \times 100\%$$

Este indicador se calcula a partir de los datos de producción y energía para un periodo de análisis determinado y la ecuación o línea de base energética establecida durante la caracterización energética.

El uso del Indicador Base 100 se puede entender de acuerdo a tres tendencias o estados, resultado del cálculo entre la energía de tendencias y la energía medida, los cuales se pueden encontrar dentro de tres rangos numéricos, < 100, >100 e =100. A continuación se explica cada uno de los casos y se presenta el gráfico correspondiente (Del Pilar,R., 2013).

Para el primer caso cuando el indicador es mayor a cien, significa que el consumo de energía del periodo analizado fue menor que el que debería ser según la tendencia estimada a partir de la ecuación base y por lo tanto dentro de la gráfica, *Figura 15*, se ubica en la zona de eficiencia, para el segundo caso en el que el indicador es menor a cien ocurre que en el periodo analizado se consumió mayor energía a la que se debía consumir según la tendencia y éste se haya en la zona de ineficiencia. Finalmente, cuando el indicador es igual a cien no se ha dejado de consumir o, lo que es igual, se ha sobreconsumido energía, es decir, simplemente el consumo es estable y se haya dentro del consumo por tendencia (Del Pilar,R., 2013).

En la *Figura 15*, se observa que se mantiene un consumo estable durante los 10 primeros meses, que para el periodo comprendido entre los meses 11 y 14, presenta altibajos pero con una operando eficientemente exceptuando el salto que se presenta para el mes 13, que puede indicar que había productos en proceso porque para el mes 14 muestra una operación eficiente.



**Figura 15. Indicador de eficiencia base 100**

El Indicador de Eficiencia Base 100 es una herramienta que genera alertas en cuanto a variaciones positivas o negativas de la eficiencia del proceso, facilitando el análisis y generación de planes de acción en función de las mejores prácticas energética, los cuales permiten interacciones analíticas entre la producción y el consumo energético con miras a un mejoramiento continuo.

### 3.3 Indicador Gráfico de Tendencia o de Sumas Acumulado CUSUM.

Este indicador y su gráfico se utilizan para monitorear la tendencia de la empresa, área o equipo en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base dado.

A partir del CUSUM se puede determinar cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha sobre-consumido hasta el momento de su actualización (Del Pilar,R., 2013).

Ecuación 6

$$CUSUM = [(E_{REAL} - E_{TENDENCIA})_I + (E_{REAL} - E_{TENDENCIA})_{I-1}]$$

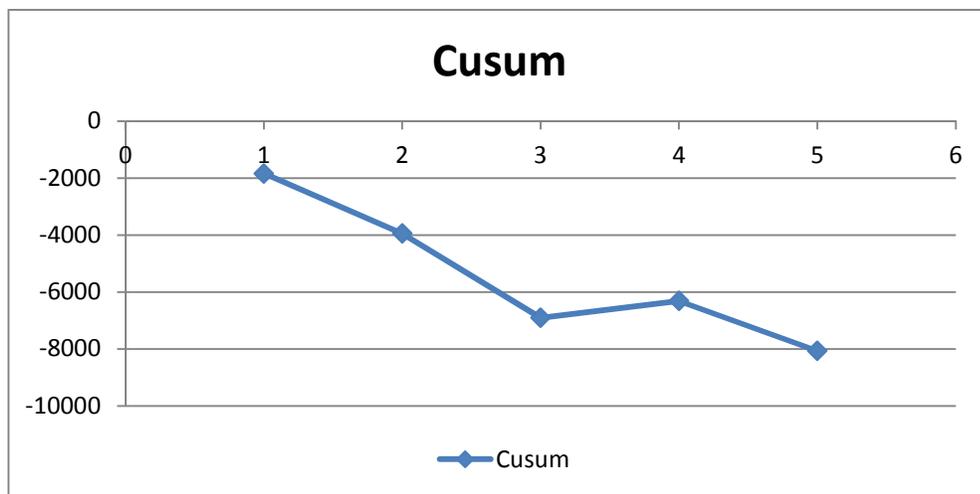


Figura 16. Indicador gráfico de tendencia o sumas acumulativas CUSUM

Según la *Figura 16*, se observa como valor acumulado negativo significa una tendencia hacia la eficiencia en un proceso, puesto que la suma acumulada de consumos energéticos con respecto a la base establecida es inferior, lo que se traduce en disminución del consumo energético o ahorro.

## **4. Propuestas de Mejoras.**

Las propuestas se presentaran enfocadas en la reducción del consumo energético por proceso y en términos económicos, para realizar la validación del modelo propuesto. Los resultados expondrán la optimización de los costos de operación que son el contraste del programa de gestión energética desarrollado e implementado y donde se integran todos los componentes.

Se hace enfoque en el área metalmecánica, debido a que es donde más se consume energía y es donde están los equipos de mayor demanda, incluyendo las oficinas debido a que la inversión que es muy baja; controlando estas áreas y estos equipos se podrán ver los ahorros de consumo mucho más rápidos y significativos.

### **4.1 Cultura Uso Racional de la Energía, URE.**

Es importante resaltar que las soluciones o propuestas de mejoramiento no son sólo desde el punto de vista tecnológico, se requiere de una cultura energética que permita que el recurso humano comprenda y se comprometa con el uso de la energía en la industria, por lo que se propone un plan de mejora para ayudar en el desarrollo de la cultura URE dentro de la organización Tabla 6.

Tabla 6. Plan de acción para mejoramiento de la cultura SGE.

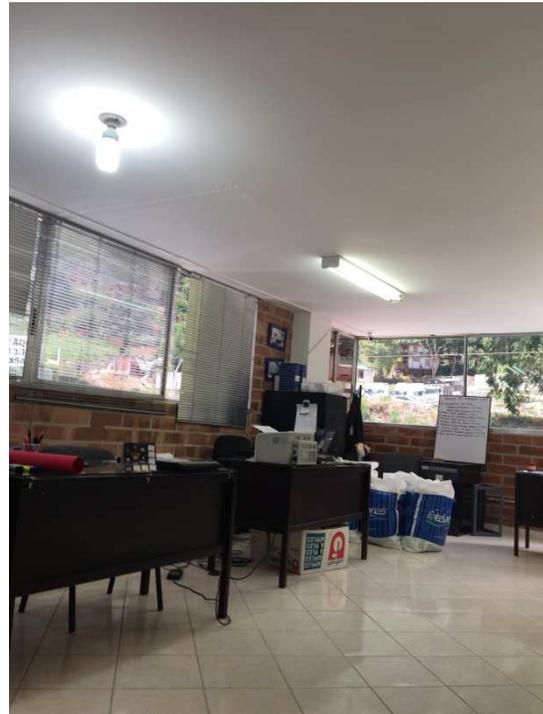
<b>Plan de acción de energía</b>			
<b>Objetivo:</b> Reducir el consumo de energía total		<b>Fecha de elaboración:</b>	
<b>Meta:</b> Capacitar al encargado de mantenimiento y de producción en procesos energéticamente eficientes		<b>Fecha de revisión:</b>	
<b>Proyecto de energía:</b> Promover el ahorro de energía y generar una cultura de Eficiencia Energética que tenga repercusión en todo el personal de la planta.			
<b>Planeación del Proyecto</b>			
<b>Acción / ítem</b>	<b>Persona responsable</b>	<b>Plazo</b>	<b>Comentarios</b>
Fomentar la capacitación del jefe de producción y jefe de mantenimiento en materia de ahorro y de uso eficiente de la energía para que sirvan como difusores de buenas prácticas energéticas.	Alta Dirección	Por definir	Recursos para capacitación
Concientizar sobre el ahorro y uso eficiente de la energía al todo el personal de la planta, sobre las ventanas que representa el uso eficiente de la energía	Equipo de Energía	Por definir	Realizar charlas informativas o correos electrónicos de información.
Capacitación del jefe de mantenimiento en el tema: "Medidas Eficiencia Energética en Instalaciones Eléctricas"	Alta Dirección	Por definir	Recursos para capacitación
<b>Plan de verificación de la meta</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Información / recursos necesarios</b>		
Adquirir apoyo de la Alta Dirección a través de recursos para la ejecución del Plan.	Se medirá el impacto de las charlas sobre el personal de la planta.		
Basarse en los porcentajes de ahorro mensual para determinar si se han reducido.	La reducción del consumo de energía se basa en las buenas prácticas del personal, en materia de ahorro y uso eficiente de energía.		
<b>Resultados actuales /comentarios:</b> Hasta el momento no se ha realizado ninguna capacitación del personal en cuanto a eficiencia energética.			

## 4.2 Oficinas.

Es un punto crucial para su éxito, el no acompañamiento del SGE con la cultura de la organización no garantizara su correcta implementación por más tecnología que se adquiriera. Se realizó un recorrido para observar comportamientos del personal de la empresa, para tener noción sobre su cultura actual.



(a)



(b)

**Figura 17. Fotos oficina Torre1 (a) y Torre 2 (b).**

En la *Figura 17*. Fotos oficina Torre1 (a) y Torre 2 (b). Se evidencia que los bombillos están encendido en presencia de luz día, y persianas extendidas, a su vez se consultó si dejaban los computadores encendidos después de la jornada laboral, lo que respondieron afirmativamente 4 personas de la parte administrativa; si se utiliza la luz día que entra por las ventanas el ahorro mensual en las oficinas de la torre 2 sería del 0.3% (\$36.300).

### 4.3 Cizalla 03.

Dentro de la planta de producción se realizó un recorrido dentro de las tres líneas de ensamble y el área de metalmecánica, se observó que en repetitivas ocasiones de inactividad de la máquina Cizalla03, Figura 18, no era puesta en reposo.



Figura 18. Cizalla03

La empresa emplea tres horarios de descanso, dos de 15min y uno de 30min, en estos periodos de descanso del personal la máquina se encontraba en marcha, esta máquina cuenta con una modalidad de reposo para ahorrar energía, utilizando este se puede tener un ahorro alrededor del 0,6% (\$72.600) del consumo mensual .

## 4.4 Sistema de Aire Comprimido Compresor de Tornillo.

Las mangueras que alimentan las herramientas neumáticas, algunas presentaban fugas de aire por deterioro de la manguera y mala sujeción del fitting, *Figura 19*, los operarios no reportan estas anomalías y no muestran compromiso en corregir estas fugas.



**Figura 19. Estado de las mangueras de aire.**

Debido a que el compresor de tornillo es la segunda máquina de mayor consumo, con 1612,8 kWh al mes, se realizó una inspección de pérdida de presión para identificar si en las redes de aire se encuentra con fugas, utilizando la ecuación de estados (Ecuación 7) y con mediciones de presión  $t_0$  y  $t_1$ , se puede calcular la tasa de pérdida de flujo másico.

**Ecuación 7**

$$PV = \frac{m}{M} * R * T$$

Despejando a  $m$  de la Ecuación 7 y realizando un  $\Delta m$  se obtiene la Ecuación 8 que nos da la pérdida de masa:

**Ecuación 8**

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{M * V}{R} \left[ \frac{P_2}{T_2} - \frac{P_1}{T_1} \right]$$

La pérdida de masa en términos de flujo másico:

**Ecuación 9**

$$\dot{m} = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

**Tabla 7. Medición compresor de tornillos**

Tiempo (s)		Presión (psi)	Temperatura (°C)
t	0	106	78
t1	15	73	66

Utilizando la Ecuación 8 y los datos de la

Tabla 7, podemos hallar la pérdida de masa debido a las fugas presentes en sistema.

$$\Delta m = \frac{29,79 \text{ g/mol} * 0,35 \text{ m}^3}{8,314472 \text{ Pa} * \text{m}^3 / \text{mol} * \text{K}} \left[ \frac{503,7 \text{ kPa}}{339,15 \text{ K}} - \frac{731,4 \text{ kPa}}{351,15 \text{ K}} \right]$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 0,754 \text{ kg}$$

Y la tasa de flujo másico de pérdida utilizando la Ecuación 9.

$$\dot{m} = \frac{754 \text{ g}}{900 \text{ s}} = 0,84 \text{ g/s}$$

Se logra identificar una tasa de pérdida de 0,84 g/s, lo que en una hora de trabajo se tiene una pérdida de 3 kg de masa de aire comprimido, lo que en costo al mes sería de \$147.840, que equivale al 3% de costo total de la factura de energía.

## **4.5 Compromiso de la Alta Dirección.**

Los datos obtenidos de la Caracterización Energética y de los indicadores Energéticos, deben ser presentado a la alta dirección, para tomar conciencia la importancia y adquirir el compromiso por parte de ella.

En la implementación y sostenibilidad del SGIE en una empresa se requieren del compromiso de la alta dirección de la compañía para lograr ajustes institucionales con definición de responsabilidades y funciones claras dentro de la estructura organizacional de la empresa, como también en las condiciones del ambiente laboral que contribuyan al logro de las metas de gestión eficiente de la energía.

Carrocerías Panamericana S.A.S., debe implementar políticas que ayuden y faciliten el desarrollo del SGIE, que vinculen a la alta dirección y demás empleados. En la *Tabla 8*, se muestra los pasos a seguir para la implementación.

Tabla 8. Pasos para la Implementación del SGIE, (Campos, 2008)

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Decisión Estratégica</b>	Caracterización Energética de la Empresa	2 Meses	Potencial Rentabilidad del SGIE. Asignación de Recursos
	Compromiso de la alta Dirección		
	Alineación de Estrategias		
	Definición y Conformación de la Estructura Técnica y Organizacional		
<b>Instalación del SGIE en la Empresa</b>	Establecimiento de los Indicadores del Sistema de Gestión	5 Meses	Crear la Estructura Organizativa, Las bases Técnicas, Preparar e involucrar al Personal, Identificar los Programas, Documentar el SGIE y Verificar la Capacidad de la Empresa para Ejecutar el SGIE
	Identificación de las Variables de Control por Centro de Costo		
	Definición de los Sistema de Monitoreo		
	Diagnostico Energético		
	Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva		
	Plan de Medidas de Uso Eficiente de la Energía		
	Actualización y Validación de la Gestión Organizacional del SGIE		
	Preparación de Personal		
	Elaboración de la Documentación del SGIE		
	Auditoria Interna al SGIE		
<b>Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en la Empresa.</b>	Seguimiento y Divulgación de Indicadores	6 Meses	Ejecutar los Programas, Cuantificar los Resultados, Ajustar y Actualizar Modelos, Presupuestos de Ahorro.
	Seguimiento y Evaluación de Buenas Prácticas de Operación, Mantenimiento, Producción y Coordinación		
	Implementación de Programas y Proyectos de Mejora.		
	Implementación de Plan de Entrenamiento y Evaluación del Personal.		
	Chequeos de Gerencia		
	Ajuste del Sistema de Gestión		
	Evaluación de Resultados		

**Política Energética de Carrocerías Panamericana S.A.S.**

La Alta Dirección de CP cuya actividad económica es la elaboración carrocerías de alta calidad, se compromete a:

- a) Optimizar el proceso de producción y promover la sostenibilidad ambiental para lograr un uso eficiente de la energía.
- b) Realizar mejoras continuas en el SGIE garantizando un mejor desempeño energético.
- c) Facilitar la información así como los recursos necesarios para alcanzar las metas y objetivos planteados.
- d) Proporcionar el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas.
- e) Apoyar la compra de productos y servicios energéticamente eficientes así como diseños y prácticas de uso eficiente de energía.
- f) Documentar toda la información de la empresa sobre su consumo de energía y comunicarla al personal.
- g) Supervisar continuamente el Sistema de Gestión de Energía y actualizarlo si es necesario.

## **4.6 Sistema de información de Monitoreo de Energía y Establecimiento de Metas (M&T).**

Lo anteriormente presentado se puede reducir a un sistema de información de Monitoreo de Energía y Establecimiento de Metas (M&T, por sus sigla en inglés), que es una técnica de eficiencia energética basada en el estándar de gestión que indica que "no se puede gestionar lo que no se puede medir". El M&T le proporcionan a los gestores energéticos información para su retroalimentación sobre las prácticas en las operaciones, resultados de proyectos de gestión de la energía y orientación sobre el nivel de consumo de energía que se espera en un determinado período. Es importante destacar que también dan la alerta temprana de consumo excesivo inesperado causado por mal funcionamiento del equipo, error del operario, los comportamientos no deseados por el operario y la falta de mantenimiento (Askounis & Psarras, 1998).

Debido a que los ahorros de energía no se pueden estimar fácilmente, el M&T ayuda a comparar los resultados y establecer objetivos para motivar a todos los involucrados en las mejoras de eficiencia energética (Askounis & Psarras, 1998).

Los ahorros potenciales por variabilidad operacional significan, ahorros que se pueden lograr analizando y estabilizando, puesto que para una misma producción se observan diferentes consumos energéticos que son identificados por el M&T y el cual facilitara el seguimiento de la propuestas hechas. La idea es estandarizar los valores de operación de las variables con los días de máxima eficiencia para diferentes intervalos de trabajo y tratar de estabilizar el proceso en estos puntos a través de buenas prácticas energéticas o acciones de ahorro de energía, como las propuestas mencionadas (Del Pilar,R., 2013).

Para el cálculo de los potenciales de ahorro por variabilidad operacional se requiere establecer una "línea meta", *Figura 20*, la cual pasa por el centro de los datos relacionados al menor consumo, correspondiente a la prácticas operacionales de mayor eficiencia en el proceso.

Esta línea meta se traza considerando el mismo valor de la pendiente “m” de la línea base, puesto que se supone en el momento que no hay ningún cambio tecnológico sobre los equipos, áreas o procesos sobre los que se realiza el análisis.

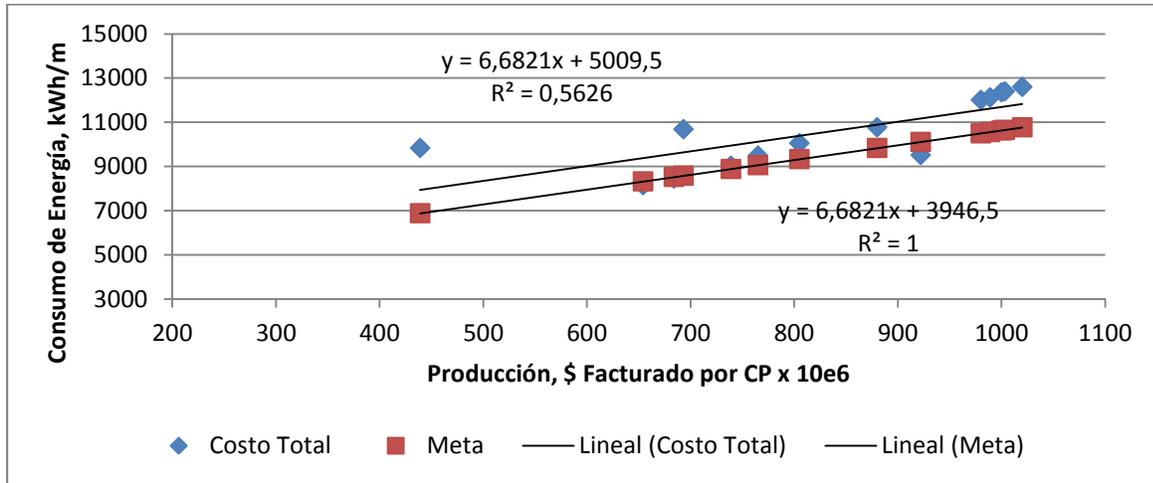


Figura 20. Línea meta de energía estimada en un gráfico de dispersión de consumo de energía frente a producción.

Se cuantifico el potencial de ahorro energético eléctrico por reducción de la variabilidad operacional. Calculados a partir de *Ecuación 10*.

**Ecuación 10**

$$\text{Potencial de Ahorro} = E_{nap (base)} - E_{nap (meta)}$$

Este ahorro potencial de 1063 kWh que equivale al 5% por mes, lo que al año sería 12756 kWh, para un ahorro en pesos de \$ 6.378.000, que representa el 2% de sus utilidades sin realizar ninguna inversión, ni cambio tecnológico.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

La eficiencia energética industrial, no solo se debe a la adquisición de tecnología, se debe también a la difusión y la adopción de las prácticas de Gestión de Energía por parte de toda la fuerza laboral que constituye la empresa, desde las persona que está en el último nivel jerárquico hasta la alta gerencia; permitiendo que estos tres factores, la cultura, la voluntad y la aceptación y el reconocimiento de interactuar entre si y crear las condiciones que uno tiene en una organización, departamento y grupo. Son estos los desafíos que el líder del SGE y la alta gerencia tienen que trabajar para lograr los resultados esperados. Para que el programa de gestión sea un éxito total, esta depende tanto de un liderazgo y la adopción de métodos de sólidos. Si cualquiera de ellos es deficiente, no se libera el potencial (eficiencia energética) en la organización.

La iluminación de la planta, la electricidad para equipos de oficina y la energía usada para servicios de mantenimiento son denominadas como energía no asociada a la producción y se calcula un porcentaje de 9 % del total de consumo mensual de energía eléctrica, por lo tanto si se utiliza la luz día que entra por las ventanas se puede tener un ahorro mensual en las oficinas de la torre 2 sería del 0.3% (\$36.300) y en las oficinas en general se puede tener un ahorro de 1% (\$121.000).

Se identifica un ahorro potencial recuperable a causa de la variabilidad operacional de 1.063 kWh que equivale al 5% por mes, lo que al año sería 12.756 kWh, para un ahorro en pesos de \$ 6.378.000, que representa el 2% de sus utilidades sin realizar ninguna inversión, ni cambio tecnológico.

Como oportunidad de mejora se determinó que se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria que opera en CP para la elaboración de carrocerías y el cambio de motores de rendimiento ineficiente por motores de alto rendimiento.

Cambiar los compresores de pistones por compresores de tornillos, dan mejor rendimiento superando el compresor a pistón en un 30%, el aire es de mayor calidad debido a que es 100% seco y eliminación del ruido.

Capacitar al del Coordinador de mantenimiento, Coordinadores de producción y Director de Producción en procesos energéticamente eficientes para que sean difusores de buenas prácticas energéticas dentro de la empresa.

## **5.2 Recomendaciones.**

El desarrollo de tecnologías de gestión en maquinarias y equipos de oficina por sí solo no constituye condición suficiente para lograr su implementación en la industria y tampoco garantiza el éxito del SGE, ya que depende de la parte socio-cultural, más específicamente del compromiso de la alta dirección y de todo el personal de la empresa, ¿Cómo el desarrollo tecnológico puede ayudar a controlar estas variables Socio-Culturales?

## A. Anexo: Inventario de máquinas y equipos.

INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS										
No.	ÁREA	MAQUINA O EQUIPO	MARCA/ MODELO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	POTENCIA (kW)	HORAS DIARIAS (H)	CONSUMO (kWh)D	CONSUMO (kWh)M
1	METAL	CIZALLA01	CASANO VA 3539 1994	Prensa hidráulica de corte vertical Corte semiautomático. Dimensiones: 3540x1830mm. Capacidad de corte: 3/16", 3100x4mm. Presión de operación: 70 a 80 bares.	-	-	-	0	-	0
2	METAL	CIZALLA03	DURMA VS 3010	Dimensiones: 3800x3550x2600mm Peso: 9300Kg Capacidad de Corte: 9mm (HR), 6mm (INOX) Motor: 22 kW - 1450 rpm Tanque Hidráulico: 180 lt. aceite ISO VG 32;	-	-	22	4	88	2112

3	METAL	CORTADORA CNC PLASMA	TORCH MATE Torchmate 3. 2010	<p>Programación CNC en Mastercam X3</p> <p>Herramienta de corte: Plasma (aire comprimido).</p> <p>Temp. Ambiente máx.: 40°C</p> <p>Área de trabajo: 150x305m</p> <p>Presión de operación: 60-95 Psi (4,1-6,5 bar)</p> <p>Máxima presión de entrada: 125 psi (8,6 bar)</p> <p>Rango de velocidad: 76 mm/min - 760 mm/min</p> <p>Elevación útil control altura: 80 mm.</p>	-	-	15,4	4	61,6	1478,4
4	METAL	DOBLADOR A HODRAULICA 1	ERMAR K AP 3100-160 2005	<p>Prensa hidráulica</p> <p>Dimensiones: 2180x3400x2780mm. Peso: 9000kg</p> <p>Capacidad de doblez: 3/8", 2000mm.</p> <p>Fuerza de operación: 160 Ton.</p> <p>Consumo: 20 VA.</p> <p>Temp. Ambiente: 0 a 50°C</p>	220	28	6,16	4	24,64	591,36
5	METAL	DOBLADOR A HODRAULICA 2	HIDROPOTENCIA A PTNC67 Y-100/3200 2005	<p>Prensa hidráulica</p> <p>Dimensiones: 2560x3260x4060mm.</p> <p>Capacidad de doblez: 3/16", 2000mm.</p> <p>Fuerza de presión: 1000 KN.</p> <p>Max. Presión de trabajo: 25 MPa.</p> <p>Temp. Ambiente: 0 a 50°C</p>			2,24	1	2,24	53,76

6	METAL	ESMERIL		Heavy Duty 8" RPM: 3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz			3	0,08	0,24	5,76
7	METAL	TALADRO DE BANCO 01	NO INFORMACIÓN	Motor Siemens 5HP Voltaje: 230 /460 Amp: 13,4/6,72 Transmisión por polea ref. A-46 distancia entre centro 100cm			3,73	0,08	0,2984	7,1616
8	METAL	BRILLADOR A		Motor Toshiba 4 KW Voltaje: 220 Transmisión por polea ref. A-46 distancia entre centro 50cm			4	0,08	0,32	7,68
9	METAL	CORTADORA NEUMÁTICA A	ERMAK GMR 1403-3 2008	Prensa neumática de corte vertical Corte manual. Dimensiones: 1800x1300x1200mm. Peso: 1050 Kg Motor principal: 3 KN Capacidad de corte: 1/8", 1200mm. Presión de operación: bars. Nivel de ruido: 20 dB.			3	0,03	0,09	2,16
10	METAL	PUNZONADORA 1	NO INFORMACIÓN	Punzón redondo y cuadrado Corte de tubos, varillas y ángulos.			5,5	3	16,5	396
11	METAL	PUNZONADORA 2	DURMA IW 55 BTD 2009	Punzón redondo. Corte de tubos, varillas y ángulos. Potencia: 5,5 KW Fuente de alimentación: 3x220V/60Hz			5,5	2	11	264

				Voltaje de control: 24VDC						
12	METAL	PLASMA MANUAL	CEBORA PROF 80	<p>Corte de plasma manual            Peso: 85 kg.            Consumo de aire: 150 lt/min.            4.7 bar            Dimensiones: 514 x 560 x772            Alimentación trifásica: 230-400-415/440v; 50/60 Hz            campo de regulación de la corriente: 20/80 a            Potencia de instalación máx. 15 KW</p>			15	0,2	3	72
13	METAL	EQUIPO SOLDADUR A MIG 1	LINCON 300 CV350LF 72	<p>Peso: 448 lbs. (203 kgs.)            Rango de salida: 50-400 A            DC; 7-37 V            Acero dulce, acero inoxidable,            aluminio y aleaciones.            Dimensiones: 514 x 560 x 772            Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz            Campo de regulación de la corriente: 20/80 A            Potencia de instalación máx.: 15 KW</p>			15	4	60	1440

14	METAL	EQUIPO SOLDADUR A MIG 2	LINCON 400 CV400LF 72	<p>Peso: 448 lbs. (203 kgs.)  Rango de salida: 50-400 A DC; 7-37 V  Acero dulce, acero inoxidable, aluminio y aleaciones.  Dimensiones: 514 x 560 x 772  Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz  Campo de regulación de la corriente: 20/80 A  Potencia de instalación máx.: 15 KW</p>			15	2,5	37,5	900
15	METAL	EQUIPO SOLDADUR A MIG 3	LINCON 300 CV350LF 72	<p>Peso: 448 lbs. (203 kgs.)  Rango de salida: 50-400 A DC; 7-37 V  Acero dulce, acero inoxidable, aluminio y aleaciones.  Dimensiones: 514 x 560 x 772  Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz  Campo de regulación de la corriente: 20/80 A  Potencia de instalación máx.: 15 KW</p>			15	3,5	52,5	1260
16	METAL	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 01	LINCOLN 225	<p>Voltaje. 230V  Frecuencia: 60Hz  Amperios: 50A</p>	230	50	11,5	4	46	1104
17	METAL	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 02	LINCOLN 225	<p>Voltaje. 230V  Frecuencia: 60Hz  Amperios: 50A</p>	230	50	11,5	1	11,5	276

18	METAL	CNC PERFORADORA ALUMINIO	TEKNA	<p>Programación CNC en NC TOOL</p> <p>Dimensiones: 6,2x3,4x2,5m</p> <p>Herramienta de corte: Broca.</p> <p>Potencia Max. 7 KW.</p> <p>Área de trabajo sin twin: 4000x7000 mm</p> <p>Máxima presión de entrada: 6 a 7 bar</p> <p>Velocidad Máxima: 60 m/1' X, 14 m/1' y 15m/1' Z</p> <p>Peso: 2,5 Ton</p> <p>Consumo aire: 150NI/ciclo, Nivel de ruido: 89 dB</p>			7	4,5	31,5	756
19	METAL	ESQUIPO SOLDADURA A TIG	SELCO 350	<p>Soldadora de Electrodo de tungsteno, con protección de gas inerte (TIG.)</p> <p>Dimensiones: 610x530x635mm</p> <p>Peso: 105 Kg</p> <p>Potencia activa: 6.9KW</p>			6,9	1	6,9	165,6
20	METAL	TRONZADORA ALUMINIO	TEKNA TK 101 A 2008	<p>Potencia: 1,5 KW</p> <p>Frecuencia : 50 - 60 Hz</p> <p>Peso: 200 Kg</p> <p>Voltaje: 220-3</p> <p>Presión: 6/7 Bar</p>			1,5	1,5	2,25	54
21	METAL	CORTADORA DE TUBOS	HOLLYWOOD C-275-2A 2008	<p>Cortadora de tubo Neumática.</p> <p>Dimensiones: 135x140x90 cm</p> <p>Motor: 2HP</p> <p>Voltaje: 220</p> <p>Área de trabajo: 6x09m</p>			1,5	2,5	3,75	90

22	METAL	PLASMA MANUAL	CEBORA PLASMA PROF 80	Corte en plasma manual Peso: 85 Kg. Consumo de aire: 150 lt/min 4.7 bar Dimensiones: 514 x 560 x 772 Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz Campo de regulación de la corriente: 20/80 A Potencia de instalación máx.: 15 KW			15	0,1	1,5	36
23	METAL	COMPREDOR DE TORNILLO	KAISER	Caudal nominal: 50/60 Hz Presión fin: 125 PSI Voltaje 208/230/460 V /3Ph/60Hz Peso: 393 Kg Tipo: Aircenter SM 15 Potencia: 15 HP			11,2	6	67,2	1612,8
24	METAL	BOMBILLOS	PHILLIPS	Potencia 250 W Cantidad:3			0,75	2	1,5	36
25	METAL	BOMBILLOS		Potencia 85 W Cantidad:21			1,785	6	10,71	257,04
26	METAL	BOMBILLOS		Potencia 55 W Cantidad:1			0,055	5	0,275	6,6
27	METAL	CALENTADOR DUCHA	BOCCHERINI	Cantidad:1 Voltaje: 110V	110	30	3,3	0,25	0,825	19,8
28	METAL	MICROONDAS	ELECTROLUX	Cantidad:2 Capacidad: 20 L Voltaje: 120 V Frecuencia: 60Hz Potencia: 1200W			2,4	0,5	1,2	28,8
29	METAL	NEVERAS		Cantidad:1 Voltaje: 115V	115	1,8	0,207	6	1,242	29,808

30	COLD	VENTOSA	MENDIZ ABAL	Caudal nominal: 50/60 Hz Presión fin: 2 mbar Tensión: trifásico: 400/ 220 v- Monofásico: 220 v Potencia de motor: 0,55 kW Velocidad mínima de giro: 50 /60 Hz Nivel sonoro DIN 45635 -59 DB			0,55	1	0,55	13,2
31	COLD	PUENTE GRUA	CENTRO ACEROS	Capacidad. 5 Ton Marca del polipasto: Hyundai HP: 5,5 kW			5,5	2	11	264
32	COLD	TALADRO DE BANCO 02	2006	Volt. 110V Amperios: 12,5A Frecuencia: 60Hz RPM:1720 Pot. 0,55Kw			0,55	0,05	0,0275	0,66
33	COLD	TALADRO DE BANCO 03		Volt. 110V Amperios: 12,5A Frecuencia: 60Hz RPM:1720 Pot. 0,55Kw			0,55	0,05	0,0275	0,66
34	COLD	ESMERIL 02	DeWALT 2014	Heavy Duty 8" RPM:3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz	120	4,2	0,504	0,08	0,04032	0,96768
35	COLD	ESMERIL 03	2007	Heavy Duty 8" RPM:3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz	120	4,2	0,504	0,03	0,01512	0,36288

36	COLD	BOMBA DE VACIO	BOMBAS HYDRAL LTDA. 2008	MOTOR EL16 Frecuencia 60Hz RPM:1750 Voltaje: 220V			5,5	6	33	792
37	COLD	COMPRESOR DE PISTONES	2011	Frecuencia 60Hz RPM:1730 Voltaje: 220/440V Amperaje: 20,2/10,4A Potencia: 5,5Kw/7,5HP			5,5	1	5,5	132
38	COLD	RAYADORA	-----	Volt. 220/440 Frecuencia: 60 Hz			0,75	0,1	0,075	1,8
39	COLD	LIJADORA	HOLLYWOOD 5260K 2009	Motor: 27,5 Hp Frecuencia: 60Hz Voltaje: 220V			20	0,03	0,6	14,4
40	COLD	ESCUADREADORA	HOLLYWOOD SS-320GH 2008	Potencia: 7,5HP Voltaje. 220V Frecuencia: 60Hz			5,5	0,5	2,75	66
41	COLD	EXTRACTOR 01	HOLLYWOOD 2008	Potencia: 5HP Voltaje. 220V Frecuencia: 60Hz Amperios: 14A RPM:3450			3,73	0,03	0,1119	2,6856
42	COLD	EXTRACTOR 02	HOLLYWOOD 2009	Potencia: 5HP Voltaje. 220V Frecuencia: 60Hz Amperios: 14A RPM:3450			3,73	0,2	0,746	17,904

43	COLD	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 04	LINCOL N 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,3	3,45	82,8
44	COLD	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 05	LINCOL N 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,3	3,45	82,8
45	COLD	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 06	LINCOL N 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,3	3,45	82,8
46	COLD	RECTIFICA DOR		Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 26A	220	26	5,72	2	11,44	274,56
47	COLD	EQUIPO SOLDADUR A MIG 3	LINCOL N ELECTRIC CV-300	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 26A 3 FASES	220	67	25,5	0,3	7,65006	183,60144
48	COLD	LLAVE DE IMPACTO 02	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	0,5	0,4	9,6

49	COLD	LLAVE DE IMPACTO 03	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	0,5	0,4	9,6
50	COLD	LLAVE DE IMPACTO 04	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	1	0,8	19,2
51	COLD	PULIDORA GRANDE 01	DeWALT 2014	Amperios 15.0 Amperios Salida máxima de vatios 3.000W Potencia 4.1 HP RPM 8.000 rpm			3	0,5	1,5	36
52	COLD	PULIDORA GRANDE 02	DeWALT 2014	Amperios 15.0 Amperios Salida máxima de vatios 3.000W Potencia 4.1 HP RPM 8.000 rpm			3	0,5	1,5	36
53	COLD	PULIDORA PEQUEÑA 01	DeWALT 2015	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,08	0,06	1,44
54	COLD	PULIDORA PEQUEÑA 02	DeWALT 2014	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,5	0,375	9

55	COLD	SIERRA ALTERNATI VA	DeWALT 2015	1 1/8 STROKE Voltaje: 120V Frecuencia: 60Hz Amperios: 10A	120	10	1,2	0,5	0,6	14,4
56	COLD	TALADRO 3/8 01	DeWALT 2014	Amps 5,4 Amps Potencia 650 W RPM 0-2800 rpm Tamaño del Mandril 3/8"			0,65	0,08	0,052	1,248
57	COLD	TALADRO 1/2 01	DeWALT 2014	Amps 7,8 Amps Potencia 900 W RPM 0-600 rpm Tamaño del Mandril 1/2"			0,9	0,08	0,072	1,728
58	COLD	RECTIFICA DOR	LINCOL N ELECTRI C RX300	Voltaje:220V Amperios:80A Potencia: 10Kw	220	80	10	4	40	960
59	COLD	BOMBILLO S	PHILLIP S	Potencia 250 W Cantidad:9			2,25	2	4,5	108
60	COLD	BOMBILLO S		Potencia 55 W Cantidad:4			0,055	5	0,275	6,6
61	COLD	CALENTAD OR DUCHA	BOCCH ERINI	Cantidad:1 Voltaje: 110V	110	30	3,3	0,25	0,825	19,8
62	COLD	MICROOND AS	ELECTR OLUX	Cantidad:2 Capacidad: 20 L Voltaje: 120 V Frecuencia: 60Hz Potencia: 1200W			2,4	0,5	1,2	28,8
63	COLD	NEVERAS		Cantidad:1 Voltaje: 115V	115	1,8	0,207	6	1,242	29,808

64	FURGONES	TALADRO 3/8 02	DeWALT 2014	Amps 5,4 Amps Potencia 650 W RPM 0-2800 rpm Tamaño del Mandril 3/8"			0,65	0,08	0,052	1,248
65	FURGONES	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 07	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,08	0,92	22,08
66	FURGONES	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 08	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,5	5,75	138
67	FURGONES	ESMERIL	DeWALT 2014	Heavy Duty 8" RPM:3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz	120	4,2	0,504	0,08	0,04032	0,96768
68	FURGONES	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 09	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	1	11,5	276
69	FURGONES	COMPRESOR DE PISTONES		Frecuencia 60Hz RPM:1730 Voltaje: 220/440V Amperaje: 20,2/10,4A Potencia: 5,5Kw/7,5HP			5,5	2	11	264
70	FURGONES	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 10	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	1	11,5	276

71	FURGONES	EQUIPO SOLDADURA REVESTIDA 11	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	1	11,5	276
72	FURGONES	COMPRESOR DE PISTONES		Voltios: 220V Frecuencia:60 Amperios: 20A 3 fases RPM:3510	220	20	4,4	2	8,8	211,2
73	FURGONES	TALADRO 3/8 01	DeWALT 2014	Amps 5,4 Amps Potencia 650 W RPM 0-2800 rpm Tamaño del Mandril 3/8"			0,65	0,08	0,052	1,248
74	FURGONES	PULIDORA PEQUEÑA 01	DeWALT 2015	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,08	0,06	1,44
75	FURGONES	PULIDORA PEQUEÑA 02	DeWALT 2015	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,08	0,06	1,44
76	FURGONES	COMPRESOR DE PISTONES	2011	Frecuencia 60Hz RPM:1730 Voltaje: 220/440V Amperaje: 20,2/10,4A Potencia: 5,5Kw/7,5HP			5,5	2	11	264
77	FURGONES	ESMERIL	DeWALT	Heavy Duty 8" RPM:3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz	120	4,2	0,504	0,08	0,04032	0,96768

78	FURGONES	TALADRO DE BANCO		Volt. 110V Amperios: 12,5A Frecuencia: 60Hz RPM:1720 Pot. 0,55Kw			0,55	0,1	0,055	1,32
79	FURGONES	TALADRO 3/8 01	DeWALT 2015	Amps 5,4 Amps Potencia 650 W RPM 0-2800 rpm Tamaño del Mandril 3/8"			0,65	0,5	0,325	7,8
80	FURGONES	PULIDORA PEQUEÑA 01	DeWALT 2015	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,5	0,375	9
81	FURGONES	RECTIFICADOR		Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 26A	220	26	5,72	1	5,72	137,28
82	FURGONES	EQUIPO SOLDADURA REVESTIDA 12	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	1	11,5	276
83	FURGONES	BOMBILLOS		Potencia 250 W Cantidad: 6			0,25	2	0,5	12
84	ESTACAS	EQUIPO SOLDADURA REVESTIDA 13	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,5	5,75	138
85	ESTACAS	EQUIPO SOLDADURA REVESTIDA 14	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	0,5	5,75	138

86	ESTACAS	EQUIPO SOLDADUR A MIG 4	REHM	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 34A 3 FASES	220	34	12,9	1	12,9404	310,5696
87	ESTACAS	EQUIPO SOLDADUR A MIG 5	REHM	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 34A 3 FASES	220	34	12,9	1	12,9404	310,5696
88	ESTACAS	EQUIPO SOLDADUR A MIG 6	MILLER MATIC 250	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 34A 3 FASES	220	50	7,7	1	7,7	184,8
89	ESTACAS	EQUIPO SOLDADUR A MIG 7	POWER MIG 255C		220	56	12,3	1	12,32	295,68
90	ESTACAS	ESMERIL	DeWALT	Heavy Duty 8" RPM:3600 Amperaje: 4,2A Volt. 120V Frecuencia 60 Hz	120	4,2	0,5	0,08	0,04032	0,96768
91	ESTACAS	TALADRO DE BANCO		Volt. 110V Amperios: 12,5A Frecuencia: 60Hz RPM: 1720 Pot. 0,55Kw			1,5	0,1	0,15	3,6
92	ESTACAS	COMPRESOR DE PISTONES		Frecuencia 60Hz RPM:1730 Voltaje: 220/440V Amperaje: 20,2/10,4A Potencia: 5,5Kw/7,5HP			5,5	1	5,5	132
93	ESTACAS	EQUIPO SOLDADUR A REVESTIDA 15	LINCOLN 225	Voltaje. 230V Frecuencia: 60Hz Amperios: 50A	230	50	11,5	1	11,5	276

94	ESTACAS	LLAVE DE IMPACTO	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	1	0,8	19,2
95	ESTACAS	LLAVE DE IMPACTO	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	1	0,8	19,2
96	ESTACAS	LLAVE DE IMPACTO	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	1	0,8	19,2
97	ESTACAS	TALADRO 3/8 01	DeWALT 2014	Amps 5,4 Amps Potencia 650 W RPM 0-2800 rpm Tamaño del Mandril 3/8"			0,65	1	0,65	15,6
98	ESTACAS	COMPRESOR DE PISTONES	2011	Frecuencia 60Hz RPM:1730 Voltaje: 220/440V Amperaje: 20,2/10,4A Potencia: 5,5Kw/7,5HP			5,5	3	16,5	396

99	ESTACAS	EQUIPO SOLDADURA MIG 6	LINCON 400 CV400LF 72	Peso: 448 lbs. (203 kgs.) Rango de salida: 50-400 A DC ; 7-37 V Acero dulce, acero inoxidable, aluminio y aleaciones. Dimensiones: 514 x 560 x 772 Alimentación trifásica: 230-400-415/440V; 50/60 Hz Campo de regulación de la corriente: 20/80 A Potencia de instalación máx.: 15 KW			15	1	15	360
100	ESTACAS	LLAVE DE IMPACTO	DeWALT	Amps 7,5 Amps Potencia 800 W Tamaño del Cuadrante 1/2" Torque 345 pies/lb RPM 0-2100 rpm Impactos 2.700 ipm			0,8	2	1,6	38,4
101	ESTACAS	PULIDORA PEQUEÑA 01	DeWALT 2015	Potencia 750W Amps 7 Amps Velocidad 11.000 rpm Bloqueo del eje Sí			0,75	0,08	0,06	1,44
102	ESTACAS	BOMBILLOS	PHILLIPS	Potencia 250 W Cantidad:3			0,75	2	1,5	36
103	ESTACAS	LAMPARAS		Potencia 32 W Cantidad:1			0,128	3	0,384	9,216
104	ESTACAS	CALENTADOR DUCHA	BOCCHERINI	Cantidad:1 Voltaje: 110V	110	30	3,3	0,25	0,825	19,8

105	ESTACAS	MICROONDAS	ELECTROLUX	Cantidad:2 Capacidad: 20 L Voltaje: 120 V Frecuencia: 60Hz Potencia: 1200W			2,4	0,3	0,72	17,28
106	ESTACAS	NEVERAS		Cantidad:1 Voltaje: 115V	115	1,8	0,207	6	1,242	29,808
107		DISPENSADOR	ENAXXION	Cant. 4 Voltaje: 120V Frecuencia 60Hz Potencia calefacción: 420W Potencia refrigeración: 65 W Corriente:0,4A			1,94	4	7,76	186,24
108	ALMACEN	PC		Cantidad 1			0,5	9	4,5	108
109	TORRE 1	PC		Cantidad. 8			0,5	9	4,5	108
110	TORRE 1	DISPENSADOR	ENAXXION	Cant. 1 Voltaje: 120V Frecuencia 60Hz Potencia calefacción: 420W Potencia refrigeración: 65 W Corriente:0,4A			0,485	5	2,425	58,2
111	TORRE 1	NEVERAS		Cantidad:1 Voltaje: 115V	115	1,8	0,207	8	1,656	39,744
112	TORRE 1	AIRE ACONDICIONADO	ELECTROLUX	Cant. 1 Capacidad. 24000 BTU Corriente: 12,3A Potencia: 2700 W Voltaje: 220V Frecuencia 60Hz			2,7	6	16,2	388,8

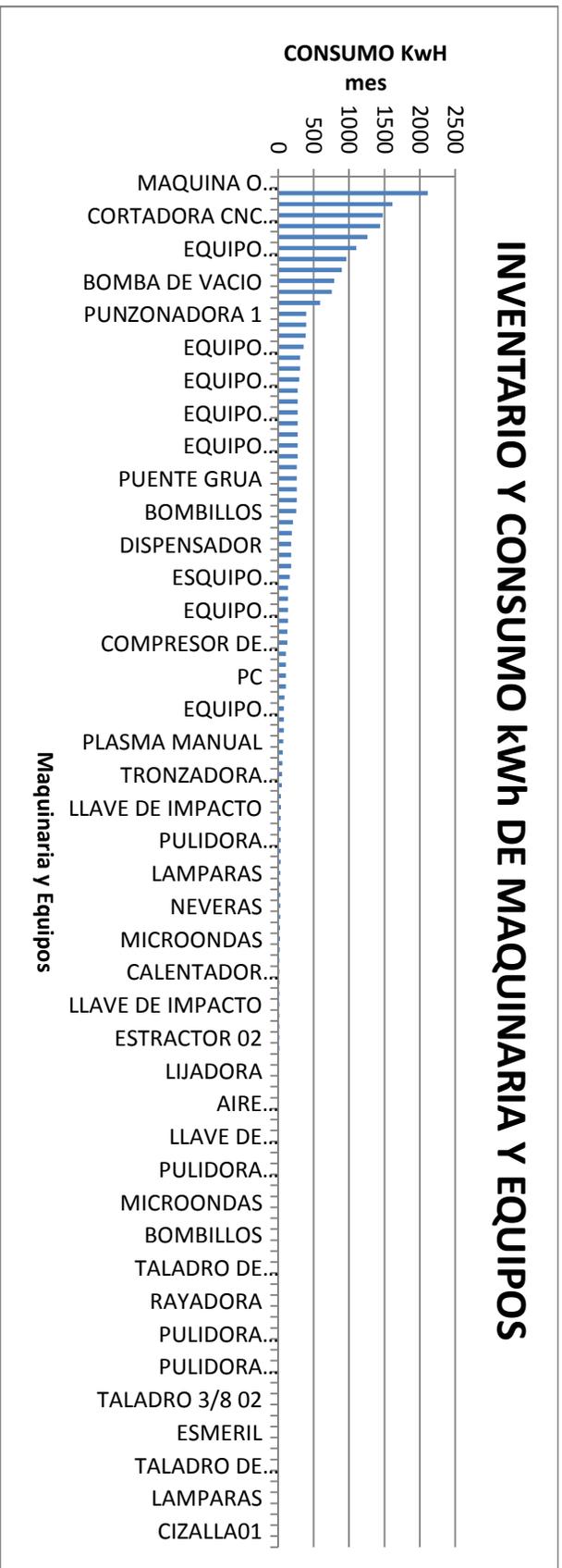
113	TORRE 1	AIRE ACONDICIONADO	ELECTROLUX	Cant. 3 Capacidad. 24000 BTU Corriente: 12,3A Potencia: 2700 W Voltaje: 220V Frecuencia 60Hz			5,4	0,1	0,54	12,96
114	TORRE 1	MICROONDAS		Cantidad:1 Capacidad: 20 L Voltaje: 120 V Frecuencia: 60Hz Potencia: 1200W			1,2	0,25	0,3	7,2
115	TORRE 1	VIDEOBEAM	EPSON		120	2,3	0,276	0,03	0,00828	0,19872
116	TORRE 1	LAMPARAS		Cant. 10			0,32	0,03	0,0096	0,2304
117	TORRE 1	BOMBILLOS		Cant. 4			0,1	0,03	0,003	0,072
118	TORRE 2	PC		Cant. 12			0,5	9	4,5	108
119	TORRE 2	VIDEOBEAM	EPSON		120	2,3	0,276	0,25	0,069	1,656
120	TORRE 2	NEVERAS		Cantidad:1 Voltaje: 115V	115	1,8	0,207	6	1,242	29,808
121	TORRE 2	MICROONDAS		Cantidad:1 Capacidad: 20 L Voltaje: 120 V Frecuencia: 60Hz Potencia: 1200W			1,2	0,15	0,18	4,32
122	TORRE 2	LAMPARAS		Cantidad 10			0,32	4	1,28	30,72

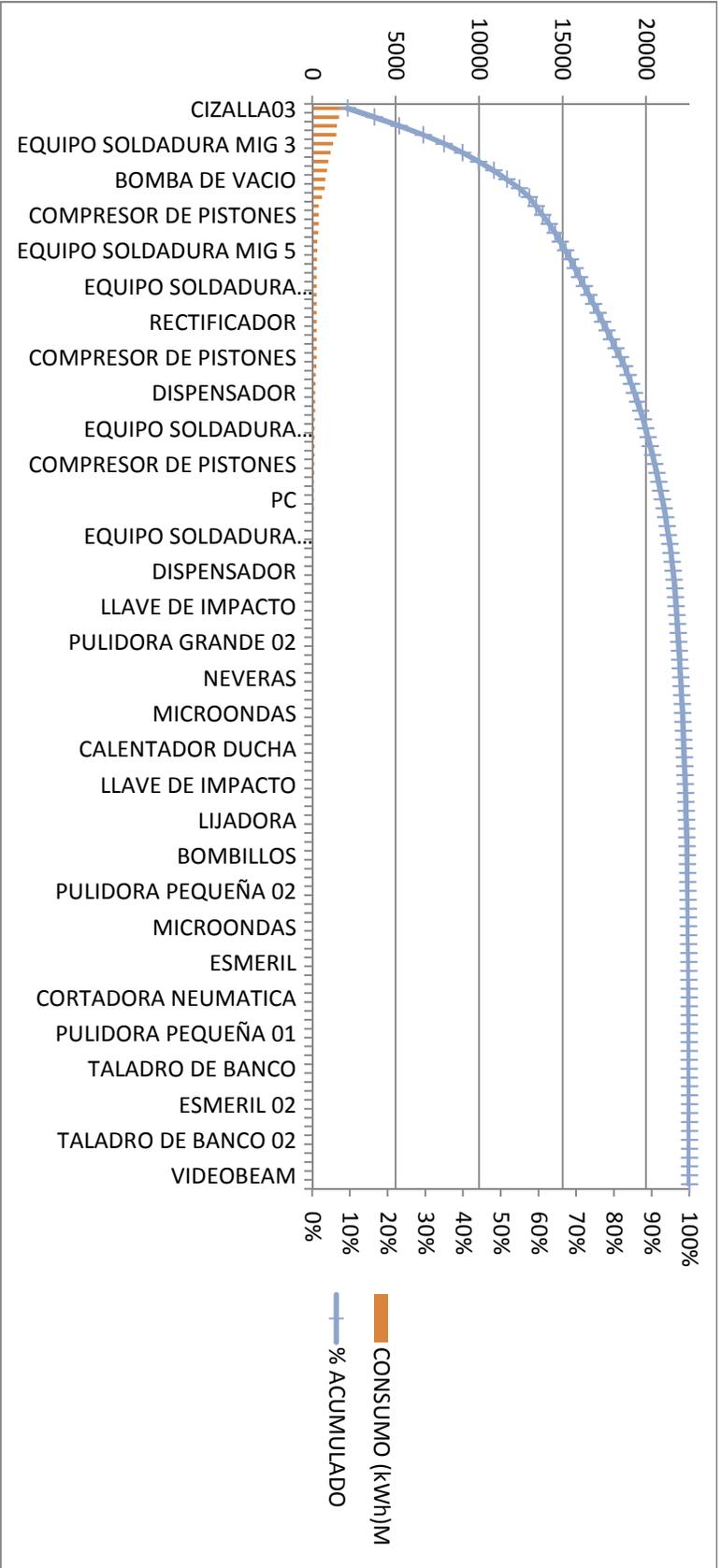
12 3	TORRE 2	AIRE ACONDICIO NADO	ELECTR OLUX	Capacidad. 24000 BTU Corriente: 12,3A Potencia: 2700 W Voltaje: 220V Frecuencia 60Hz			2,7	3	8,1	194,4
									<b>941</b>	<b>22595</b>



## B. Anexo: Graficas de caracterización.

Grafica de consumos.





## 6. Bibliografía.

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 150–168.  
<http://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>
- About ENERGY STAR. (n.d.). Retrieved May 31, 2015, from  
<https://www.energystar.gov/about>
- Askounis, D. T., & Psarras, J. (1998). Information system for monitoring and targeting (M&T) of energy consumption in breweries. *Energy*, 23(5), 413–419.  
[http://doi.org/10.1016/S0360-5442\(97\)00107-2](http://doi.org/10.1016/S0360-5442(97)00107-2)
- Bunse, K., Vodicka, M., Schönsleben, P., Brühlhart, M., & Ernst, F. O. (2011). Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of Cleaner Production*, 19(6–7), 667–679. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.11.011>
- Campos, J. C. (2008). Guía para la implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Universidad Autónoma de Occidente.
- Campos, J. C. (2009). Nueva herramienta para la medición y el control de la eficiencia energética en la gestión de procesos empresariales. *Memorias de XI Semana Técnica de Ingeniería.*, 76–86.
- C. Caffal. (1996). Energy Management in Industry Analysis Series 17Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies (CADDET), Sittard, The Netherlands.
- Del Pilar, R. (2013). *MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO POR PROCESO HÚMEDO A TRAVÉS DE LA*

*IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA.*

Universidad Autónoma de Occidente.

ISO 50001. (2011).

Kalaiselvam, S., & Parameshwaran, R. (2014). Chapter 1 - Energy and Energy

Management. In S. K. Parameshwaran (Ed.), *Thermal Energy Storage*

*Technologies for Sustainability* (pp. 1–19). Boston: Academic Press. Retrieved

from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124172913000013>

Kannan, R., & Boie, W. (2003). Energy management practices in SME—case study of a

bakery in Germany. *Energy Conversion and Management*, *44*(6), 945–959.

[http://doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00079-1](http://doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00079-1)

Las Naciones Unidas y el cambio climático. (n.d.). Retrieved May 30, 2015, from

<http://www.un.org/es/climatechange/kyoto.shtml>

Ministerio de Minas y Energía. Ley No. 697 (Ley URE), Pub. L. No. 697 (2001).

Ramírez, C. A., Patel, M., & Blok, K. (2005). The non-energy intensive manufacturing

sector.: An energy analysis relating to the Netherlands. *Energy*, *30*(5), 749–767.

<http://doi.org/10.1016/j.energy.2004.04.044>

Roel, V. (1998). *La tercera revolución industrial y la era del conocimiento*. UNMSM.

Thollander, P., & Dotzauer, E. (2010a). An energy efficiency program for Swedish

industrial small- and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*,

*18*(13), 1339–1346. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.020>

Thollander, P., & Dotzauer, E. (2010b). An energy efficiency program for Swedish

industrial small- and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*,

*18*(13), 1339–1346. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.020>

- Thollander, P., & Ottosson, M. (2010). Energy management practices in Swedish energy-intensive industries. *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1125–1133.  
<http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.04.011>
- Unidad de Planeación Minero Energética, UPME. Ministerio de Minas y Energía.  
Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía. Programa CONOCE, Pub. L. No. 0165 de 2001 (2001).
- UPME. (2014). *Resumen Ejecutivo*. Ministerio de Minas y Energía.
- U.S. Energy Information Administration. (2010). *International Energy Outlook 2010* (No. DOE/EIA-0484(2010)). Retrieved from  
[http://www.eia.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2010\).pdf](http://www.eia.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2010).pdf).
- Väisänen, H. (2010). *Guidebook for Energy Audit Programme Developers*. Retrieved from  
[http://www.motiva.fi/en/areas\\_of\\_operation/projects\\_and\\_campaigns/save\\_ii\\_projects](http://www.motiva.fi/en/areas_of_operation/projects_and_campaigns/save_ii_projects)