

**PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA
SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A**

ANDRÉS FELIPE CAMELO RAMÍREZ

Director:

**INGENIERO
NESTOR CORONADO**

Codirector:

**INGENIERO
HERNÁN JOSÉ ARIAS**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
2012**

8 de enero 2013

Señores

COMITÉ DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Señores Comité de Carrera:

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado "PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A", elaborada por el(los) estudiante(s) Andrés Felipe Camelo Ramírez, C.C. 1032425924, en mi calidad de Director.

Declaro conocer y aceptar el reglamento y disposiciones de los trabajos de grado en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.

Cordialmente,


Ing. Néstor Coronado
Director del Trabajo de Grado

ANEXO 2

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES (Licencia de uso)

Bogotá, D.C., _____ 10 Enero 2013 _____

Señores
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.
Pontificia Universidad Javeriana
Ciudad

Los suscritos:

Andrés Felipe Camelo Ramírez , con C.C. No 1032425924
_____, con C.C. No _____
_____, con C.C. No _____

En mi (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:
PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA
SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A

(por favor señale con una "x" las opciones que apliquen)

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: Si No

cual:
presentado y aprobado en el año 2012 , por medio del presente escrito autorizo
(autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente
licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se
indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida
será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la
presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de
datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio,
son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	
6. La inclusión en la Biblioteca Digital PUJ (Sólo para la totalidad de las Tesis Doctorales y de Maestría y para aquellos trabajos de grado que hayan sido laureados o tengan mención de honor.)	X	

**Andrés Felipe Camelo R.*

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Industrial

→ *Andrés Felipe Gomb R*

Andrés Felipe Camelo R.

**ANEXO 3
BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO**

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS O TRABAJO DE GRADO						
PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
AUTOR O AUTORES						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Camelo Ramírez			Andrés Felipe			
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Coronado Zambrano Hernán José			Néstor Julio Arias Bechera			
FACULTAD						
Ingeniería						
PROGRAMA ACADÉMICO						
Tipo de programa (seleccione con "x")						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
X						
Nombre del programa académico						
Ingeniería industrial						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
Ing. Joseph R. Voelkl P.						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero Industrial						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
Bogotá		2012			135	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
X		X	X		X	
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						
MATERIAL ACOMPAÑANTE						

Andrés Felipe Camelo R.

Andres Felipe Carreón R

TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. <i>(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).</i>					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Norma ISO 50001			ISO 50001		
Uso Racional de Energía			Rational use of energy		
Sistema de Gestión Energética			Energy Management System		
Reencauche			Retreading		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>En este trabajo de grado se estudió y analizó el sistema eléctrico de la Empresa AUTOMUNDIAL S.A., el cual se utilizó la metodología Propuesta por el Sistema de Gestión Energética (SGIE) de la Universidad de Atlántico y la Universidad Autónoma de Occidente en sus grupos de investigación KAI y GIEM respectivamente, contando con la financiación de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), además se analizó la norma ISO 50001 para su futura implementación. Finalmente se evaluaron las posibles propuestas de mejora con relación a los indicadores financieros.</p> <p>In this work was studied and analyzed the electrical system of AUTOMUNDIAL S.A., Company, base on the methodology proposed by the Integrated System Management energetic (SGIE) made by Universidad de Atlántico and Universidad Autónoma de Occidente in their research groups KAI and GIEM respectively, with funding from Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), also analyzed the norm ISO 50001 for a future implementation. Finally evaluated the improvement proposals base on financial indicators.</p>					
Andres Felipe Carreón R					

**PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA
SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A**

ANDRÉS FELIPE CAMELO RAMÍREZ



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
2012**

**PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA
SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A**

ANDRÉS FELIPE CAMELO RAMÍREZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director:

**INGENIERO
NESTOR CORONADO**

Codirector:

**INGENIERO
HERNÁN JOSÉ ARIAS**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
2012**

DEDICATORIA

Emotivamente a Dios, mis padres, mis hermanos, familiares, Ana María Forero, al Ingeniero Hernán Arias quien me facilitó realizar mi trabajo de grado en la empresa y al Ingeniero Néstor Coronado quien me guío en la realización de este trabajo.

Gracias por apoyarme incondicionalmente a lo largo de esta carrera y en mi vida.

CONTENIDO

	Pág.
1 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 MARCO TEÓRICO	12
3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	12
3.2 SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)	12
3.3 HERRAMIENTAS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA.	13
3.3.1 Principio de Pareto	13
3.3.2 Diagramas de dispersión y correlación lineal	14
3.3.3 Gráfico de Consumo - Producción (E Vs. P)	15
3.3.4 Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC Vs. P)	15
3.3.5 Gráfico de control	16
3.3.6 Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo (E – P Vs. T).	18
3.3.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas (Cusum)	18
3.3.8 Diagrama Energético-Productivo	19
3.4 NORMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA NTC 50001	20
3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	20
4 CARACTERIZACIÓN ENÉRGICA SGIE	22
4.1 DESCRIPCIÓN PRELIMINAR	22

4.2 MEDICIÓN DEL CONSUMO EQUIPOS ELÉCTRICOS	34
4.3 DIAGRAMA PARETO Y ESTRATIFICACIÓN	34
4.3.1 Justificación preliminar	34
4.3.1 Análisis Pareto	35
4.4 ESTRATIFICACIÓN	37
4.4.1 Análisis Estratificación (Compresor (70%))	41
4.4.2 Análisis Estratificación (Raspado)	41
4.4.3 Análisis Estratificación (Vulcanizado)	41
4.4.4 Análisis Estratificación (Ciclón)	41
4.5 DIAGRAMA ENERGÉTICO PRODUCTIVO	41
4.6 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN	43
4.6.1 Análisis Correlación	44
4.7 GRÁFICO DE CONTROL	47
4.7.1 Análisis gráfico de control	48
4.8 GRÁFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO	50
4.8.1 Análisis gráfico de consumo y producción en el tiempo	52
4.9 DIAGRAMA DE CONSUMO – PRODUCCIÓN	53
4.9.1 Análisis diagrama de consumo – producción	54
4.10 DIAGRAMA DE CONSUMO – PRODUCCIÓN META PROPUESTA	55
4.10.1 Análisis diagrama de consumo – producción meta	56
4.11 DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO – PRODUCCIÓN	58
4.11.1 Análisis diagrama índice de consumo – producción	60
4.12 GRÁFICO DE TENDENCIA (CUSUM)	60
4.12.1 Análisis gráfico de tendencia (CUSUM)	60
4.13 DEFINICIÓN Y ELABORACIÓN DE INDICADORES	61
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
6 ANÁLISIS NORMA NTC 50001	65
6.1 IDENTIFICAR POSIBLES CAMBIOS QUE REQUIERE LA EMPRESA PARA SU IMPLEMENTACIÓN.	65
7 PROPUESTA	68

7.1 ANÁLISIS PROPUESTA	80
8 CONCLUSIONES	91
9 RECOMENDACIONES	93
10 BIBLIOGRAFÍA	95
11 ANEXOS	101

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A Plano sección Reencauche.....	100
ANEXO B Empresas de Reencauche en Colombia	102
ANEXO C Incremento costos energía eléctrica.....	104
ANEXO D Metodología	108
ANEXO E Encuesta Diagnostico energético	112
ANEXO F Fotos procesos reencauche	118

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Bloques del proceso de Reencauche de Llantas.....	3
Figura 2. Diagrama de Pareto	13
Figura 3. Diagrama de Dispersión Consumo vs Producción.....	14
Figura 4. Gráfico de Consumo - Producción.....	15
Figura 5. Índice de consumo Vs. Producción.....	16
Figura 6. Gráfico de control	17
Figura 7. Gráfico de control energético.....	17
Figura 8. Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.	18
Figura 9. Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas.	19
Figura 10. Diagrama Energético-Productivo.	20
Figura 11. Organigrama AUTOMUNDIAL S.A.	25
Figura 12. Diagrama de flujo proceso productivo sección de reencauche	26
Figura 13. Diagrama energético – productivo planta	42
Figura 14. Modelo de sistema de gestión de la energía, ISO 50001	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Mercado del Reencauche en Colombia	5
Tabla 2. Descripción de la empresa.....	23
Tabla 3. Datos Energéticos AUTOMUNDIAL S.A.	27
Tabla 4. Descripción de los sistemas energéticos y equipos asociados (sistemas eléctricos)	29
Tabla 5. Pareto Sistemas Eléctrico Teórico	32
Tabla 6. Datos Pareto consumo kWh mes real	35
Tabla 7. Estratificación compresor.....	37
Tabla 8. Estratificación raspado.....	37
Tabla 9. Estratificación vulcanizado.....	37
Tabla 10. Datos de producción y consumo planta	44
Tabla 11. Análisis de las variables en el proceso de control	47
Tabla 12. Datos gráfico de control	47
Tabla 13. Tabla variación de la producción y el consumo en el tiempo.....	50
Tabla 14. Datos del consumo actual de energía eléctrica.....	54
Tabla 15. Datos filtrados consumo energía eléctrica.....	55
Tabla 16. Datos del consumo meta de energía eléctrica.	56
Tabla 17. Datos promedio de consumo	56
Tabla 18. Datos Índice de Consumo kWh/mes Real y Teórico	58
Tabla 19. Indicador Energético 1	61
Tabla 20. Indicador Energético 2	62
Tabla 21. Indicador Energético 3	62
Tabla 22. Indicador Energético 4	63
Tabla 23. Ficha técnica 1, banco de condensadores	80
Tabla 24. Ficha técnica 2, contador	81
Tabla 25. Ficha técnica 3, analizador de red.	82
Tabla 26. Ficha técnica 4, válvula anti-retorno.....	83

Tabla 27. Ficha técnica 5, tejas traslucidas.	84
Tabla 28. Ficha técnica 6, Panel solar.	85
Tabla 29. Ficha técnica 7, arrancador suave.	86
Tabla 31. Potencia desperdiciada por fugas en mangueras.....	87
Tabla 31. Estado actual del compresor.....	88
Tabla 32. Ficha técnica 8, arrancador suave.	89
Tabla 33. Ficha técnica 9, bombillas ahorradoras.....	90
Tabla 35. Empresas del Reencauche en Colombia	103
Tabla 36. Incremento costos energía eléctrica: Diciembre-2010 a Marzo-2012.	105

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Tarifa horaria del consumo eléctrico	4
Gráfico 2. Diagrama de Pareto para la planta de reencauche teórico	33
Gráfico 3. Diagrama de Pareto energía eléctrica real	36
Gráfico 4. Diagrama de Pareto compresor	38
Gráfico 5. Diagrama de Pareto raspado	39
Gráfico 6. Diagrama de Pareto vulcanizado	40
Gráfico 7. Prueba de Normalidad kWh mes – Anderson Darling	45
Gráfico 8. Diagrama de dispersión y correlación	46
Gráfico 9. Gráfico de control sección reencauche	49
Gráfico 10. Gráfico de consumo y producción en el tiempo.....	51
Gráfico 11. Gráfico de consumo y producción.....	53
Gráfico 12. Gráfico de consumo y producción meta propuesta	57
Gráfico 13. Gráfico índice de consumo y producción	59
Gráfico 14. Gráfico de tendencia (CUSUM)	60
Gráfico 15. Relación kWh – Mes	105
Gráfico 16. Relación Costo \$ – Mes	106
Gráfico 17. Variación mensual kWh – Mes.....	106
Gráfico 18. Variación mensual Costo – Mes.....	107

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografías 1. Procesos reencauche	119

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Plano Sección Reencauche	101

INTRODUCCIÓN

AUTOMUNDIAL S.A., es una empresa cuya principal actividad son los procesos del reencauche de llantas gastadas, en diferentes presentaciones. Estos procesos son llevados a cabo en la planta de producción, en donde se reencauchan llantas para todo tipo de camiones y maquinaria.

A nivel nacional AUTOMUNDIAL S.A., tiene una participación del mercado de un 23%, seguido de Goodyear con un 18% (Reencauchadores, 2011).

Cabe resaltar la gran cantidad de convenios que tiene AUTOMUNDIAL S.A con grandes empresas, entre las que se encuentra el sistema masivo de transporte TRANSMILENIO; de igual manera acuerdos con Cemex, Argos, Megabus, además de buses y microbuses alrededor de todo el país.

En Colombia el mercado del reencauche es inferior comparado con otros países, en Estados Unidos se estima que de cada 10 llantas nuevas, 14 llantas son reencauchadas, en cambio la relación en Colombia disminuye, de cada 10 llantas nuevas, 3 son reencauchadas (Angarita Ortiz & Zorro Coronel, 2011).

Las ciudades que registran mayor consumo en el mercado del reencauche en Colombia son Bogotá con el 51% y Medellín con un 25% (Wilches, 2009).

En la ciudad de Bogotá, la planta de AUTOMUNDIAL S.A, se encuentra dividida en dos secciones: el reencauche de llantas (ANEXO A) y la producción de bandas de rodamientos. La distribución de la planta, consta de sólo un nivel en donde están ubicadas las dos secciones nombradas.

El presente estudio se centrará únicamente en los procesos de reencauche de llantas.

Para realizar el proceso de producción de llantas reencauchadas son necesarios los procesos que se observan en la Figura 1 en los que se encuentran:

- Recolección de llantas en la ubicación del cliente

Se realiza la visita periódica a los clientes para recoger las llantas que se montarán en el camión de transporte para posteriormente trasladarlas a la planta de reencauche, donde serán recibidas.

- Recepción de las llantas

Se realiza el ingreso de las llantas al Sistema Informático Interno de Administración de las llantas (SICE), asignándole un código de barras que la identificará durante todo el proceso y así poder tener la trazabilidad.

- Inspección inicial

La carcasa es inspeccionada en aros, costado, hombros y corona, y en la parte interna de la llanta, para ser reencauchada evaluando sus condiciones.

- Raspado

Raspado uniforme de la banda de rodamiento, preparando el perfil y la textura para el reencauche. Este raspado se realizó a través de un equipo computarizado que permite tener una mayor exactitud.

- Preparado

Técnicos especializados tratan los daños de las llantas, permitiendo una recuperación integral de la estructura.

- Reparación

En esta etapa son aplicados los parches o unidades de reparación, para recuperar la estructura de la llanta en aquellas que lo necesiten.

- Cementado y relleno

Es la etapa en la cual se aplica cemento (caucho suspendido en solvente orgánico) para evitar oxidaciones de caucho y se rellenan los de surcos y ranuras.

- Embandado

La banda precurada (producida por Automundial S.A.) es preparada y aplicada.

- Envelopado y armado

Es allí en donde se prepara la llanta con un rin, un neumático y un envelope para establecer las condiciones de moldeo, listo para ser vulcanizado.

- Vulcanizado

A través de un proceso de alta presión y temperatura se realiza la vulcanización. Aquí renace una llanta reencauchada con la máxima calidad.

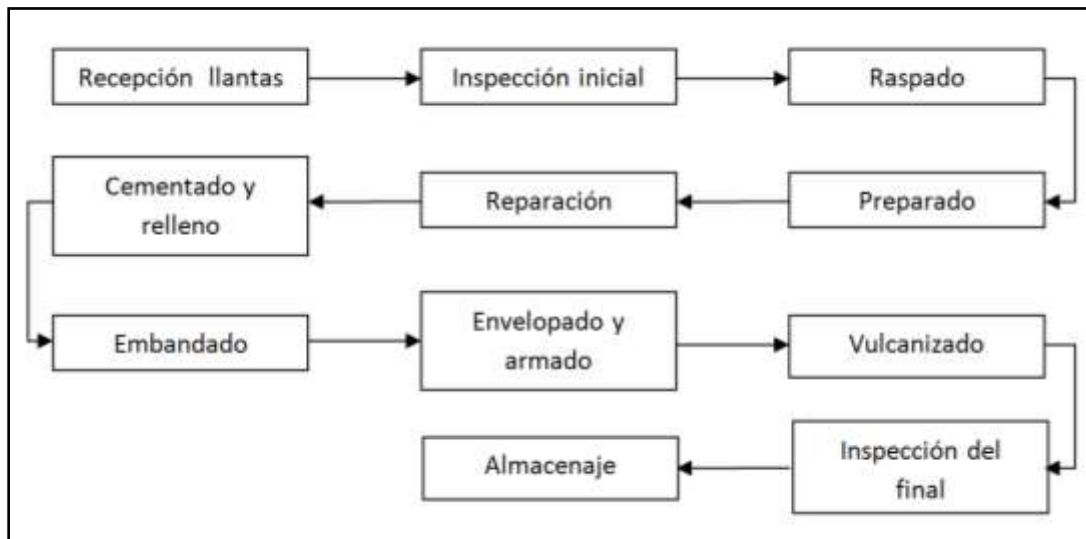
- Inspección final

Las llantas que salen de la cámara de vulcanización, son objeto de una rigurosa inspección para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos para la llanta reencauchada.

- Almacenaje

Las llantas reencauchadas son almacenadas en la bodega de producto terminado, para ser entregadas posteriormente al cliente (Nariño Molina , Peña Muñoz, & Nieto Villegas, 2010).

Figura 1. Diagrama de Bloques del proceso de Reencauche de Llantas



Fuente: AUTOMUNDIAL S.A, 2010.

Para la realización de las bandas de reencauche se emplean materias primas como: el caucho natural y el sintético; entre los sintéticos se encuentran el Butadieno-Estireno (SBR) y Butadieno (BR). De igual forma se aplican agentes plastificantes, vulcanizantes, activadores, protectores relleno (Negro de Humo), acelerantes, retardantes y peptizantes.

Descripción del sistema eléctrico de la planta

La planta está alimentada por dos subestaciones con transformadores de 400 y 800 kVA que reducen de 11300 voltios a 440/220 voltios, el circuito de reencauche es alimentado por el transformador de 400 kVA, el cual será fundamental para la realización de éste trabajo.

La energía es medida mediante un contador trifásico de forma indirecta, utilizando transformadores de corriente en el lado de baja tensión (220/127 voltios). Existe un

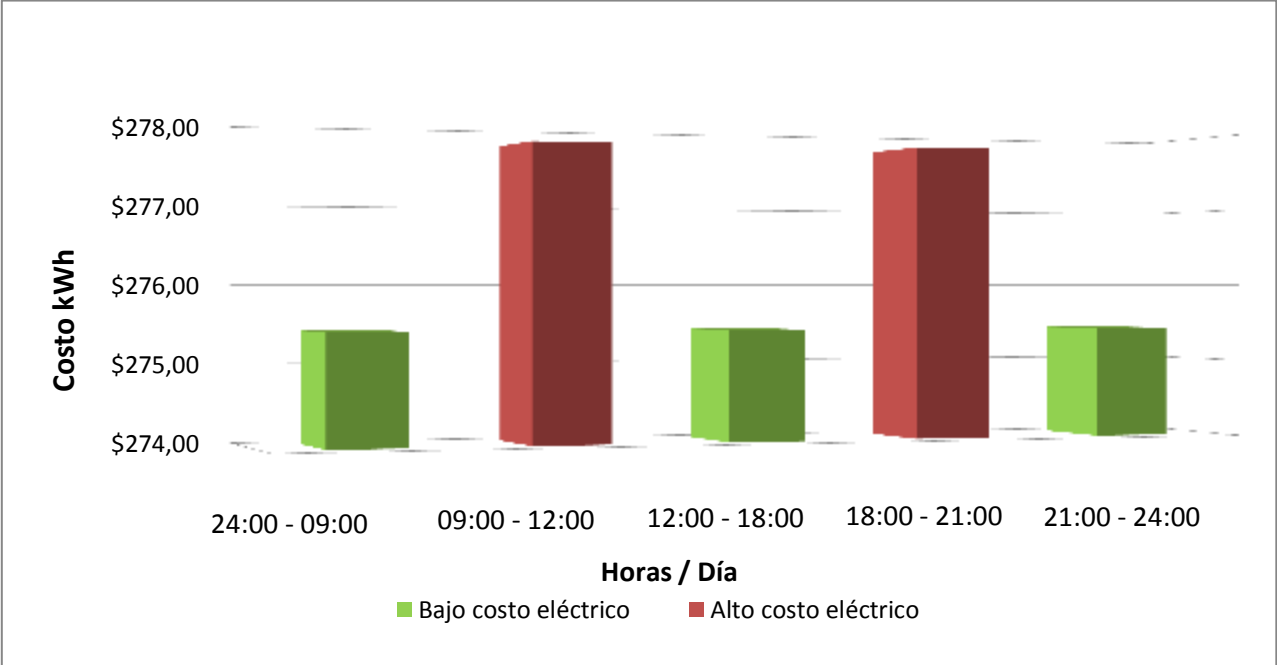
tablero general de distribución de donde se desprenden los circuitos de cada una de las máquinas y de los sistemas de alumbrado y servicios generales.

Se define AUTOMUNDIAL S.A, como un cliente no regulado, es decir es un consumidor que supera el nivel límite de consumo, lo cual le permite negociar libremente la tarifa de suministro de electricidad, siendo CODENSA S.A. E.S.P. su operador de red y el comercializador la Empresa de Energía del Pacífico S.A. EPSA E.S.P.

Se realizó la búsqueda de la tarifa horaria del consumo eléctrica de AUTOMUNDIAL S.A., encontrando que la empresa pertenece al sector no residencia nivel 2, (11.4 y 13.2 kV) el cual tiene opciones horarias de punta y fuera de punta con un costo de \$277,7855 kWh para horas de punta que son de 9:00 am a 12:00 p:m y de 18:00 a 21:00, el costo para fuera de punta es de 275,4257 kWh para horas 00:00 a 09:00, 12:00 a 18:00 y 21:00 a 24:00.

Con la anterior información se podrá planear la producción en las horas de fuera de punta logrando disminuir el costo sin que afecte la producción.

Gráfico 1. Tarifa horaria del consumo eléctrico



1 PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La empresa AUTOMUNDIAL S.A., fundada en 1916, inició como una empresa distribuidora de líneas importadas. En 1968 y en la actual sede de Bogotá, se inauguró la planta de reencauche en caliente; en 1977 deciden ir a la par de la tecnología e implementar el proceso de reencauche en frío o banda pre-curada. Con esta evolución AUTOMUNDIAL S.A., inaugura en 1988 y 1993 dos plantas más en Cali y Bucaramanga, respectivamente.

En el 2003 se inició un proceso de modernización para la planta de producción, con maquinaria europea de última tecnología, dejando a la empresa en los más altos niveles de calidad. La empresa invirtió más de 8.000 millones de pesos en maquinaria (AUTOMUNDIAL S.A, 2003) entre las que se destacan: la Inspeccionadora Spectra 540-2, Raspadora RAS DC 90, Embandadora RAS 200-COMPACT, Mezclador Bambury y Extrusora. En el 2004 AUTOMUNDIAL S.A. adquiere la compañía de reencauche Retécnica en Medellín. AUTOMUNDIAL. S.A., cuenta con cuatro plantas de reencauche ubicadas en Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín.

La Tabla 1 las principales empresas que conforman el mercado del reencauche en Colombia, evidenciando el porcentaje que tiene cada una en este mercado, indicando que AUTOMUNDIAL. S.A. es líder nacional en la industria de reencauche con un 23%, llegando a procesar cerca de 15.000 llantas al mes. Además cuenta con certificación ISO 9001:2008, certificación de procesos Icontec y Certified IQNet. Así mismo, lideró la creación de la Norma Técnica Colombiana para el reencauche de llantas NTC 5384.

Tabla 1. Mercado del Reencauche en Colombia

REENCAUCHADORA	PLANTAS	UNIDADES PROCESADAS PROMEDIO (Miles)	%MERCADO
AUTOMUNDIAL	4	14	23%
GOODYEAR	9	11	18%
MICHELIN	5	9	15%
REGIGANTES	1	4,5	8%
DURAL	2	2,5	4%
METROLLANTAS	1	1,3	2%
OTRAS	(1planta)	58	30%
TOTAL	80	60	100%

Fuente: Asociación Nacional de Reencauchadores, 2010.

PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN

Actualmente el 80% de la producción de llantas de reencauche está a cargo de 28 empresas a nivel nacional, entre estas se encuentra AUTOMUNDIAL S.A (ANEXO B). De lo anterior surge la siguiente pregunta: ¿Cómo hacer más productiva la empresa, reduciendo costos y sin que afecte la calidad del producto?

En la actualidad, AUTOMUNDIAL.S.A., no tiene políticas del uso eficiente de la energía, lo que se está haciendo es establecer una base de datos sobre el consumo de la energía para observar su evolución en un período mensual. Por otro lado, se incentiva a los trabajadores el buen uso del recurso eléctrico, esto se hace implementando carteles informativos y preventivos en sus instalaciones, pero no existe ninguna estrategia o herramienta que la evalúe.

Con base a la información establecida, se puede generar una oportunidad de mejora, impactando directamente en los costos, para así mejorar la productividad de la empresa.

En el mundo existen países con reglamentación clara sobre el uso eficiente de energía. A continuación se nombran los casos exitosos que se han dado en algunos países:

Alemania, fundó la Deutsche Energie Agentur- DENA, (Agencia Alemana de Eficiencia Energética) cuyo principal objetivo es disminuir el uso de combustibles fósiles, a favor de una política de eficiencia energética.

Alemania se fijó el objetivo de duplicar la participación de las energías renovables en la generación de electricidad. Con este fin, se ha implementado en el país la Ley de Energías Renovables, entrando en vigencia desde el 1 de abril de 2000 ,logrando disminuir el impacto ambiental de un 6% a un 12% en el 2010 (Sara Larraín, 2002).

Francia también tiene una ley de uso eficiente de energía desde octubre de 1974. Italia es otro país que tiene leyes que controlan el uso de la energía, debido a la crisis energética del año 1973, creando una ley relacionada con el ahorro energético, llamada “N 373 de 1976”.

En sur América, Brasil tiene el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica denominada PROCEL, cuyo fin es fomentar la eficiencia energética y uso racional de energía. Este programa ha tenido un impacto en la reducción de la energía de 28.5 TWH, lo que corresponde a 10.2 millones de dólares.

Chile en el 2002 crea el Programa de Investigaciones en Energía de la Universidad de Chile (PRIEN) las cuales ha centrado sus estrategias y experiencias en el desarrollo energético nacional.

PRIEN en colaboración con el programa “Chile Sustentable”, a cargo de la directora Sara Larraín, logran establecer las mejores prácticas energéticas para este país.

En Colombia se creó la ley 697 de 2001, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía (URE), se declara como “asunto de interés social”. Además, se define como la entidad responsable el Ministerio de Minas y Energía, la cual tiene como fin promover y organizar el seguimiento de los programas a realizar.

La normatividad tiene como objetivo desarrollar una estrategia que impulse la creación de proyectos URE en la industria. El estado debe establecer normas y la infraestructura necesarias para cumplir la ley, creando la infraestructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, URE, a corto, mediano y largo plazo, que sean económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible.

Habrán estímulos por parte del gobierno nacional, los incentivos deben ser reales, como líneas de crédito ofrecida por Bancoldex bajo un nuevo programa denominado “Apoyo a la productividad y competitividad” o “A progresar” estos buscan promocionar el incremento de la productividad y competencia para las empresas.

Además estas líneas ofrecen un incentivo a las empresas que después de un año del desembolso del crédito hayan demostrado a Bancoldex una mejora en los indicadores energéticos.

También, Colciencias otorga línea de crédito para proyectos de investigación, innovación y desarrollo por medio de la línea de cofinanciación, así mismo el Gobierno Nacional creará distinciones para personas naturales o jurídicas, que se destaquen en el ámbito nacional en aplicación del URE; las cuales se otorgarán anualmente.

Según el informe presentado por Omar Fredy Prias Caicedo (Docente, consultor e investigador) para el Ministerio de Minas y Energía, la ley no cuenta con estrategias explícitas, ni con enfoques y prioridades específicas, pero con el apoyo de la resolución 18609 de 2006 se establecen objetivos y alineamientos de actividades específicas.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) hay una gran oportunidad de ahorro para América Latina. Los investigadores del BID han estimado que la región podría reducir su consumo de energía en un 10 %; esa reducción podría significar un ahorro para la región de aproximadamente USD \$36.000 millones durante la próxima década, mediante la adopción de aquellas tecnologías existentes que permiten aumentar la eficiencia (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012).

En el 2008 se desarrolla la norma ISO 50001 como gestión de la energía, con el fin de permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos para mejorar el gasto energético. Consecutivamente, se presenta la norma ISO 50001:2011.

Actualmente existen empresas en todo el mundo aplicando la norma ISO 5001. En Alemania, KAESER una empresa que trabaja en la fabricación de cartón de todo tipo aplica la norma, la cual tiene una excelente gestión energética, dentro de la empresa, esta contiene una planta fotovoltaica que genera un 30 % de la energía utilizada en la planta, además tiene 2158 módulos solares, que generan en el año 450.000 kWh de energía eléctrica. Esta cantidad de energía equivale al consumo promedio anual de 130 hogares convencionales. Como consecuencia, la empresa deja de emitir 320.000 kg de CO₂ al

ambiente. La planta de Porsche ha sido la primera industria automotriz que ha realizado e implantado la norma de gestión energética ISO 50001, por medio de la renovación de maquinaria, creación de plantas de cogeneración, implementación de tecnología alternativa, la planta tiene todo el techo de paneles solares 8500 paneles solares fotovoltaicos, que producen dos millones de kWh de electricidad por año.

En Australia, WOLFFVISION una empresa de equipos de visualización, esta certificada en la norma ISO 50001, en todos sus procesos tienen maquinarias con modalidad standby, la cual disminuye el consumo de las máquinas cuando éstas no están siendo utilizadas, también tienen sensores de luces en presencia de movimiento. Al igual que en Eisenkappel un municipio que adoptó la norma ISO 50001, durante el primer año, el consumo de energía eléctrica se espera que disminuya en casi un 25%, siendo los principales ahorros logrados mediante la actualización de la planta de aguas residuales, generando una reducción del consumo energético en 86.000 kWh, que equivalente a 16.000 euros.

En Europa, Sedus fue la primera empresa del sector en lograr la certificación ISO 50001 en 2012. Para ello, se realizó una valoración de la política energética, así como una definición del punto de partida energético mediante indicadores de rendimiento, se establecieron objetivos estratégicos y operativos de eficiencia energética que se incluyeron en los planes de acción del programa medioambiental. Se documentaron en el manual del sistema de gestión.

En Francia, Schneider Eléctrica, ha alcanzado la certificación en ISO 50001 para su sede en París, como parte del compromiso de la compañía para la mejora continua de la gestión energética de sus edificios, reduciendo su impacto medioambiental y mejorando la comodidad del usuario.

En Taiwán, AU Optronics Corporation (AUO), es la segunda productora más grande del mundo de paneles de televisión LCD fue certificada con la ISO 50001, con la implementación se espera que ayude a conservar un 10% de la energía de la planta este año, ahorrar 55 millones de kWh y disminuir en 35000 toneladas las emisiones de carbono. La empresa espera adoptar la metodología a todas sus plantas.

Empresas como Goodyear están empleando procesos con alta tecnología, reduciendo costos energéticos en cada proceso con maquinaria autostop, que para la máquina cuando el operario no la está utilizando.

En Colombia como parte del cumplimiento de la ley 697 de 2001, empresas prestadoras del servicio público de energía eléctrica como: CODENSA S.A. E.S.P., Energía de Boyacá S.A. E.S.P. y la Electrificadora del Huila S.A. E.S.P. cuentan en la actualidad con programas de implementación de nuevas tecnologías, realizando programas de uso racional y eficiente de la energía, dirigidas a sus usuarios, mediante proyectos como: la sustitución de bombillas y la venta de electrodomésticos eficientes.

Empresas Públicas de Medellín E.S.P., ISAGEN S.A. E.S.P., Empresa de Energía del Pacífico S.A. EPSA E.S.P, entre otras empresas prestadoras del servicio público de energía eléctrica, adelantan diversas acciones dirigidas a la mayor eficiencia energética y rentabilidad de los procesos productivos por parte de los usuarios, especialmente a comerciales e industriales.

En las organizaciones industriales y comerciales el uso ineficiente de la energía ocasiona costos elevados, generando improductividad, así como diversos efectos ambientales.

Por lo anterior se hace necesario realizar una evaluación del uso racional de la energía eléctrica consumida, para así poder diagnosticar los posibles costos a reducir en la empresa AUTOMUNDIAL S.A.

En la actualidad se encuentran disponibles a nivel nacional para su aplicación, modelos de gestión de la energía como: la metodología para el control de consumo energético creada por Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, el modelo de buenas prácticas en el uso racional de la energía para el sector de la pequeña y mediana empresa, diseñada por Enrique Posada Restrepo (Docente e investigador) en compañía de INDISA S.A., modelo de mejora continua de KAI y el modelo de gestión integral de la eficiencia energética de Omar Fredy Prias Caicedo.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la empresa AUTOMUNDIAL S.A. se han incrementado los costos de energía eléctrica desde diciembre de 2010 a marzo de 2012 (ANEXO C). Según la facturación mensual de la energía eléctrica en la empresa se detectó un aumento en los costos de un 15% así mismo se incrementó el consumo eléctrico en un 38% kWh (período evaluado).

Lo anterior representa un factor muy preocupante para la dirección que está interesada en encontrar las razones e implantar las políticas que se requieran para que la energía eléctrica se utilice racionalmente y así lograr una mayor productividad y competitividad.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Sabiendo que mediante la reducción de energía no productiva se puede mejorar los costos de una compañía, se hace necesario llevar a cabo un estudio de consumo de energía eléctrica en la empresa AUTOMUNDIAL S.A., generando una propuesta de racionalización del consumo de energía eléctrica, con el fin de reducir costos.

Para AUTOMUNDIAL.S.A., es de vital importancia éste estudio, ya que sin indicadores ni medición de parámetros de consumo de energía eléctrica no se podrá tener un análisis, diagnóstico ni un control de costos, puesto que éstas son herramientas claves para dar a la gerencia una visión certera en la toma de decisiones.

DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se delimitará el proyecto de investigación a la sección de reencauche de llantas de AUTOMUNDIAL S.A., estudiando el consumo de energía, las posibles reducciones de consumo y los impactos económicos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta para el uso racional de la energía eléctrica consumida en la sección de reencauche, para mejorar la gestión integral de la energía eléctrica en la empresa AUTOMUNDIAL S.A.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información relacionada con el consumo de energía eléctrica en la empresa.
- Diseñar una propuesta donde se determinen las acciones de uso racional de energía eléctrica para las instalaciones eléctricas, motores e iluminación, preparando así a la empresa para una futura acreditación de la norma NTC 50001.
- Realizar la evaluación de la propuesta, determinando la relación costo-beneficio que la empresa podrá obtener.
- Aplicar la metodología propuesta por el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) planteada por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), para desarrollar la caracterización energética.

La metodología realizada en este proyecto se encuentra en el (ANEXO D).

3 MARCO TEÓRICO

3.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para realizar el levantamiento de información sobre el consumo de energía eléctrica de la empresa a estudiar, es de gran relevancia definir las técnicas de recolección de información, siendo estos métodos necesarios para efectuar una investigación con datos medibles, útiles y confiables. Existen dos tipos de datos: primarios y secundarios (Espinosa, 2011).

Datos primarios: son los datos originales reunidos especialmente para el estudio en cuestión, entre las que se encuentran: la encuesta personal y colectiva, la observación y la experimentación.

La encuesta personal se basa en encuentros reiterados cara a cara entre el investigador y los informantes, logrando obtener los datos o la información necesaria (Taylor, S.J. y Bogdan, R, 1998).

La observación como método permite captar los procesos sociales en su integridad, obteniendo datos importantes de los problemas observados. (Taylor, S.J. y Bogdan, R, 1998).

Datos secundarios: son aquellos datos recogidos previamente con algún otro propósito.

Para el desarrollo del presente proyecto se emplearán los datos primarios, ya que la metodología utilizada concuerda con lo planteado en los objetivos específicos, la encuesta constituye el método más usado para la recolección de información (Espinosa, 2011) y por esta razón permite cumplir con el objetivo de este proyecto.

3.2 SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

Actualmente en Colombia, la Universidad de Atlántico y la Universidad Autónoma de Occidente en sus grupos de investigación KAI y GIEM respectivamente, desarrollan proyecto "Programa de Gestión Integral de la Energía", contando con la financiación de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Programa que se encuentra estructurado y reglamentado por normas y procedimientos de uso eficiente de la energía, el cual consta de 3 etapas y 21 actividades (Juan Carlos Campos Avella, 2008) ,estas etapas buscan incentivar la implementación de las políticas de Uso Racional de Energía (URE), cuya finalidad es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo las políticas uso racional de la energía (Corporación de Soluciones Energéticas Integrales, 2004).

El Sistema de Gestión Integral de la Energía sirve como guía de implementación para el presente proyecto. Para establecer un sistema de gestión energética un primer paso es realizar la caracterización energética de la empresa, esta etapa tiene como objetivo esencial conocer si la empresa efectivamente se viese significativamente beneficiada si implantara un sistema de gestión energética que le permitiera abatir costos por sus consumos de energía, alcanzar una mayor protección ante los problemas de suministro de la energía y de esta forma elevar sus beneficios (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

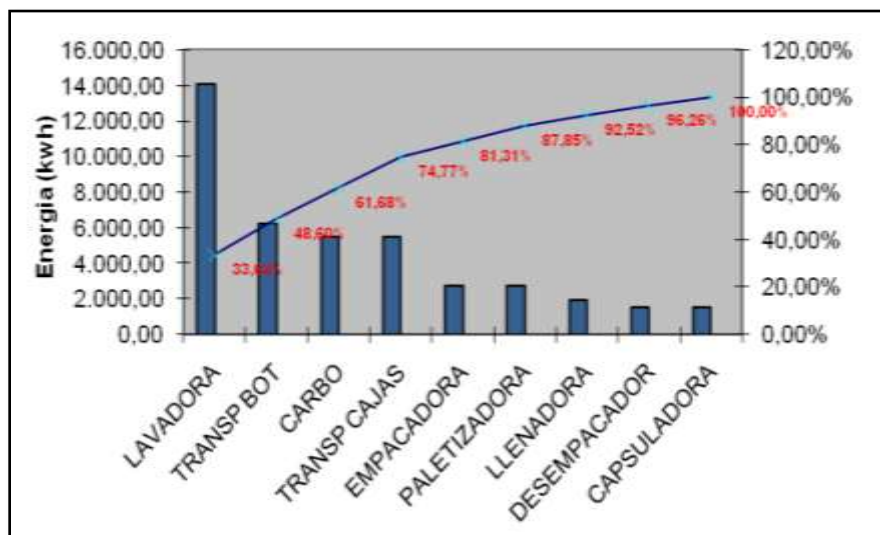
La segunda etapa se basa en la implementación de herramientas para establecer un sistema de gestión eficiente de la energía. La creación de gráficos y diagramas son las herramientas utilizadas como base de un posterior análisis para obtener la mayor eficiencia energética posible, encontrando la mejor relación costo-beneficio durante las actividades de producción en la sección de reencauche de la empresa.

3.3 HERRAMIENTAS PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA.

3.3.1 Principio de Pareto

Esta herramienta se utiliza para identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas de la fábrica o los mayores costos energéticos de la fábrica (ver Figura 2).

Figura 2. Diagrama de Pareto



Fuente: Cadavid Armilla, 2009

Por medio de la aplicación de la ley 80 - 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos (Herramientas para la Gestión Energética empresarial, 2005) se logrará encontrar los mayores consumidores de energía eléctrica, para así centrar los esfuerzos en reducir los mayores consumidores de energía eléctrica en la sección de reencauche de la planta. (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

3.3.2 Diagramas de dispersión y correlación lineal

La mide su grado de asociación, es decir mide si hay relación o dependencia entre las variables evaluadas que intervienen (ver Figura 3).

Se determina con la siguiente ecuación:

$$r = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_x\sigma_y}$$

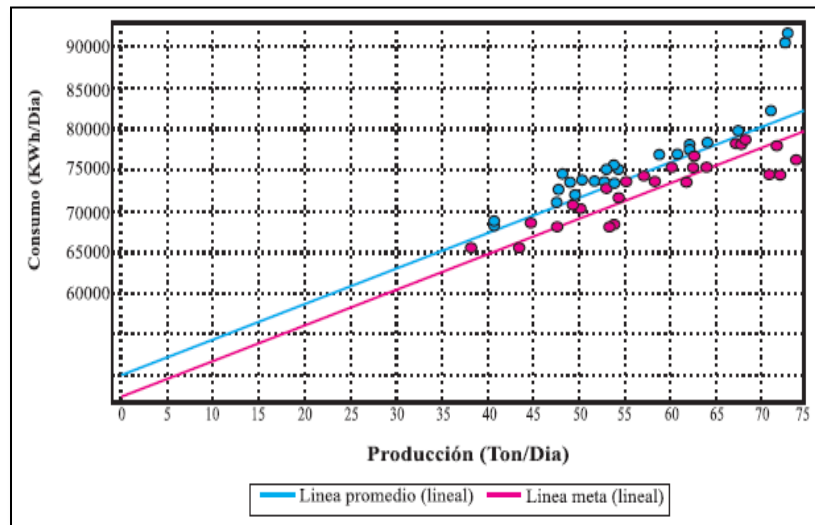
Ecuación 1

En donde:

El coeficiente de correlación lineal se expresa mediante la letra *r*.

Sí el coeficiente de correlación lineal (*r*) toma valores cercanos a 1, la relación es fuerte y directa y sí por el contrario toma valores cercanos a 0 la correlación es débil.

Figura 3. Diagrama de Dispersión Consumo vs Producción



Fuente: Sistemas de Gestión Integral de la Energía, 2008

Como se puede apreciar la unidad empleada para el consumo de energía es kWh/Día y para la producción es Ton/Día.

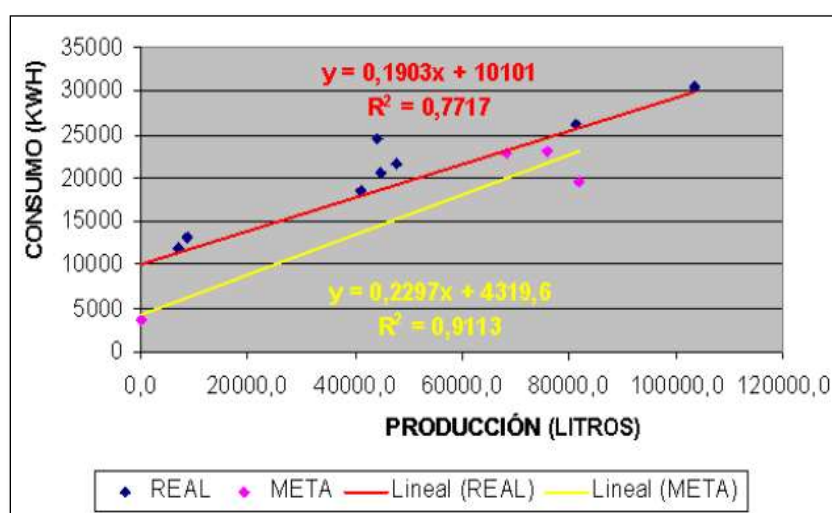
El diagrama de dispersión es una manera fácil de ilustrar gráficamente el comportamiento entre las dos variables a evaluar, mostrando la influencia de los factores cuantitativos

productivos sobre los consumos energéticos para así poder establecer variables de control (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

3.3.3 Gráfico de Consumo - Producción (E Vs. P)

Este gráfico se realiza para cada portador energético por área, mes o año con respecto a la producción realizada en el mismo período analizado. Se deben tomar los datos y la producción del mismo período, realizando la gráfica de dispersión y así determinar el coeficiente de variación (ver Figura 4).

Figura 4. Gráfico de Consumo - Producción



Fuente: Cadavid Armilla, 2009

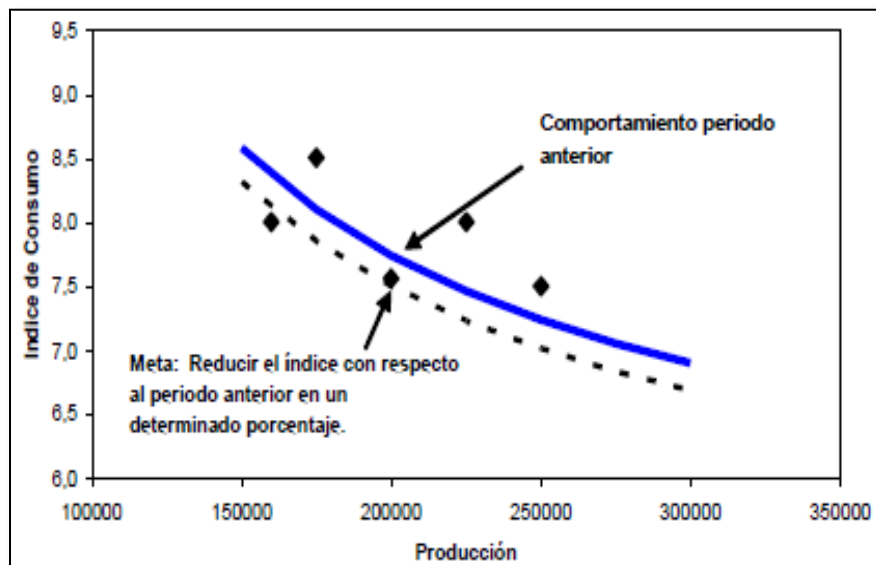
El objetivo de este gráfico es determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a la variación de la producción, para así mostrar que los componentes de este indicador son válidos, además crea una meta alcanzable en la reducción del consumo de energía (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

Para el presente proyecto la unidad empleada será el consumo de energía en kWh/Mes y para la producción es número de llantas/Mes.

3.3.4 Diagrama Índice de Consumo – Producción (IC Vs. P)

Diagrama útil para estandarizar procesos productivos en cuanto a la eficiencia energética (ver Figura 5). En complemento a la gráfica anterior, en ésta se visualiza las metas de reducción proyectadas para el nuevo período, logrando controlar y evaluar periódicamente.

Figura 5. Índice de consumo Vs. Producción



Fuente: Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética, 2006

Este gráfico se utiliza para evaluar la eficiencia energética de la empresa en un período específico, logrando determinar el punto crítico de la producción.

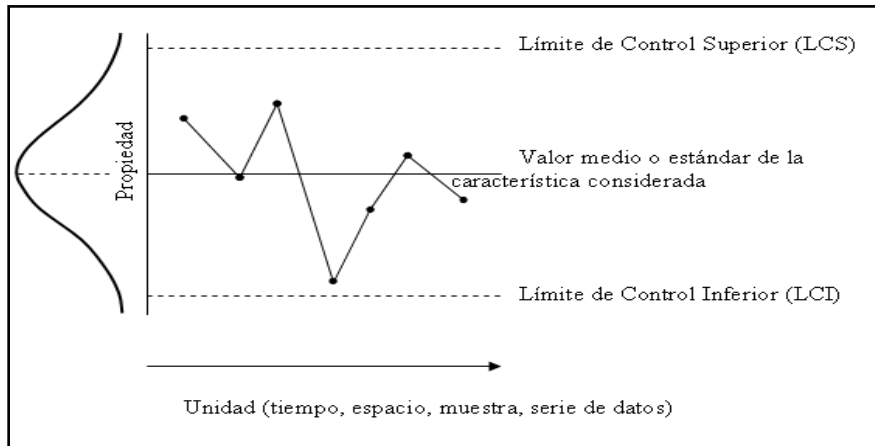
Principalmente sirve como detector de factores que influyen en las variaciones del índice de consumo, por portador energético. Se analizó el IC con respecto a kWh/Ton y la producción respecto a Ton/Día. En el caso a evaluar se realizarán dos cuadros, uno respecto a producción comercial y el otro cuadro respecto a la producción Industrial (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

3.3.5 Gráfico de control

El gráfico de control es un diagrama para determinar si el modelo es estable o cambia a lo largo del tiempo, se usa para supervisar procesos de producción e identificar fluctuaciones (ver Figura 6).

Se detecta situaciones donde las causas pueden estar generando un efecto no deseado, cuando el gráfico tiene puntos por fuera de los límites de control y de igual manera una tendencia de subida o bajada indica que hay que investigar cuales son las causas del error (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

Figura 6. Gráfico de control



Fuente: Adaptado de Rayan, 1989; Larson y Pierce, 1994

Las líneas de control son:

$$LSC = X - K\sigma$$

Ecuación 2

$$\text{Línea central} = X$$

Ecuación 3

$$LIC = X + K\sigma$$

Ecuación 4

Donde

k : La distancia entre los límites.

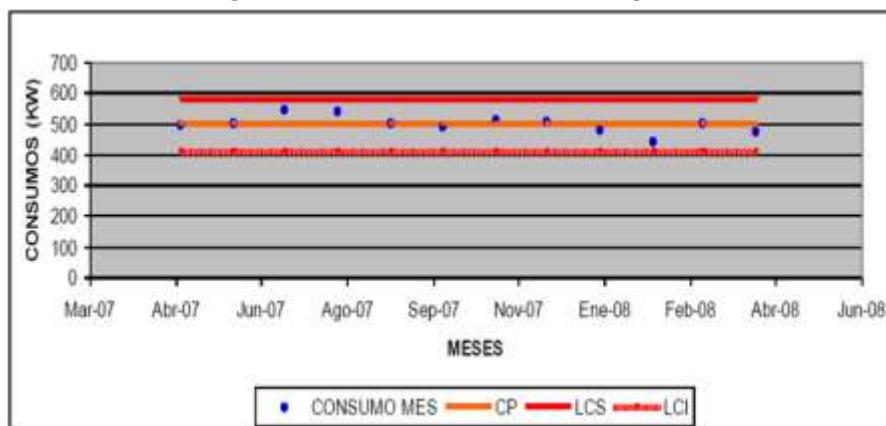
LSC : Línea superior de control.

LIC : Línea inferior de control.

X : Valor medio.

Este gráfico tiene dos objetivos: reducir la variación energética por portador y determinar si los consumos y costos energéticos tienen un comportamiento estable o un comportamiento anómalo (ver Figura 7).

Figura 7. Gráfico de control energético.



Fuente: Cadavid Armilla, 2009.

El gráfico relaciona el consumo energético (kWh) en el eje Y contra el tiempo de consumo energético (día, mes, año) en el eje X (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

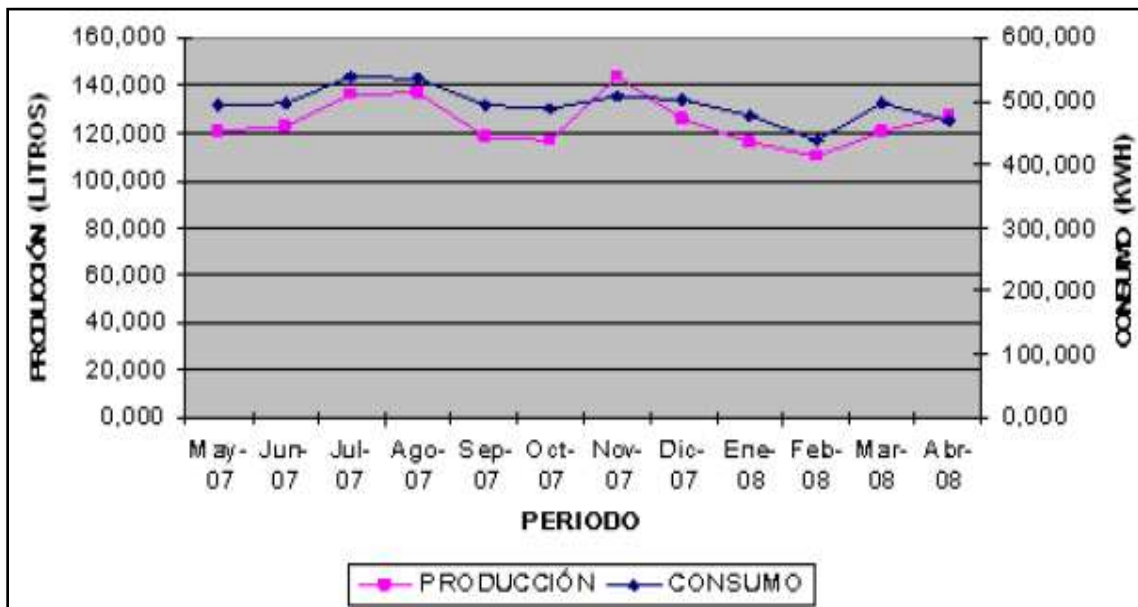
3.3.6 Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo (E – P Vs. T).

En este esquema se muestra la variación simultánea del consumo energético con respecto a la producción en el tiempo, se realiza a cada portador energético importante de la empresa (ver Figura 8).

La utilidad de los gráficos E-P Vs. T, radica en que muestran los períodos en donde se producen comportamientos anormales en la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción.

Además, permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos (Autores., 2002; Dr. Monteagudo, 2004).

Figura 8. Gráfico de Consumo y Producción en el tiempo.



Fuente: Cadavid Armilla, 2009.

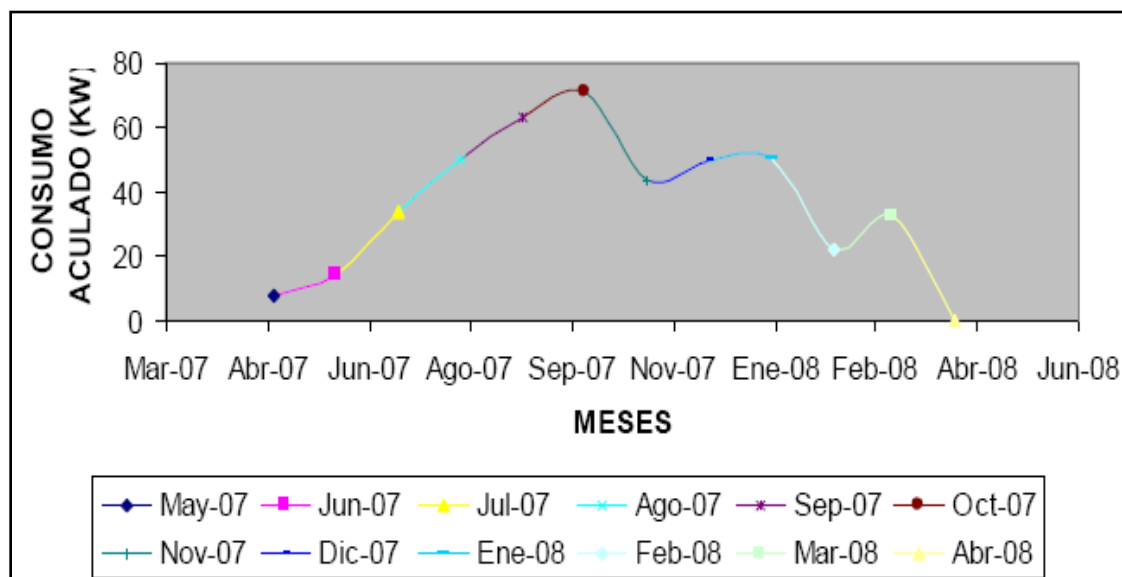
Para realizar este gráfico se tomará la unidad de producción en toneladas, el consumo en kWh y el tiempo en días, meses o años.

3.3.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas (Cusum)

También llamado sumas acumuladas (Cusum), se usa para monitorear la variación de los consumos energéticos, con respecto a una base de comparación establecida. El gráfico

ilustra la tendencia real del consumo eléctrico (ver Figura 9), para así poder evaluar su consumo eléctrico, logrando determinar la magnitud del ahorro o consumo logrado en comparación al período base y a su vez evaluar la efectividad de las medidas tomadas (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

Figura 9. Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas.



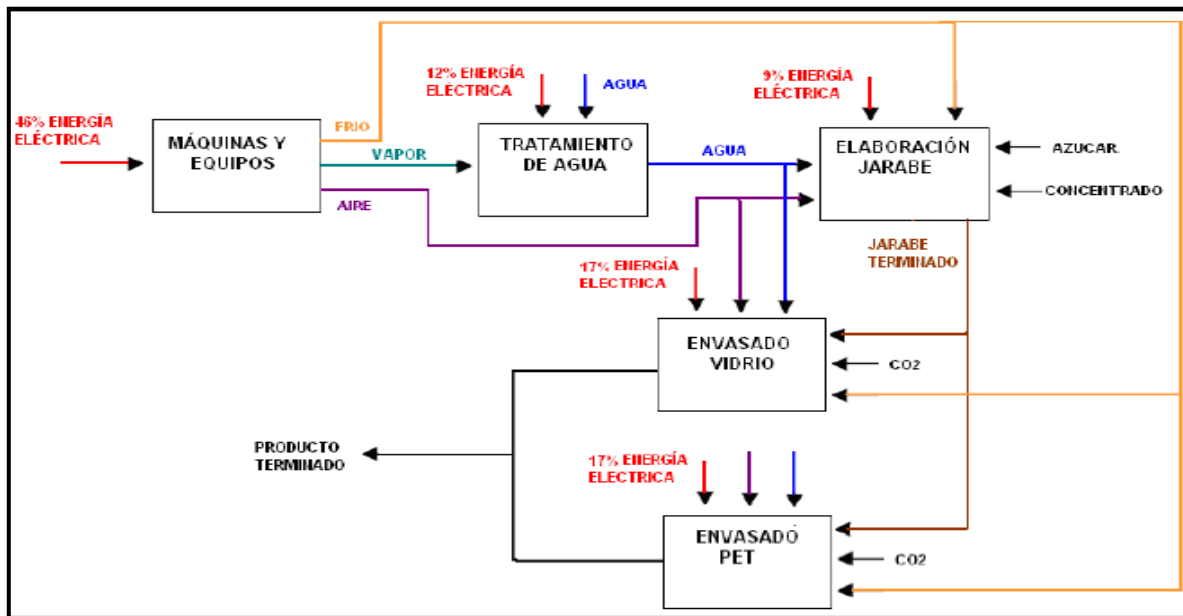
Fuente: Cadavid Armilla, 2009.

3.3.8 Diagrama Energético-Productivo

Esta herramienta se basa en el desarrollo de flujo-gramas de los procesos productivos de la empresa, los cuales constan de unas entradas y salidas de material y energía consumida en cada proceso, mostrando sus magnitudes y las cantidades.

El diagrama muestra la relación entre proceso productivo y su consumo energético (ver Figura 10), descubriendo los rechazos de los materiales y energías no utilizadas, además de permitir analizar y modificar la estructura de los procesos (Sistema de Gestión Integral de la Energía, 2008).

Figura 10. Diagrama Energético-Productivo.



Fuente: Cadavid Armilla, 2009.

3.4 NORMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA NTC 50001

A partir del análisis obtenido de la caracterización de la empresa y la implementación de las herramientas para establecer un sistema de gestión integral de la energía eléctrica, se busca preparar a la empresa para una futura acreditación en la norma NTC 50001.

Esta norma de reglamentación nacional, especifica los requerimientos para que una organización establezca, implemente, mantenga y mejore un sistema de gestión energética, lo cual le permite a esta organización en forma sistemática, lograr el mejoramiento continuo de su desempeño, eficiencia y conservación de la energía (Ministerio de Minas y Energía; UPME, 2011).

3.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Para realizar la evaluación del proyecto se necesita determinar la relación costo-beneficio, en donde se conocerá el beneficio económico que la propuesta podrá generar en la empresa.

Los criterios de inversión para evaluar financieramente un proyecto son: el valor presente neto (VPN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación costo beneficio (RCB) (García, 2009).

El primer criterio se define como el valor que resulta de restar al valor presente de los futuros flujos de caja de un proyecto, el valor inicial de la inversión. Cuando se va a tomar

una decisión se analiza el resultado del VPN, si este es igual a cero es porque el proyecto rinde una tasa igual al costo de capital. Por lo tanto ni agrega ni destruye valor, si el VPN da mayor a cero, es porque el proyecto rinde más que el costo del capital y por lo tanto agrega valor, en general un proyecto es aceptable si el VPN es mayor a cero (Garcia, 2009).

El segundo criterio se establece como la tasa de interés que iguala en el tiempo los ingresos y los egresos de un proyecto. Se evalúa la TIR comparándola con el costo de capital, si la TIR es mayor al costo de capital, el proyecto es aceptable, de otra manera no es aceptable (Garcia, 2009).

El tercer criterio es la diferencia entre las ventajas y las desventajas para el proyecto (Guzman, 2004). Los costos comprenden las inversiones, los gastos de operación y de mantenimiento, para poder realizar la relación costo-beneficio.

Los costos se determinan en términos de valor presente. Para que el proyecto sea aceptable la relación costo beneficio debe ser mayor a cero, de lo contrario no es aceptable (Cohen, 2006; Guzman, 2004).

4 CARACTERIZACIÓN ENÉRGÉTICA SGIE

Este proyecto utilizó la metodología SGIE, con el fin de realizar la caracterización energética la cual examina la situación actual de la empresa, definiendo así los puntos más representativos para su posterior estudio.

4.1 DESCRIPCIÓN PRELIMINAR

Para lograr implementar el SGIE se realizó una encuesta preliminar denominada “Encuesta de identificación y descripción de la empresa”, en la que se logró establecer una plena identificación de las actividades de la empresa, como se muestra en la Tabla 2. Descripción de la empresa.

Esta encuesta se realizó al ingeniero eléctrico mecánico Miguel Ángel Rodríguez, encargado del mantenimiento de las máquinas, de igual forma al ingeniero Director Técnico de las Plantas de Reencauche, Hernán José Arias Bechara.

Se realizó una segunda encuesta denominada “Encuesta sobre el uso de los recursos de la energía en la empresa”, por medio de la cual se determinó el estado actual de la empresa con respecto al consumo eléctrico (ANEXO E), en donde se encontró que los trabajadores saben que existe un problema con respecto al aumento del consumo de la energía eléctrica, pero que no existe ninguna persona responsable en una gestión energética eficiente.

También se evidencio que no existe un seguimiento, ni control de la energía eléctrica en las maquinas de mayor consumo. Por tal motivo son de oportunidades de mejora para la empresa.

Tabla 2. Descripción de la empresa.

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA						
DATOS GENERALES DE LA EMPRESA						
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA		Es una empresa dedicada a la producción, importación, exportación y asesoría en todo lo relacionado con llantas nuevas y de reencauche			NIT	860.001.615
ACTIVIDAD ECONÓMICA	CIU 2512	FABRICANTE DE LLANTAS REENCAUCHADAS				
DIRECCIÓN	Calle 13 No 49 - 67		TELÉFONO	2626949	FAX 4204350	
CIUDAD	Bogotá		DEPARTAMENTO	Cundinamarca		
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO	José Miguel Carreira			CARGO	Gerente General	
CONTACTO VISITA TÉCNICA	Ing. Hernán José Arias Bechara			CARGO	Director Técnico Planta RAM	
WEB COMPAÑÍA	http://www.automundial.com.co		E-MAIL DE CONTACTO	harias@automundial.com.co		
NÚMERO DE EMPLEADOS PLANTA REENCAUCHE	40		NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO	300		

Continuación Tabla 2. Descripción de la empresa.

ESTRUCTURA DE COSTOS		PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES		
COSTO DE MATERIA PRIMA		65%		
COSTO DE NOMINA		14%		
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN		6%		
COSTO ENERGÍA ELÉCTRICA		6%		
OTROS COSTOS		9%		
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS				
NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD ANUAL	
Bandas	kg	57.505,12	690.061,44	
Cemento (pegante)	kg	1.947,00	23.364,00	
PRINCIPALES PRODUCTOS				
NOMBRE	UNIDAD	COSTO ENERGÉTICO (\$/kg)	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD ANUAL
Llantas reencauchadas	kg	2.918	5.320	63.840

Figura 11. Organigrama AUTOMUNDIAL S.A.

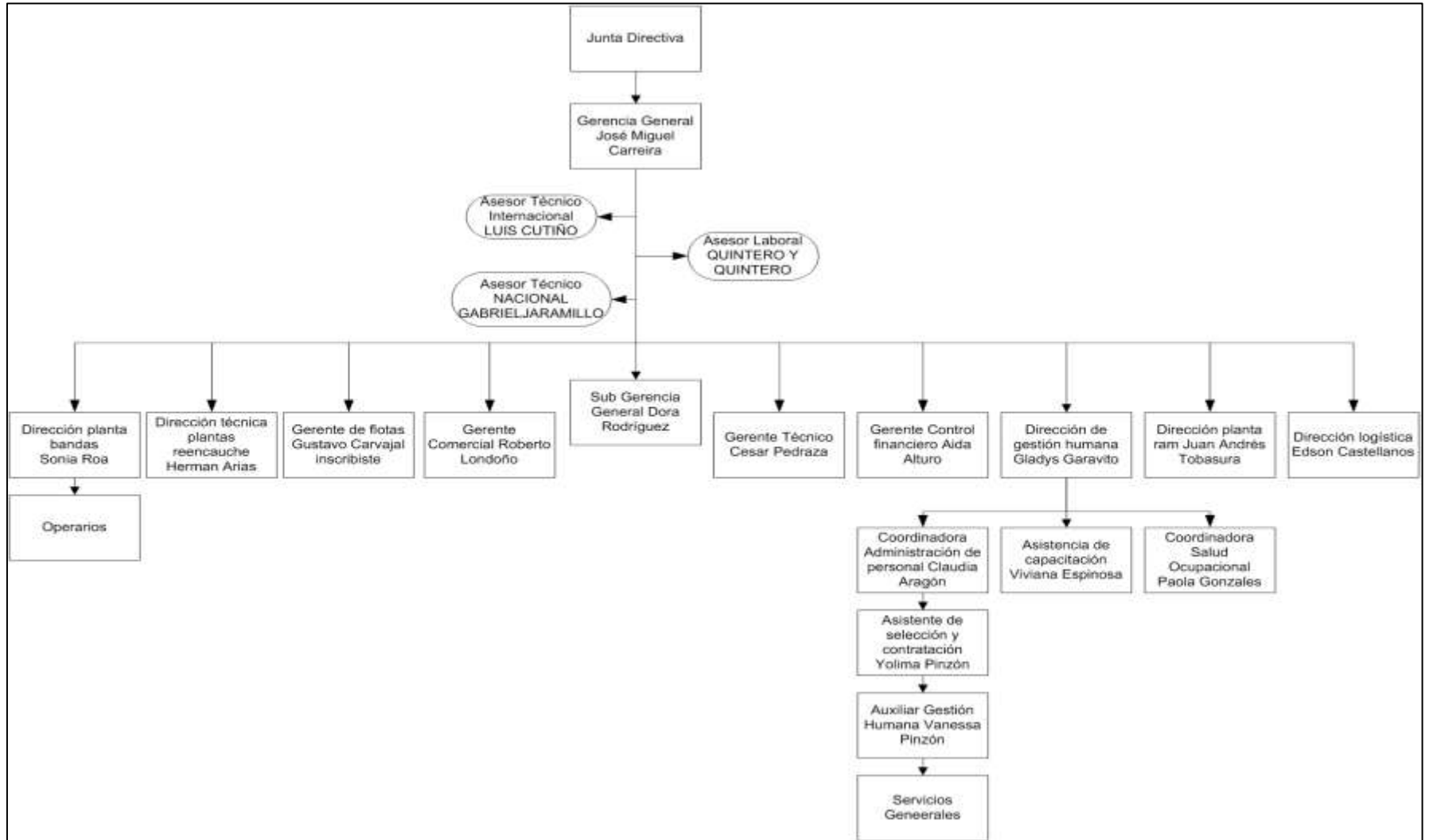


Figura 12. Diagrama de flujo proceso productivo en la sección de reencauche

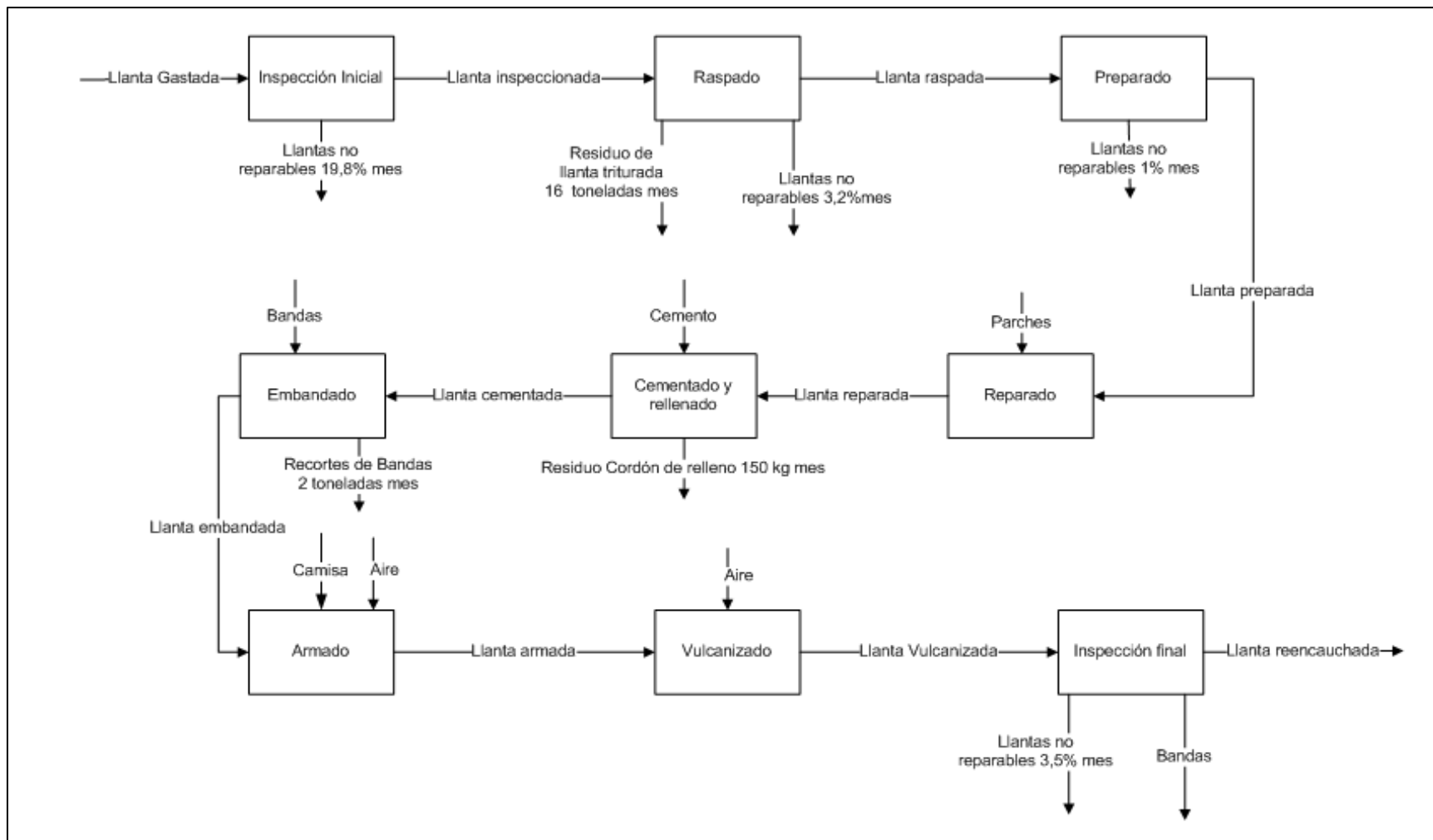


Tabla 3. Datos Energéticos AUTOMUNDIAL S.A.

DATOS ENERGÉTICOS GENERALES								
ENERGÍA ELÉCTRICA								
CUENTA 1 MEDIDOR								
EMPRESA COMERCIALIZADORA		Energía del Pacífico S.A. EPSA E.S.P.			OPERADOR DE RED		CODENSA S.A. ESP.	
USUARIO NO REGULADO	SI	NIVEL DE TENSIÓN	II. (13.2 KV)	POTENCIA CONTRATADA (kW)	11300	CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (kWh/mes)	52.708,00	
	NO X							
CONOCIMIENTO CURVA DE CARGA	SI	PRECIO UNITARIO ENERGÍA (\$/kWh)		294,51	COSTO PROMEDIO FACTURA DE ENERGÍA (\$/mes)		\$ 15.523.158	
	NO X							

Justificación preliminar

La obtención de información energética en la planta de producción de la empresa AUTOMUNDIAL S.A, permitió identificar los diferentes procesos, productos y actividades, y analizar estos mismos. La investigación realizada se enfocó en obtener los consumos teóricos de la energía por máquina en la sección de reencauche (ver Tabla 4).

Las máquinas analizadas fueron:

- Inspeccionadora Sprecra.
- Raspadora Bandag.
- Raspadora Matteuzzi.
- Rotosferas Rotoflex.
- Embandadora Matteuzzi.
- Embandadora Cahill.
- Vulcanizado Autoclaves.
- Compresor.
- Ciclón.
- Inspeccionadora Sprecra.

También se analizó el sistema de iluminación de la empresa, debido que se considera un consumidor significativo.

Después se realizó un Diagrama de Pareto (ver Gráfico 1) de acuerdo a los datos presentados en la Tabla 5, para identificar el 20% de máquinas que generan el 80% del consumo eléctrico teórico en la sección de reencauche de la empresa.

Durante la toma de datos de los diferentes equipos y máquinas se tomaron las medidas de seguridad industrial que la empresa exige (botas punta de acero con suela de caucho, protectores auditivos, casco y gafas), así mismo se solicitó al ingeniero de mantenimiento una asesoría en cuanto al funcionamiento y manipulación de las máquinas.

Tabla 4. Descripción de los sistemas energéticos y equipos asociados (sistemas eléctricos)

SISTEMA ENERGÉTICO	CANTIDAD	EQUIPOS ASOCIADOS	POTENCIA (kW)	RÉGIMEN DE TRABAJO (h/mes)	PORCENTAJE DEL CONSUMO %	CONSUMO ELÉCTRICO (kWh/mes)
Inspeccionadora Sprecra Inicial	2	Motor giro llanta	1,12	300	60,00%	672
	1	Motor ascenso-descenso	1,12	200	20,00%	224
	1	Motor abrir-cerrar	1,12	200	20,00%	224
	CONSUMO TOTAL				100,00%	1120
Ras Bandag	1	Motor raspas	14,92	350	79,21%	5222
	1	Motor giro llanta	0,56	350	2,97%	196
	1	Carro transversal	0,75	175	1,99%	131,25
	1	Ciclón	2,98	350	15,82%	1043
	CONSUMO TOTAL				100,00%	6592,25
Raspadora Matteuzzi	1	Motor raspas	22,38	375	71,72%	8392,5
	1	Motor giro llanta	4,1	375	13,14%	1537,5
	1	Pivote	1,49	250	3,18%	372,5
	1	Ciclón	3,73	375	11,95%	1398,75
	CONSUMO TOTAL				100,00%	11701

Continuación Tabla 4. Descripción de los sistemas energéticos y equipos asociados (sistemas eléctricos)

Rotosfera Rotoflex	1	Raspadora	0,56	300	16,67%	168
	1	Raspadora	0,56	300	16,67%	168
	1	Raspadora	0,56	300	16,67%	168
	1	Rapadora	0,56	300	16,67%	168
	1	Raspadora	0,56	300	16,67%	168
	1	Raspadora	0,56	300	16,67%	168
	CONSUMO TOTAL					100,00%
Embandadora Matteuzzi	1	Motor cuchilla	0,93	250	31,16%	233
	1	Motor giro llanta	0,93	375	46,73%	349
	1	Motor rolado	0,19	375	9,55%	71
	1	Motor carro	0,25	375	12,56%	94
	CONSUMO TOTAL					100,00%
Embandadora Cahill	2	Motor cuchilla	1,12	250	17,42%	280
	2	Motor giro llanta	1,49	375	69,52%	1118
	1	Motor carro	0,56	375	13,06%	210
	CONSUMO TOTAL					100,00%
Vulcanizado Autoclaves	1	Bomba de vacío	2,24	300	19,37%	672
	1	Autoclave 1	3,73	375	40,32%	1398,75
	1	Autoclave 2	3,73	375	40,32%	1398,75
	CONSUMO TOTAL					100,00%

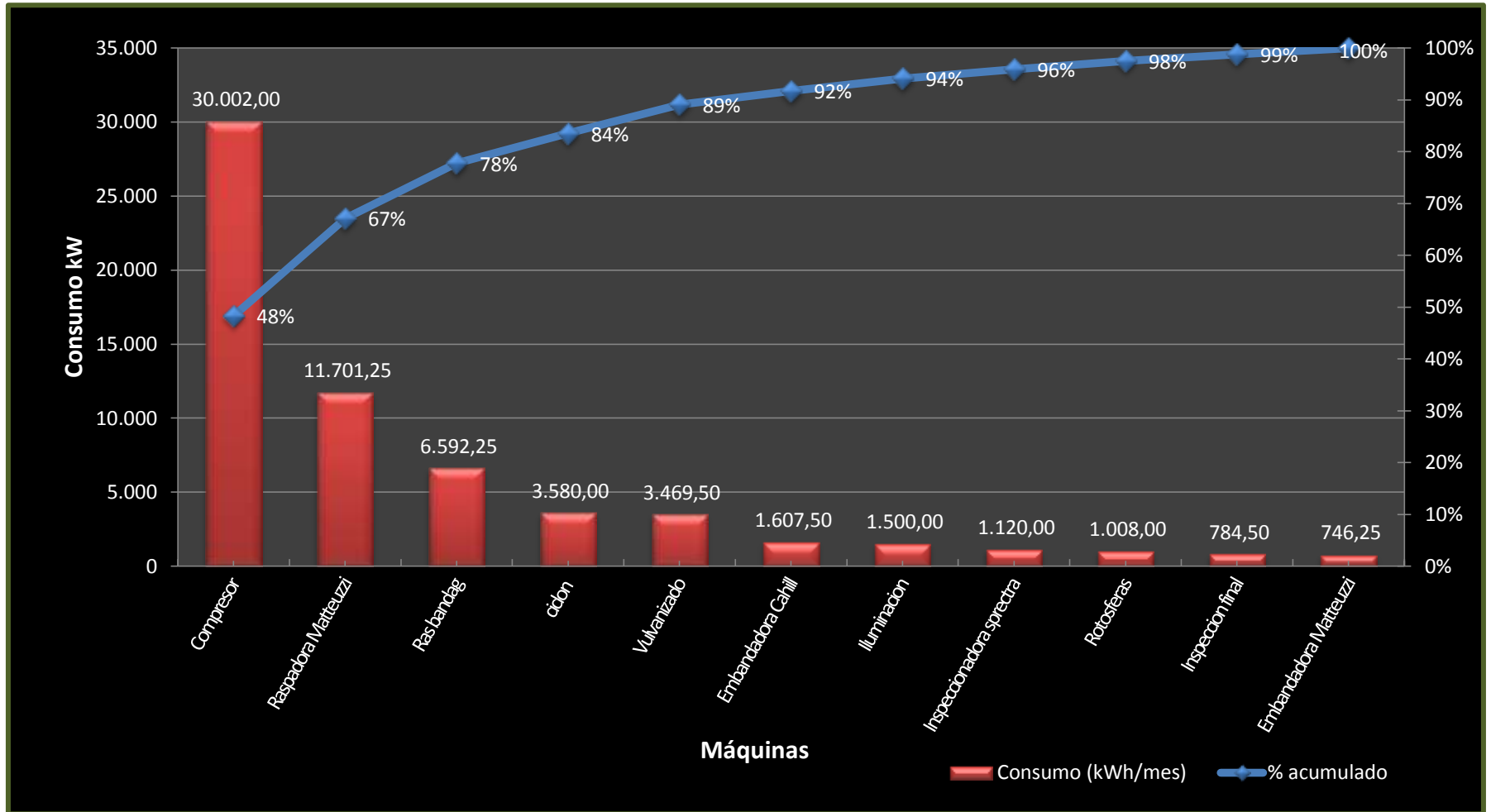
Continuación Tabla 4. Descripción de los sistemas energéticos y equipos asociados (sistemas eléctricos)

Iluminación	10	BOMBILLAS incandescentes 400 W planta		0,4	350	93,33%	1400
	5	Bombillas oficina 100 w		0,1	200	6,67%	100
	CONSUMO TOTAL						100,00%
Compresor	1	Compresor líder	Motor succión 75hp (0,70%)	39,165	600	78,33%	23499
	1		Motor ventilador	2,611	600	5,22%	1567
	1	Compresor auxiliar	Motor succión 60hp (0,70%)	31,332	150	15,67%	4700
	1		Motor ventilador	1,575	150	0,79%	236
	CONSUMO TOTAL						100,00%
Ciclón	1	Motor ventilación 12 hp		8,95	400	100,00%	3580
	CONSUMO TOTAL						100,00%
Inspeccionadora Spectra Final	2	Motor rotofera		1,12	300	85,66%	672
	2	Motor recuperadora de banda		0,75	150	14,34%	112,5
	CONSUMO TOTAL						100,00%

Tabla 5. Pareto Sistemas Eléctrico Teórico

SISTEMA ENERGÉTICO (ELÉCTRICO)	Consumo (kWh/mes)	CONSUMO TOTAL	PORCENTAJE	CONSUMO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Compresor	30.002,00	62.111,25	48%	30002	48%
Raspadora Matteuzzi	11.701,25	62.111,25	19%	41703	67%
Ras Bandag	6.592,25	62.111,25	11%	48296	78%
Ciclón	3.580,00	62.111,25	6%	51876	84%
Vulcanizado	3.469,50	62.111,25	6%	55345	89%
Embudadora Cahill	1.607,50	62.111,25	3%	56953	92%
Iluminación	1.500,00	62.111,25	2%	58453	94%
Inspeccionadora Sprecra inicial	1.120,00	62.111,25	2%	59573	96%
Rotosfera Rotoflex	1.008,00	62.111,25	2%	60581	98%
Inspeccionadora Sprecra Final	784,50	62.111,25	1%	61365	99%
Embandadora Matteuzzi	746,25	62.111,25	1%	62111	100%

Gráfico 1. Diagrama de Pareto para la planta de reencauche teórico



4.2 MEDICIÓN DEL CONSUMO EQUIPOS ELÉCTRICOS

Antes de realizar la medición se tomó una capacitación sobre todas las normas de seguridad industrial y de salud hacia el cuidado del empleado, en donde se indicó los requerimientos mínimos para el ingreso a la planta, previamente dichos.

La medición se tomó en acompañamiento del ingeniero Miguel Ángel Rodríguez quién es el encargado del mantenimiento de las máquinas de la planta, se tomó dichas mediciones por medio de un multímetro de abrazadera, colocándose en cada uno de los motores y máquinas durante tiempos de ciclos definidos, es decir cuando la máquina estaba en ciclo de carga y cuando estaba en vacío (ver ANEXO F), registrándose estas variaciones, logrando así obtener los datos para su posterior análisis.

Los datos obtenidos fueron el resultado de un análisis de tiempos y duración en cada ciclo. Además se analizaron las máquinas de mayor consumo con un analizador de red, para así obtener un análisis más detallado en estas máquinas. Todos los datos obtenidos se anexaron al archivo de Excel Anexo.1 Prod LL x por llanta.

4.3 DIAGRAMA PARETO Y ESTRATIFICACIÓN

4.3.1 Justificación preliminar

Para realizar la justificación preliminar en la sección de reencauche, se tomó directamente el consumo eléctrico de las máquinas, realizándose un análisis de tiempos de cada una de éstas, estando en ciclo de vacío y de carga durante un mes, tomándose los consumos promedios.

Las máquinas analizadas fueron:

- Inspeccionadora Sprecra Inicial
- Raspadora bandag
- Raspadora Matteuzzi
- Rotosfera Rotoflex
- Embandadora Matteuzzi
- Embandadora Cahill
- Vulcanizado
- Compresor
- Ciclón
- Inspeccionadora Sprecra Final

También se analizó el sistema de iluminación de la empresa, debido que se considera un consumidor significativo.

Después se realizó un Diagrama de Pareto para poder identificar el 20% de máquinas que generan el 80% del consumo eléctrico en la sección de reencauche de la empresa, según los datos que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos Pareto consumo kWh mes real

SISTEMA ENERGÉTICO (ELÉCTRICO)	Consumo (kWh/mes)	CONSUMO TOTAL	PORCENTAJE	CONSUMO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Compresor	30084.1500	50270.3153	59.8%	30084.1500	59.8%
Raspado	6273.1470	50270.3153	12.5%	36357.2970	72.3%
Ciclón	4475.0000	50270.3153	8.9%	40832.2970	81.2%
Iluminación	2537.5000	50270.3153	5.0%	43369.7970	86.3%
Vulcanizado	2127.8144	50270.3153	4.2%	45497.6114	90.5%
Embandado	1674.9996	50270.3153	3.3%	47172.6110	93.8%
Armado	933.2289	50270.3153	1.9%	48105.8399	95.7%
Inspección inicial	739.2387	50270.3153	1.5%	48845.0786	97.2%
Inspección Final	658.1703	50270.3153	1.3%	49503.2489	98.5%
Preparado	362.5098	50270.3153	0.7%	49865.7587	99.2%
Cementado	206.8086	50270.3153	0.4%	50072.5673	99.6%
Reparado	197.7480	50270.3153	0.4%	50270.3153	100.0%

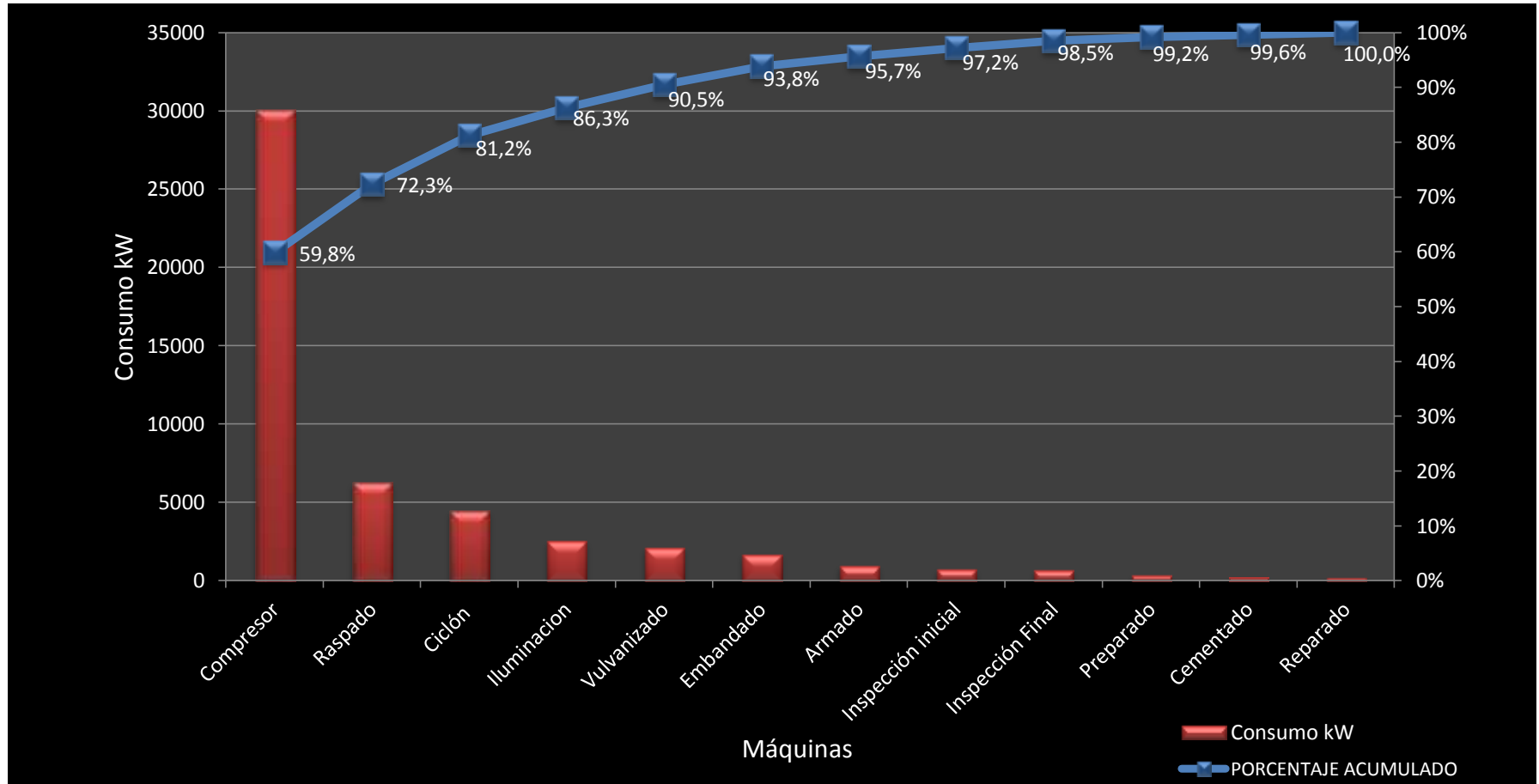
4.3.1 Análisis Pareto

En el Gráfico 2 se presentan los resultados obtenidos después de realizar el análisis de Pareto, se establecen tres causales de doce, que son, en su orden: Compresor, Raspado y Ciclón; que corresponden al 81.4% del total de las causales, representan el 80% de las causas que generan alto consumo eléctrico en la sección de reencauche en la empresa AUTOMUNDIAL S.A. definiendo estos tres factores como los más relevantes en esta investigación y a los cuales se les debe prestar atención, de esta manera se podrán utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos; con el objetivo fundamental de minimizar el consumo eléctrico.

Teniendo establecidos los procesos que consumen más energía eléctrica, se ve la necesidad de saber detalladamente que máquinas y/o motores son los que generan mayor consumo en cada proceso.

En los procesos anteriormente mencionados se empleo la Metodología de Estratificación, logrando un análisis más certero en cuanto al análisis del consumo de la energía eléctrica.

Gráfico 2. Diagrama de Pareto energía eléctrica real



4.4 ESTRATIFICACIÓN

Tabla 7. Estratificación compresor

SISTEMA ENERGÉTICO (ELÉCTRICO)	Consumo (kWh/mes)	CONSUMO TOTAL	PORCENTAJE	CONSUMO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Compresor (70%)					
Motor succión 75 hp (0,70%)	41.076	76.769	54%	41.076	54%
Motor succión 60hp (0,70%)	31.507	76.769	41%	72.583	95%
Motor ventilador	2.611	76.769	3%	75.194	98%
Motor ventilador	1.575	76.769	2%	76.769	100%

Tabla 8. Estratificación raspado

SISTEMA ENERGÉTICO (ELÉCTRICO)	Consumo (kWh/mes)	CONSUMO TOTAL	PORCENTAJE	CONSUMO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Raspado					
Motor raspas (Bandag)	12,179	24,142	50%	12,179	50%
Motor raspas (Matteuzzi)	6,090	24,142	25%	18,269	76%
Ciclón/ aspira partículas	2,220	24,142	9%	20,489	85%
Motor giro llanta	1,218	24,142	5%	21,707	90%
Ciclón	0,913	24,142	4%	22,620	94%
Carro transversal	0,913	24,142	4%	23,534	97%
Giro casco	0,304	24,142	1%	23,838	99%
Pivote	0,304	24,142	1%	24,142	100%

Tabla 9. Estratificación vulcanizado

SISTEMA ENERGÉTICO (ELÉCTRICO)	Consumo (kWh/mes)	CONSUMO TOTAL	PORCENTAJE	CONSUMO ACUMULADO	PORCENTAJE ACUMULADO
Vulcanizado					
Auto clave 1	2,74032	7,612	36%	2,740	36%
Auto clave 2	2,74032	7,612	36%	5,481	72%
Bomba vacío	2.13136	7.612	28%	7.612	100%

Gráfico 3. Diagrama de Pareto compresor

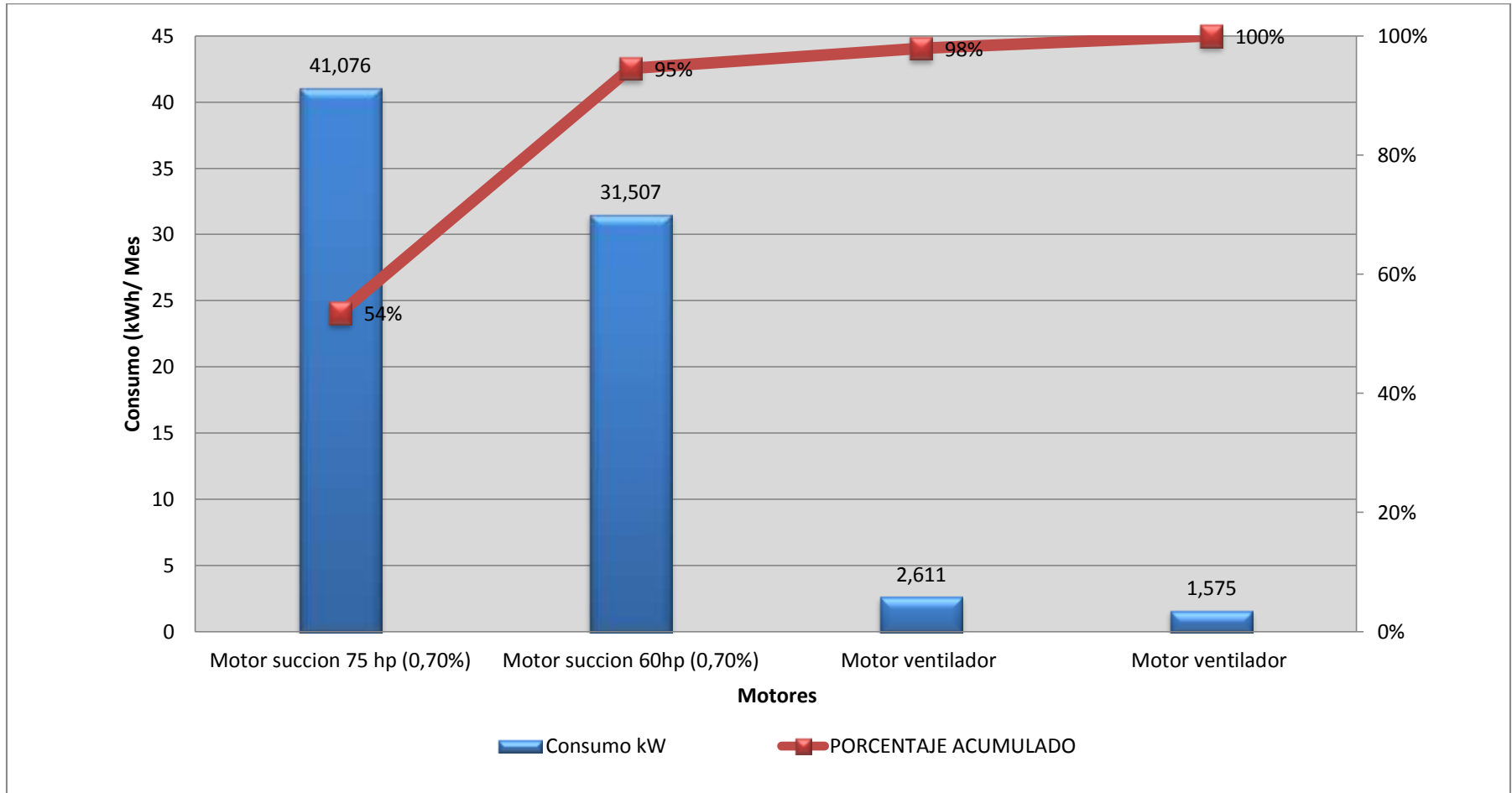


Gráfico 4. Diagrama de Pareto raspado

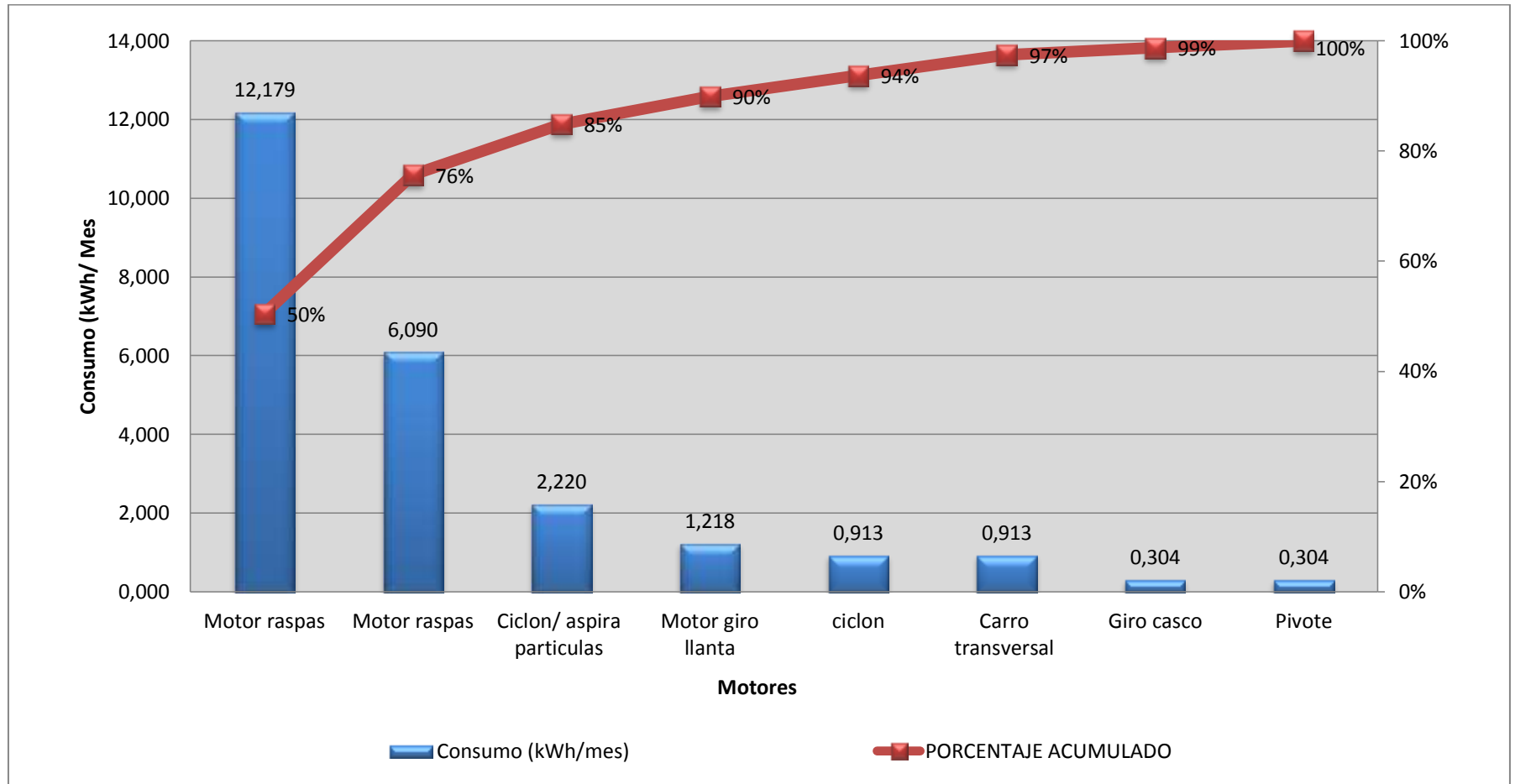
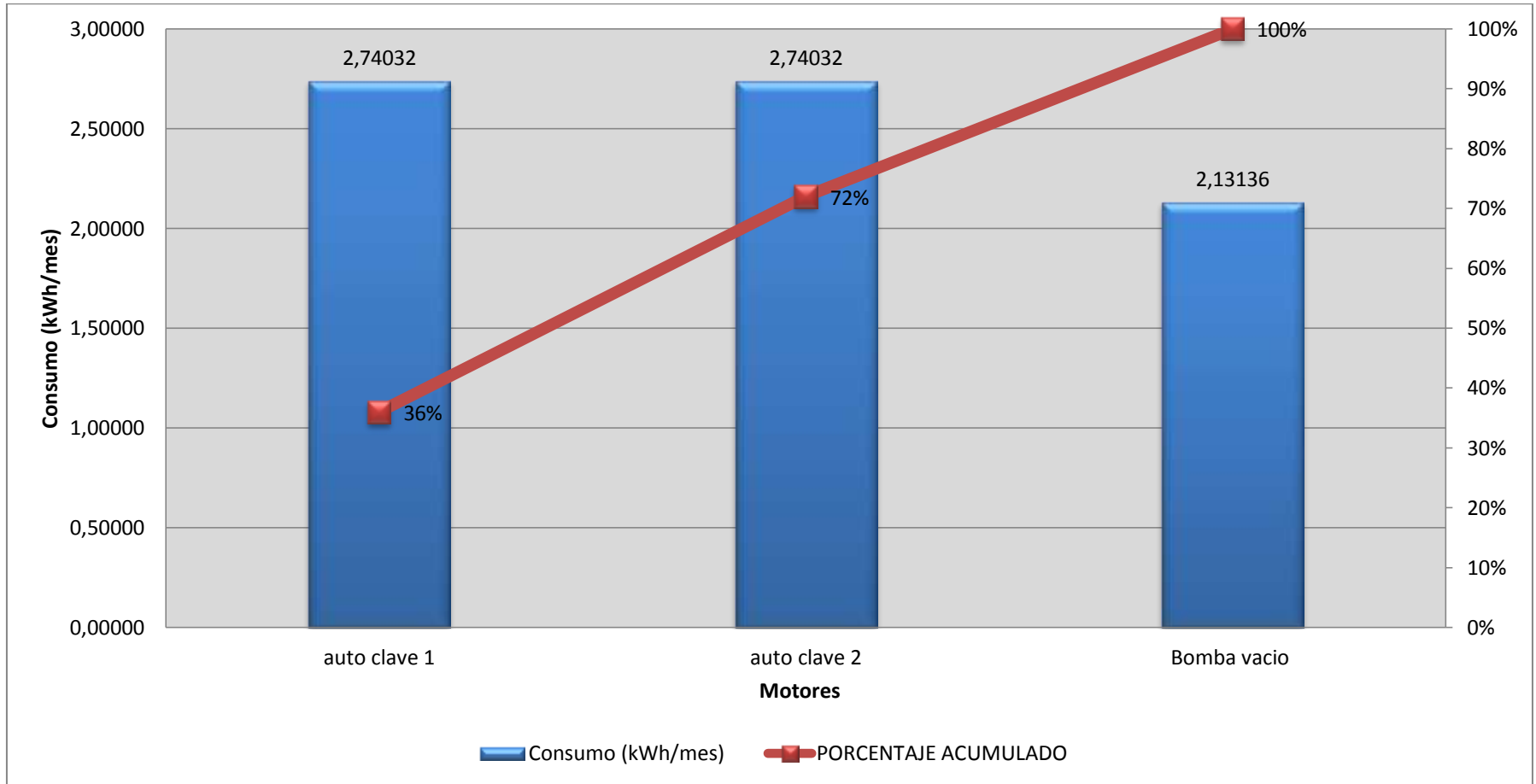


Gráfico 5. Diagrama de Pareto vulcanizado



4.4.1 Análisis Estratificación (Compresor (70%))

Los resultados obtenidos tras realizar el análisis de Pareto se presentan en el Gráfico 3, en donde se establecen dos causales de cuatro, que son, en su orden: Motor 75 HP, Motor 60 HP; que corresponden al 95% del total de las causales, representan el 80% de las causas que generan Alto consumo eléctrico en la sección de reencauche en la empresa AUTOMUNDIAL S.A.; y por lo tanto son características relevantes, a las que es importante prestar atención.

4.4.2 Análisis Estratificación (Raspado)

Como se puede ver en los resultados obtenidos (ver Gráfico 4), tras realizar el análisis de Pareto, dos causales de ocho, que son, en su orden: el motor raspas (Bandag), motor raspas (MAtteuzzi); que corresponden al 76% del total de las causales, representando el 80% de las causas que generan Alto consumo eléctrico en la sección de reencauche en la empresa AUTOMUNDIAL S.A.

4.4.3 Análisis Estratificación (Vulcanizado)

El Gráfico 5 representa los resultados obtenidos tras realizar el análisis de Pareto, definiéndose dos causales de tres, que son, en su orden: Autoclave 1, Autoclave 2; correspondientes al 72% del total de las causales, representando el 80% de las causas que generan Alto consumo eléctrico en la sección de reencauche en la empresa AUTOMUNDIAL S.A.

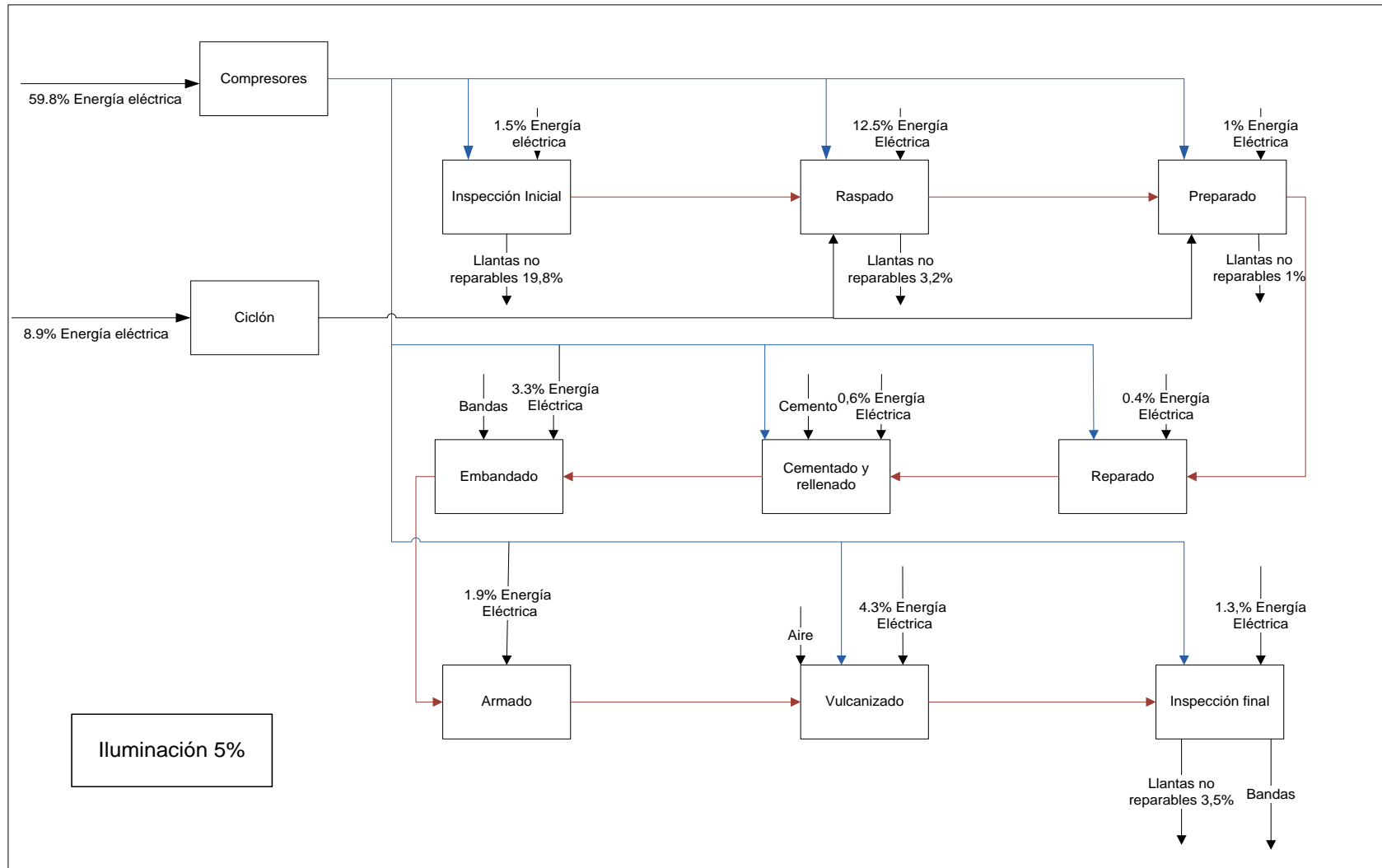
4.4.4 Análisis Estratificación (Ciclón)

Como el ciclón tiene un único motor, no es necesario realizar Pareto.

4.5 DIAGRAMA ENERGÉTICO PRODUCTIVO

Se realizó un diagrama de flujo de los principales procesos productivos, señalando en cada bloque la etapa del proceso, el porcentaje de energía eléctrica que resulta del censo de cargas, los tipos, las cantidades de materiales y/o productos que entran y salen del diagrama y los residuos asociados al proceso.

Figura 13. Diagrama energético – productivo planta



En el diagrama (ver Figura 13) se identifica claramente los compresores como aquellos equipos que consumen mayor energía, siendo estos fundamentales en el proceso de producción, ya que mantienen la presión constante minimizando la caída de presión, para así evitar fallas en las máquinas.

El proceso en donde se concentra el mayor consumo de energía es el de raspado, este proceso es de vital importancia, ya que las llantas son raspadas a fondo preparando a la llanta para la postura de otra banda de rodamiento.

4.6 DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN

Para poder realizar el diagrama de dispersión y correlación, se realizó un análisis de la correlación entre las variables que manejaba la empresa, las cuales eran Kg banda y kWh mes que por políticas de la empresa el 35% del consumo eléctrico generado por la factura, es de la planta de reencauche, el resultado de esta correlación dio 0,10 lo que significa que no se puede pronosticar hacia futuro, siendo este indicador impreciso.

Por tal motivo se necesitó crear un nuevo indicador cuya relación fuese mayor de 0,85 para que pueda ser utilizado para proyecciones futuras.

Posteriormente se tomó directamente el consumo de cada máquina de la sección de reencauche, esta medida se tomó con un multímetro de abrazadera, durante un mes y medio aproximado en diferentes instantes, cuando estaba la máquina en carga y en vacío, igualmente se tomó el tiempo que utiliza cada máquina en realizar su proceso logrando así obtener datos más certeros (ver Anexo 1. PROD LL X TIPO LL Excel).

Se tuvo la oportunidad de obtener un analizador de red que el director facilitó, se realizó la toma de datos a las máquinas de mayor consumo, y se agregaron al Anexo 1. De igual manera se tomaron datos del totalizador de la planta, pero los datos que arroja el sistema muestran el consumo de energía eléctrica de las dos plantas, lo cual no sirve para este proyecto.

En el análisis se tomó una variable kWh y la otra variable como llantas procesadas (ver Tabla 10), logrando así un Índice de correlación de 0,888, lo cual demuestra que es un valor alto de correlación entre variables.

Tabla 10. Datos de producción y consumo planta

Mes	Llantas procesadas	Total kWh/mes
Mar-10	5585	49074
Abr-10	5858	49643
May-10	6377	50354
Jun-10	6135	49863
Jul-10	6826	51433
Ago-10	7577	52904
Sep-10	6995	51960
Oct-10	6479	50963
Nov-10	6091	49949
Dic-10	5466	49102
Ene-11	6437	50701
Feb-11	6409	50530

Mes	Llantas procesadas	Total kWh/mes
Mar-11	6543	50902
Abr-11	6237	49899
May-11	6822	51101
Jun-11	6391	50159
Jul-11	6446	50401
Ago-11	6730	51319
Sep-11	6845	51275
Oct-11	6769	50594
Nov-11	6514	50208
Dic-11	6152	49278
Ene-12	6368	49888
Feb-12	5933	49554

4.6.1 Análisis Correlación

Como se puede observar (ver Gráfico 7) la correlación es de 0,88, lo que indica que es una buena correlación y lo cual permite realizar proyecciones futuras.

La Toma de tiempos se realizó bajo la metodología de Tiempo estándar, este estudio es una técnica para determinar el tiempo de una forma más exacta, por medio de los siguientes pasos:

- 1) Preparación, en esta parte inicial se selecciono a los posibles colaboradores
- 2) Valoración, se indago en cada operario conociendo la experiencia con el proceso y la agilidad que este tiene, encontrando al colaborador que tiene un ritmo normal del trabajador promedio.
- 3) Ejecución, se lleva a cabo la toma de tiempos y registro por medio de un cronometro.
- 4) Calculo del tiempo estándar de los procesos: se obtuvo el tiempo estándar de cada uno de los procesos, los cuales se encuentran en el anexo 1.

Se analizó la toma de tiempos final por medio de una prueba de estadística llamada prueba de normalidad, Anderson –Darling la cual es utilizada como parámetro de medición, prueba si un conjunto de datos muestrales provienes de una población con una distribución de probabilidad continua ver gráfico 6.

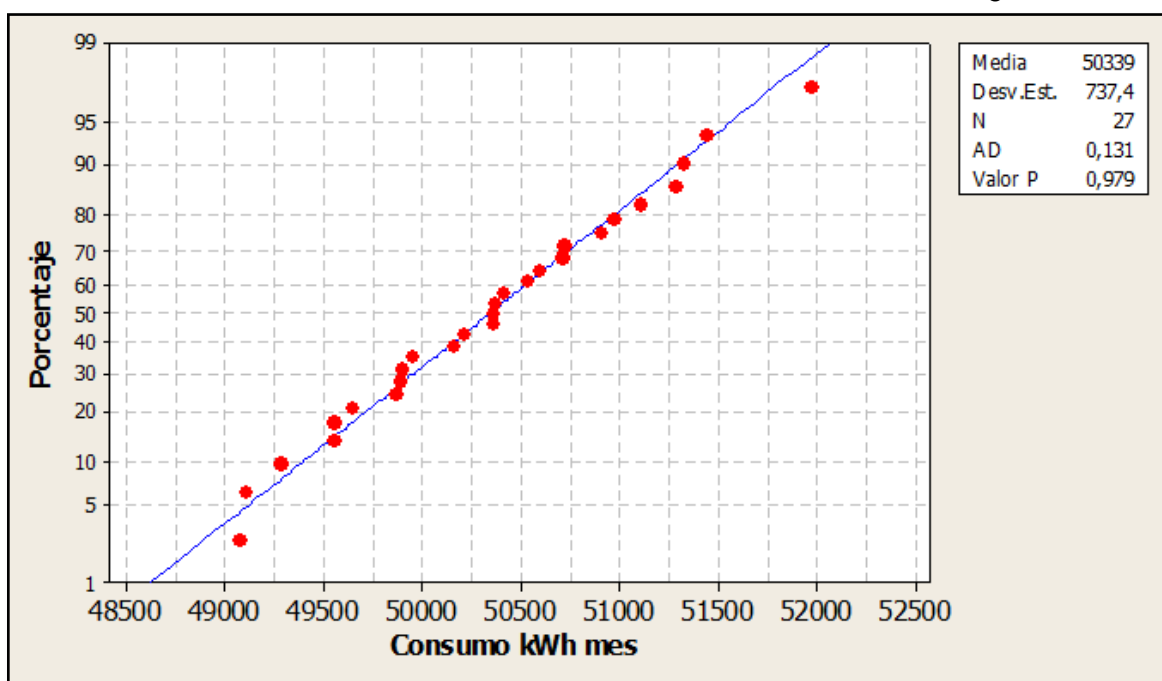
Desarrollo de método:

H_0 : las variables aleatorias en el estudio siguen una distribución normal (μ, σ).

H_a : las variables aleatorias en el estudio no siguen una distribución normal (μ, σ).

Para un nivel de prueba de 5% (95% de confianza).

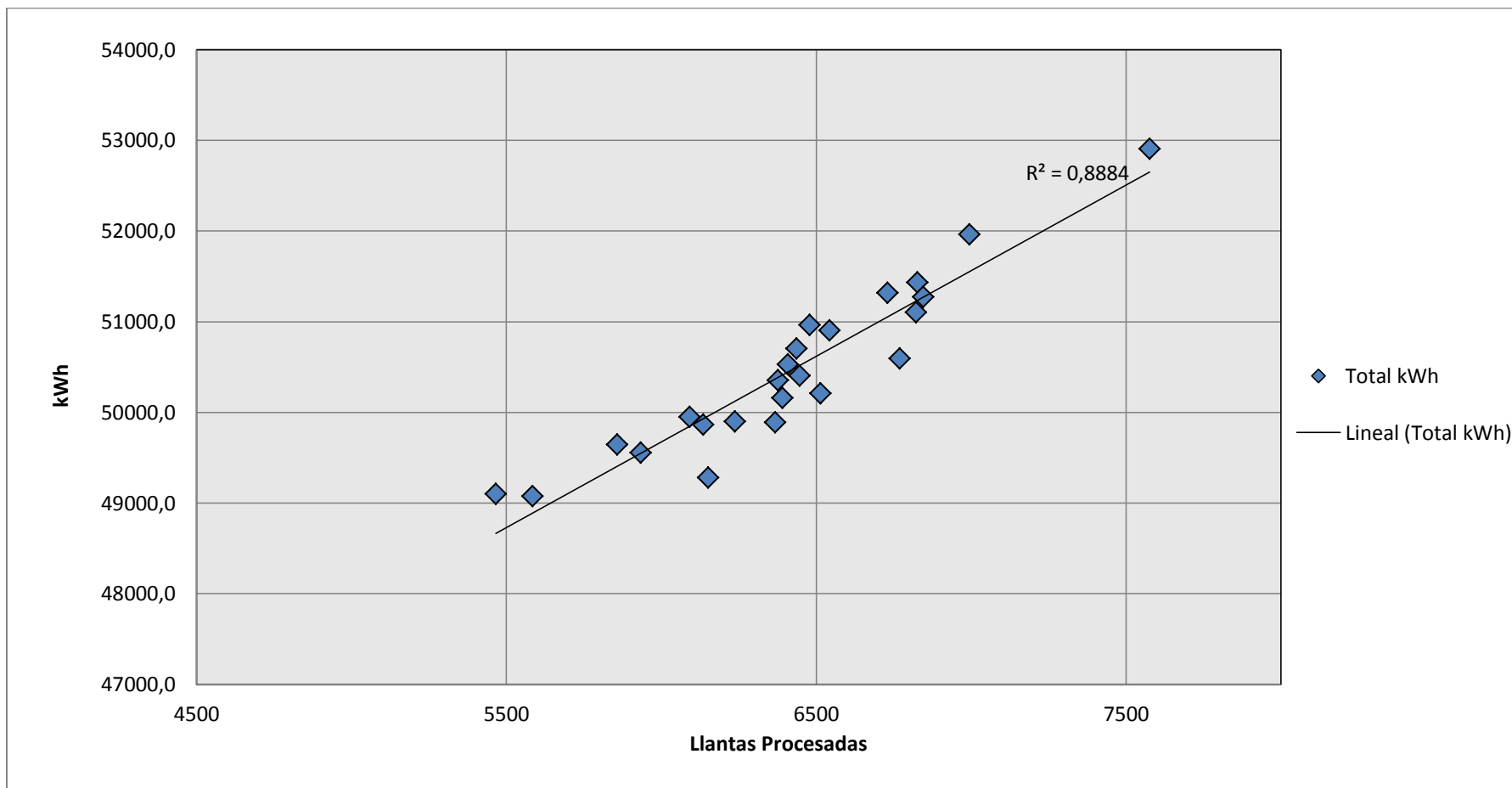
Gráfico 6. Prueba de Normalidad kWh mes – Anderson Darling



El estadístico muestra un Anderson –Darling (AD) no mayor a 0,632 para un nivel de confianza de 95%. Aceptándose la hipótesis H_0 , también se puede observar por el valor P, el cual supera al nivel de prueba que es de 0,005 por tal motivo se acepta H_0 , las variables aleatorias en el estudio siguen una distribución normal (μ, σ).

Se comparo con el modelo estadístico, es cual demuestra una correcta toma de datos con un nivel de confianza de 95%.

Gráfico 7. Diagrama de dispersión y correlación



4.7 GRÁFICO DE CONTROL

Los datos obtenidos para la realización del gráfico de control se tomaron de la relación de la factura, mediante las ecuaciones 2,3 y 4. Como lo indica la herramienta guía.

Tabla 11. Análisis de las variables en el proceso de control

Consumo kWh/mes	
Promedio	51524.50
Desviación	6267.05
LCS	70325.65
LCI	32723.35

Tabla 12. Datos gráfico de control

Planta				
Mes	Consumo kWh/mes	Promedio	LCS	LCI
Mar-10	50758	51524.50	70325.65	32723.35
Abr-10	54773	51524.50	70325.65	32723.35
May-10	55128	51524.50	70325.65	32723.35
Jun-10	55917	51524.50	70325.65	32723.35
Jul-10	58892	51524.50	70325.65	32723.35
Ago-10	50822	51524.50	70325.65	32723.35
Sep-10	47767	51524.50	70325.65	32723.35
Oct-10	46110	51524.50	70325.65	32723.35
Nov-10	39817	51524.50	70325.65	32723.35
Dic-10	41134	51524.50	70325.65	32723.35
Ene-11	48563	51524.50	70325.65	32723.35
Feb-11	63168	51524.50	70325.65	32723.35
Mar-11	56645	51524.50	70325.65	32723.35
Abr-11	57528	51524.50	70325.65	32723.35

Continuación Tabla 12. Dato gráfico de control

Planta				
Mes	Consumo kWh-mes	Promedio	LCS	LCI
May-11	50577	51524.50	70325.65	32723.35
Jun-11	50149	51524.50	70325.65	32723.35
Jul-11	58922	51524.50	70325.65	32723.35
Ago-11	55098	51524.50	70325.65	32723.35
Sep-11	57435	51524.50	70325.65	32723.35
Oct-11	51550	51524.50	70325.65	32723.35
Nov-11	41724	51524.50	70325.65	32723.35
Dic-11	43654	51524.50	70325.65	32723.35
Ene-12	45564	51524.50	70325.65	32723.35
Feb-12	54893	51524.50	70325.65	32723.35

4.7.1 Análisis gráfico de control

Se analizó el gráfico de control (ver Gráfico 8), en busca de distribuciones anormales o diferentes pautas.

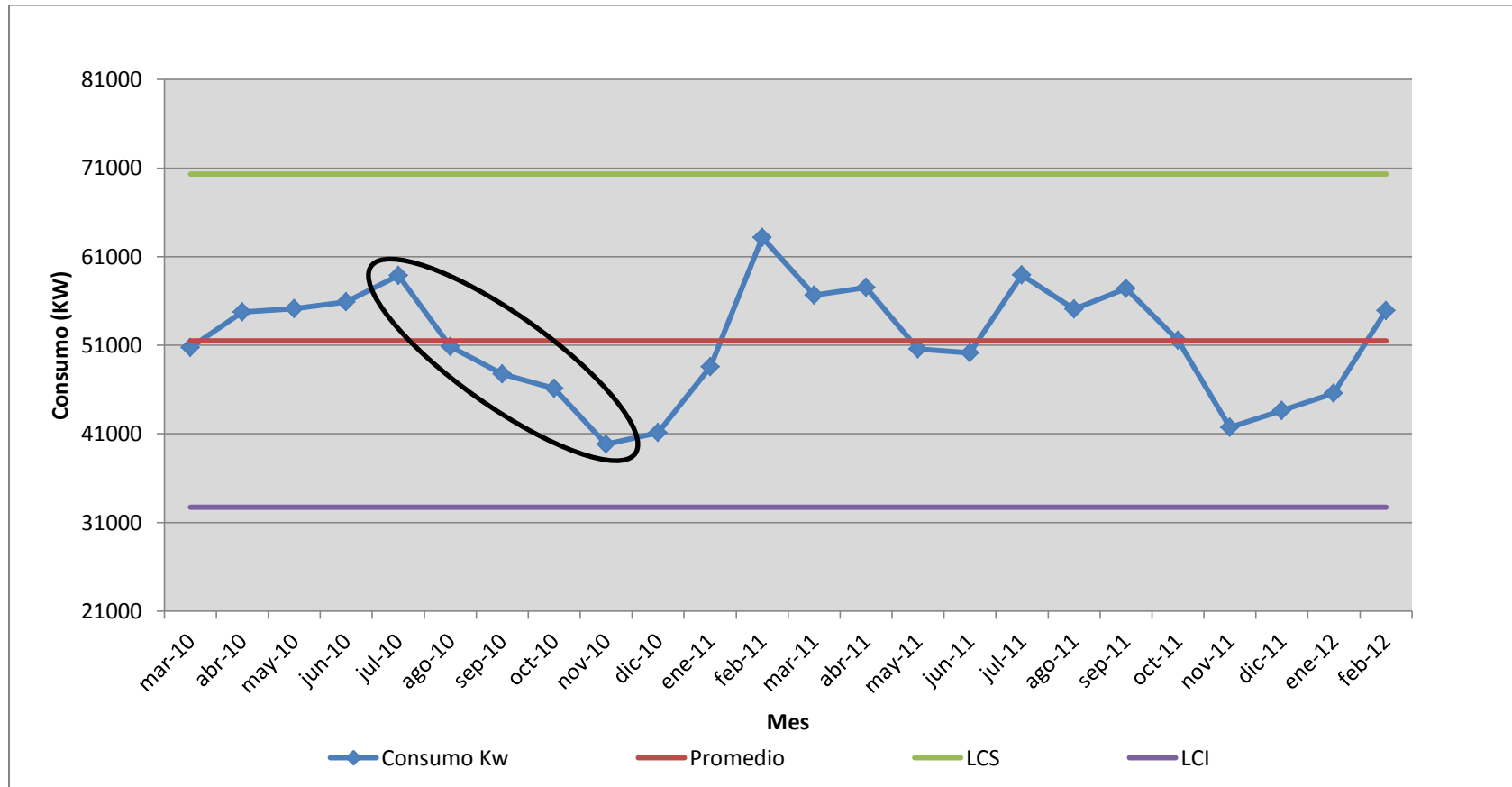
Se encontró que puede existir una distribución anormal ya que entre el período de julio y noviembre del 2010 se aproxima al límite inferior, indicando un período anormal, se debe realizar un análisis para estos meses en particular.

Después de realizar una búsqueda de las posibles causas, se encontró que la planta de embandado tenía poca demanda, lo que pudo haber afectado la planta de reencauche.

De igual forma, se analizó los posibles inconvenientes, encontrándose que la planta de embandado tuvo baja demanda, por tal motivo puede ser que esta baja producción de la planta de embandado haya causado una disminución en el consumo eléctrico.

En general, se puede considerar como estable el proceso, ya que ningún dato está fuera de los límites de control, y así continuar empleando los mismos límites.

Gráfico 8. Gráfico de control sección reencauche



4.8 GRÁFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO

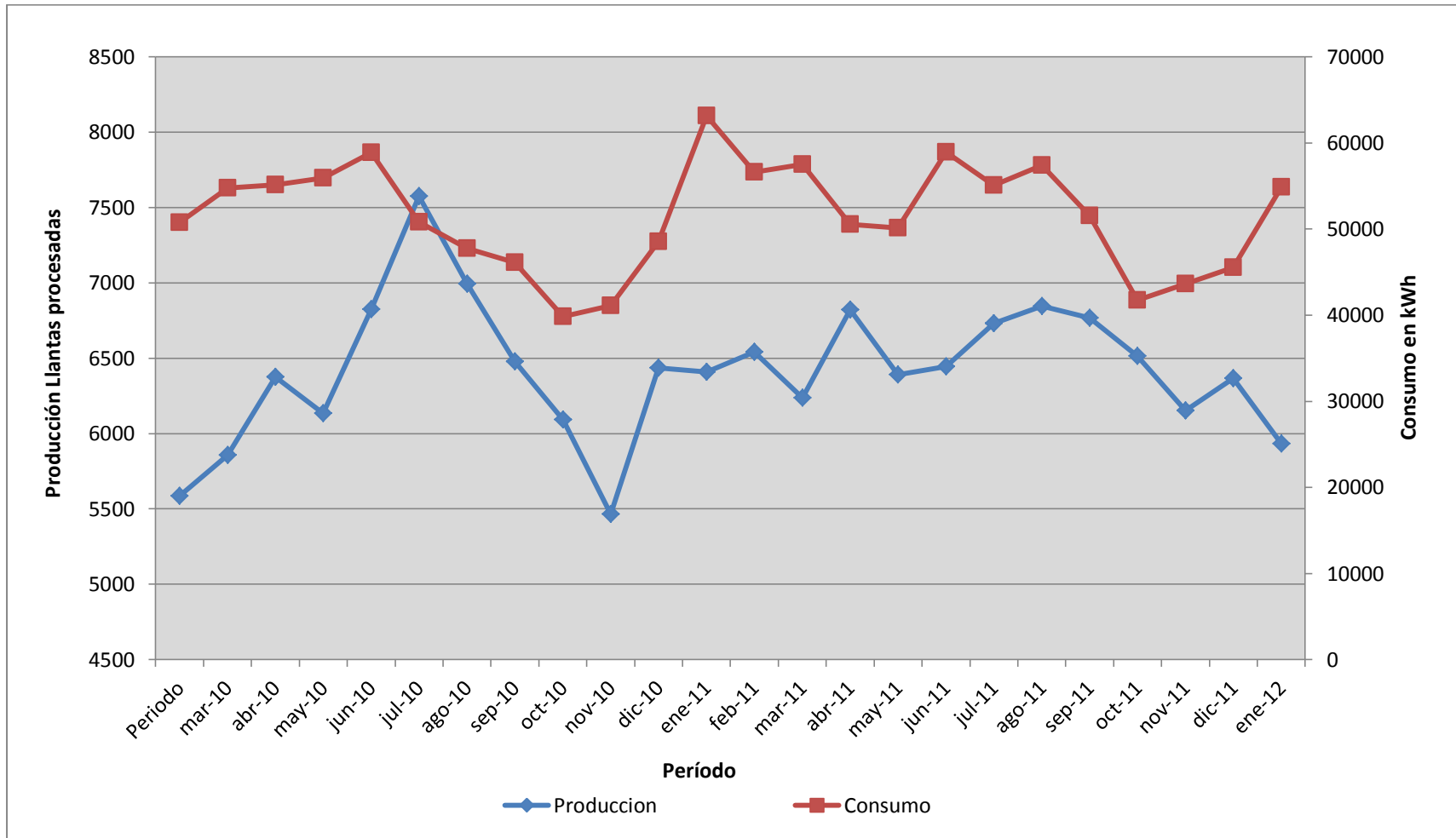
El Gráfico 9 muestra la variación simultánea del consumo eléctrico con la producción realizada en el mismo período, para este paso se tomó el consumo eléctrico dado por la factura.

La sección de reencauche tiene estipulado que el consumo eléctrico es de un 35%, según lo reportado en la factura.

Tabla 13. Tabla variación de la producción y el consumo en el tiempo

Período	Consumo kWh -mes	% Variación	Producción	% Variación	Comportamiento	Observación
Mar-10	50758		5585			
Abr-10	54773	7.33	5858	4.66	Normal	Ninguna
May-10	55128	0.64	6377	8.14	Anormal	Ahorro eficiente
Jun-10	55917	1.41	6135	-3.94	Anormal	Ahorro Deficiente
Jul-10	58892	5.05	6826	10.12	Normal	Ninguna
Ago-10	50822	-15.88	7577	9.91	Anormal	Ahorro eficiente
Sep-10	47767	-6.40	6995	-8.32	Normal	Ninguna
Oct-10	46110	-3.59	6479	-7.96	Normal	Ninguna
Nov-10	39817	-15.80	6091	-6.37	Normal	Ninguna
Dic-10	41134	3.20	5466	-11.43	Anormal	Ahorro Deficiente
Ene-11	48563	15.30	6437	15.08	Normal	Ninguna
Feb-11	63168	23.12	6409	-0.44	Anormal	Ahorro Deficiente
Mar-11	56645	-11.52	6543	2.05	Anormal	Ahorro eficiente
Abr-11	57528	1.53	6237	-4.91	Anormal	Ahorro Deficiente
May-11	50577	-13.74	6822	8.58	Anormal	Ahorro eficiente
Jun-11	50149	-0.85	6391	-6.74	Normal	Ninguna
Jul-11	58922	14.89	6446	0.85	Anormal	Ahorro Deficiente
Ago-11	55098	-6.94	6730	4.22	Anormal	Ahorro eficiente
Sep-11	57435	4.07	6845	1.68	Normal	Ninguna
Oct-11	51550	-11.42	6769	-1.12	Normal	Ninguna
Nov-11	41724	-23.55	6514	-3.91	Anormal	Ahorro eficiente
Dic-11	43654	4.42	6152	-5.88	Anormal	Ahorro deficiente
Ene-12	45564	4.19	6368	3.39	Normal	Ninguna
Feb-12	54893	16.99	5933	-7.33	Anormal	Ahorro Deficiente

Gráfico 9. Gráfico de consumo y producción en el tiempo.



4.8.1 Análisis gráfico de consumo y producción en el tiempo

Para este análisis hay que tener en cuenta que los servicios llegan mes vencido, para poder compararlo con la producción.

En el mes de mayo del 2010 se detectó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica eficiente, ya que se incremento la producción un 8,14% con respecto al mes anterior , por otro lado, el consumo de energía eléctrica se incremento solamente en un 0,64%, puesto que en este período de tiempo se realizaron actividades que permitieron generar ahorro.

En el mes de junio del 2010 se detectó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se redujo la producción en un 3,94% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 1,41%, estableciéndose como un período de tiempo en donde no posible generar ahorro.

En el mes de agosto del 2010 se presentó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica eficiente, ya que se incremento la producción un 9,91% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se redujo en un 15,88%, dadas las actividades realizadas que permitieron generar ahorro.

En el mes de diciembre del 2010 se presentó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se redujo la producción en un 11,43% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 3,2%. Lo anterior hace que se defina como un período de tiempo en donde la empresa no logró generar ahorro alguno.

El mes de febrero del 2011 se mostró un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se redujo la producción en un 0,44% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 23,12%, este comportamiento se da ya que las actividades realizadas, no permitieron generar ahorro.

En el mes de marzo del 2011 se detectó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica eficiente, ya que se incremento la producción un 2,05% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se redujo en un 11,52%, ya que en este período de tiempo se realizaron actividades que permitieron generar ahorro.

El mes de abril del 2011 presentó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se redujo la producción en un 4,91% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 1,53%, estableciéndose como un período de tiempo en donde las actividades realizadas no permitieron generar ahorro alguno.

En el mes de mayo del 2011 se detectó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica eficiente, ya que se incremento la producción un 8,58% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se redujo en un 13,74%. Lo anterior hace que

se defina como un período de tiempo en donde la empresa no logró generar ahorro alguno.

El mes de noviembre del 2011 reportó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica eficiente, ya que se redujo la producción un 3,91% con respecto al mes anterior al igual que el consumo de energía eléctrica, en un 23,55%.

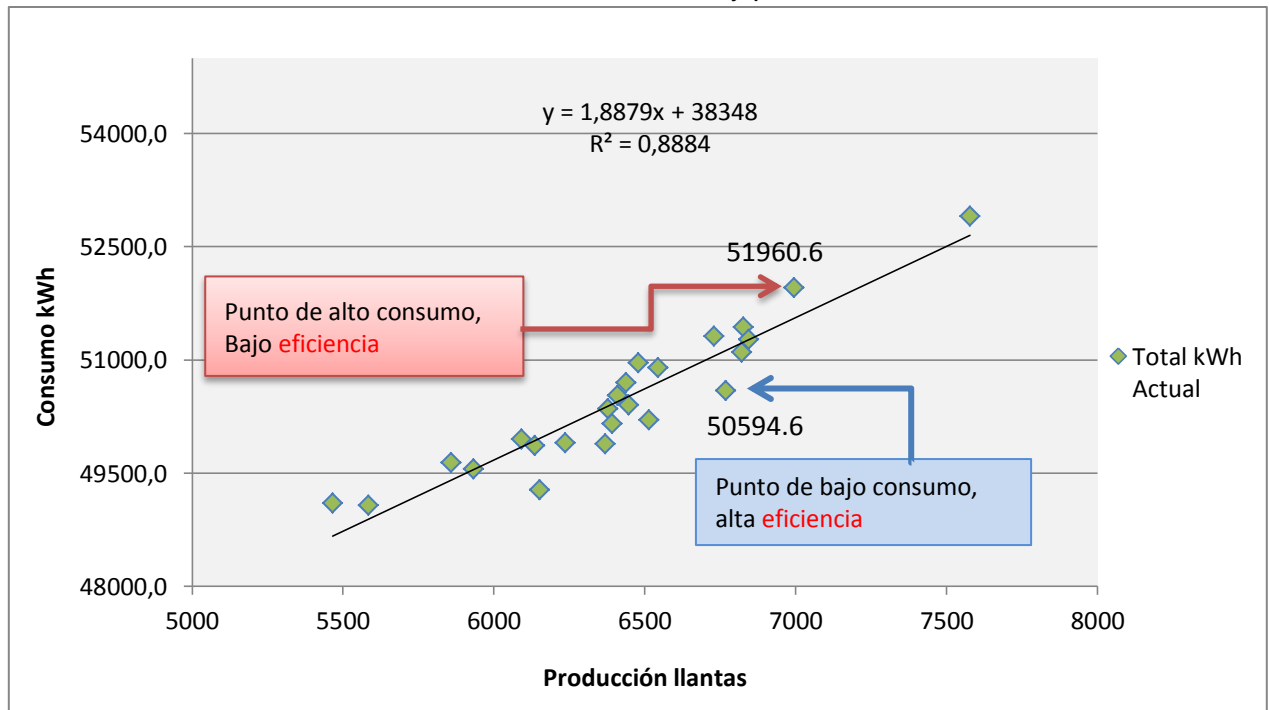
En el mes de diciembre del 2011 se detectó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se redujo la producción en un 5,88% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 4,42%, debido a que en este período de tiempo se realizaron actividades que no permitieron generar ahorro alguno.

En el mes de febrero del 2012 se presentó un comportamiento anormal de ahorro de energía eléctrica Deficiente, ya que se redujo la producción en un 7,33% con respecto al mes anterior y el consumo de energía eléctrica se incremento en un 16,99%, este comportamiento fue consecuencia de las actividades realizadas, puesto que no generaron ahorro eléctrico.

4.9 DIAGRAMA DE CONSUMO – PRODUCCIÓN

El Gráfico 10 se realizó con base a los datos de consumo de energía eléctrica y producción en el mismo período de tiempo, los cuales son los tomados de la Tabla 10. Datos de producción y consumo planta.

Gráfico 10. Gráfico de consumo y producción



Por medio de este diagrama se determina en qué medida la variación de los consumos energéticos se debe a la variación de la producción. Por otro lado, también determina el valor de la energía no asociada a la producción.

4.9.1 Análisis diagrama de consumo – producción

$$E = m \cdot P + E_0$$

Ecuación 5

Tabla 14. Datos del consumo actual de energía eléctrica.

CONSUMO ACTUAL (ENERGÍA ELÉCTRICA)	
Coefficiente de determinación (R^2)	0,89
Pendiente (m)	1,888
Intercepto (E_0)	38,348

Donde:

- E : Consumo de energía en el período seleccionado.
- m : Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de la energía respecto a la producción.
- P : Producción asociada en el período seleccionado.
- E_0 : Energía eléctrica que se disipa en la producción y/o se consume en otras áreas.

Como la correlación es mayor a 0,89 podemos hacer proyecciones futuras, con base a la ecuación 5 mostrada.

El valor de Energía eléctrica que se disipa en la producción y/o se consume en otras áreas es de 38,348 –kWh, lo cual indica que se están presentado pérdidas eléctricas.

La Energía eléctrica que se disipa en la producción y/o se consume en otras áreas, puede ser por los siguientes factores:

- Iluminación plantas: Los bombillos del PLC que ciertas máquinas permanecen siempre encendidas en horas de producción y en horas de no producción por lo tanto este se convierte en consumo adicional no relacionado a la producción.

- Energía usada en servicios de mantenimiento: Durante su mantenimiento preventivo y correctivo se enciende todos los motores de las máquinas para su revisión y control.
El mantenimiento preventivo es mensual y el correctivo es cuando se dañe algún motor o parte este.
- Consumo de Energía Eléctrica en equipos de oficinas y microondas en el cuarto de alimentos.
- Factor de potencia bajo, ocasionando calentamiento en los cables, lo que significa que se esta disipando la energía eléctrica.

4.10 DIAGRAMA DE CONSUMO – PRODUCCIÓN META PROPUESTA

Para realizar este diagrama es importante tener una meta de ahorro realizable, que estimule el uso eficiente de la energía eléctrica.

La meta de consumo para el nivel de producción se calculó con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo vs producción para **los niveles por debajo de la media**.

La ecuación a usar es:

$$E_{meta} = M_{meta} * P + E_0 \text{ meta kWh/mes} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

M_{meta} : Consumo meta para un nivel de producción dado (kWh/mes).

M_{meta} : Nueva pendiente para la línea meta de tendencia.

$E_0 \text{ meta}$: Nuevo intercepto para la línea meta de tendencia.

P : Producción programada (llantas procesadas).

Tabla 15. Datos filtrados consumo energía eléctrica

Mes	Llantas procesadas	Total kWh/ Mes Meta
may-11	6822	51101.0
jun-11	6391	50159.0
sep-11	6845	51275.0
oct-11	6769	50594.6
nov-11	6514	50208.0
dic-11	6152	49278.0
ene-12	6368	49888.0

La posibilidad de reducción del consumo de energía por cumplimiento de la meta propuesta se calcula con la siguiente ecuación:

$$E = m \cdot P + b \quad \text{Ecuación 7}$$

Dando como resultado, empleando los valores de la Tabla 16:

$$E = 38,348 - 33,837 = 4511 \text{ kWh/mes}$$

Tabla 16. Datos del consumo meta de energía eléctrica.

CONSUMO META (ENERGÍA ELÉCTRICA)	
Coefficiente de determinación (R^2)	0,94
Pendiente (m)	2,522
Intercepto (b)	33,837

4.10.1 Análisis diagrama de consumo – producción meta

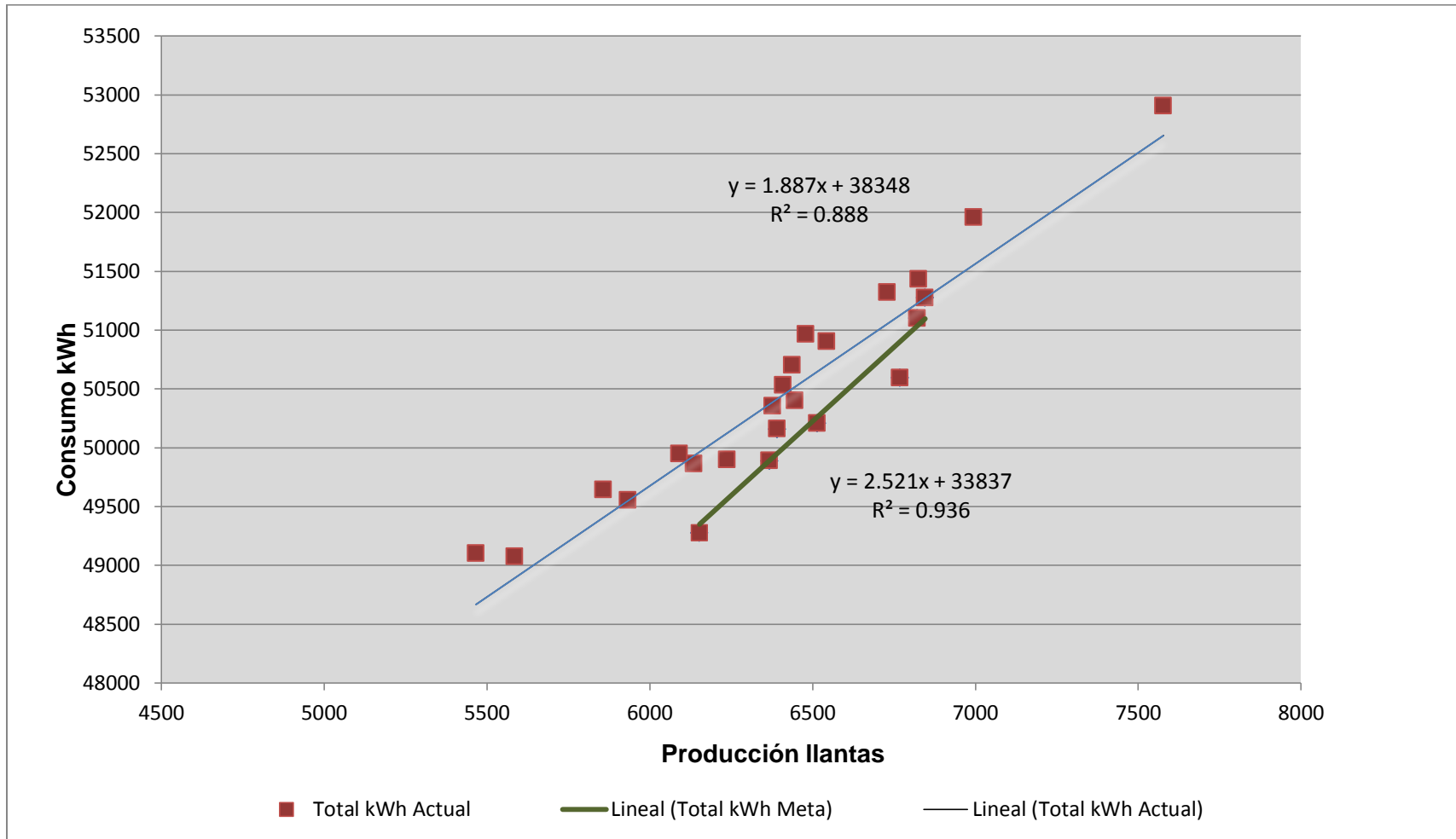
A partir del Gráfico 11, se puede observar que la nueva correlación es de 94% por lo tanto las variables mantienen e incluso estrechan más su relación, lo que indica que la nueva gráfica describe de manera adecuada el comportamiento de estas variables.

Con esta meta se puede reducir el costo eléctrico 8,9 % lo que equivale ahorrar \$1.321.726 pesos colombianos lo equivalente a \$15.846.000 pesos colombianos anuales (ver Tabla 17).

Tabla 17. Datos promedio de consumo

DATOS PROMEDIO	
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (kWh/mes)	50,461
PRODUCCIÓN MENSUAL PROMEDIO (Lantas procesadas /mes)	6,416
COSTO PROMEDIO FACTURA DE ENERGÍA (\$/mes)	\$ 14,785,129
META DE AHORRO ENERGÉTICO (kWh/mes)	4,511
PORCENTAJE DE AHORRO ENERGÉTICO ESTIMADO	8.9%
POTENCIAL DE AHORRO ESTIMADO	\$ 1,321,726

Gráfico 11. Gráfico de consumo y producción meta propuesta



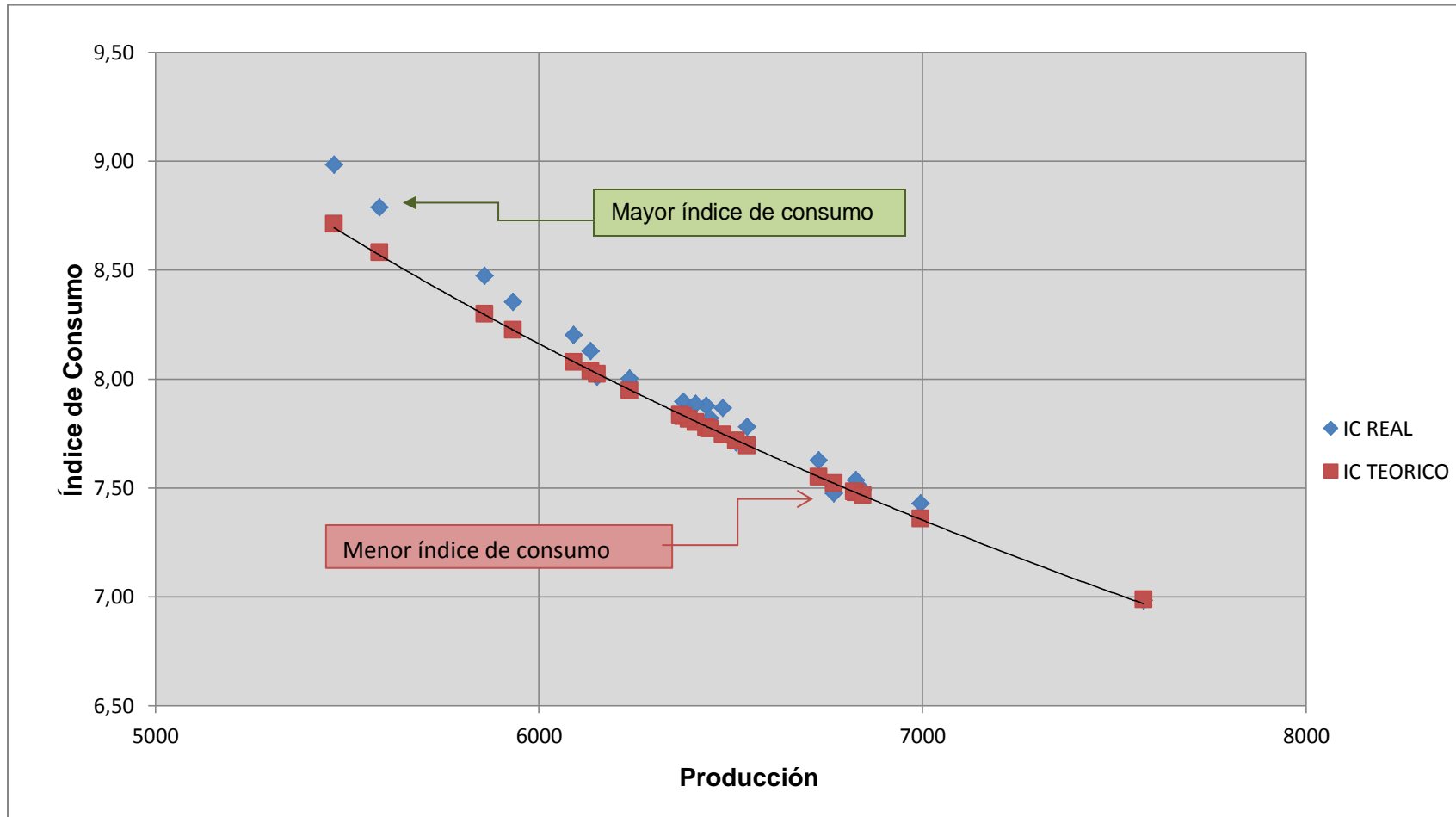
4.11 DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO – PRODUCCIÓN

El gráfico que relaciona el índice de consumo y la producción es muy útil para establecer los sistemas de gestión energética, al igual que estandarizar los procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores.

Tabla 18. Datos Índice de Consumo kWh/mes Real y Teórico

Período	Producción	Consumo real	IC real	Consumo teórico	IC teórico
	Llantas procesadas/mes	kWh/mes	kWh/Llantas procesadas	kWh/mes	kWh/Llantas procesadas
Mar-10	5585	49074.1	8.79	47920.39	8.58
Abr-10	5858	49643.7	8.47	48608.78	8.30
May-10	6377	50354.7	7.90	49917.47	7.83
Jun-10	6135	49863.7	8.13	49307.25	8.04
Jul-10	6826	51433.6	7.53	51049.64	7.48
Ago-10	7577	52904.7	6.98	52943.34	6.99
Sep-10	6995	51960.6	7.43	51475.79	7.36
Oct-10	6479	50963.5	7.87	50174.66	7.74
Nov-10	6091	49949.7	8.20	49196.30	8.08
Dic-10	5466	49102.8	8.98	47620.32	8.71
Ene-11	6437	50701.9	7.88	50068.76	7.78
Feb-11	6409	50530.6	7.88	49998.15	7.80
Mar-11	6543	50902.4	7.78	50336.04	7.69
Abr-11	6237	49899.6	8.00	49564.45	7.95
May-11	6822	51101.1	7.49	51039.56	7.48
Jun-11	6391	50159.5	7.85	49952.77	7.82
Jul-11	6446	50402.0	7.82	50091.45	7.77
Ago-11	6730	51319.3	7.63	50807.58	7.55
Sep-11	6845	51275.5	7.49	51097.55	7.46
Oct-11	6769	50594.6	7.47	50905.92	7.52
Nov-11	6514	50208.7	7.71	50262.92	7.72
Dic-11	6152	49278.5	8.01	49350.11	8.02
Ene-12	6368	49888.9	7.83	49894.77	7.84
Feb-12	5933	49554.7	8.35	48797.89	8.22

Gráfico 12. Gráfico índice de consumo y producción



4.11.1 Análisis diagrama índice de consumo – producción

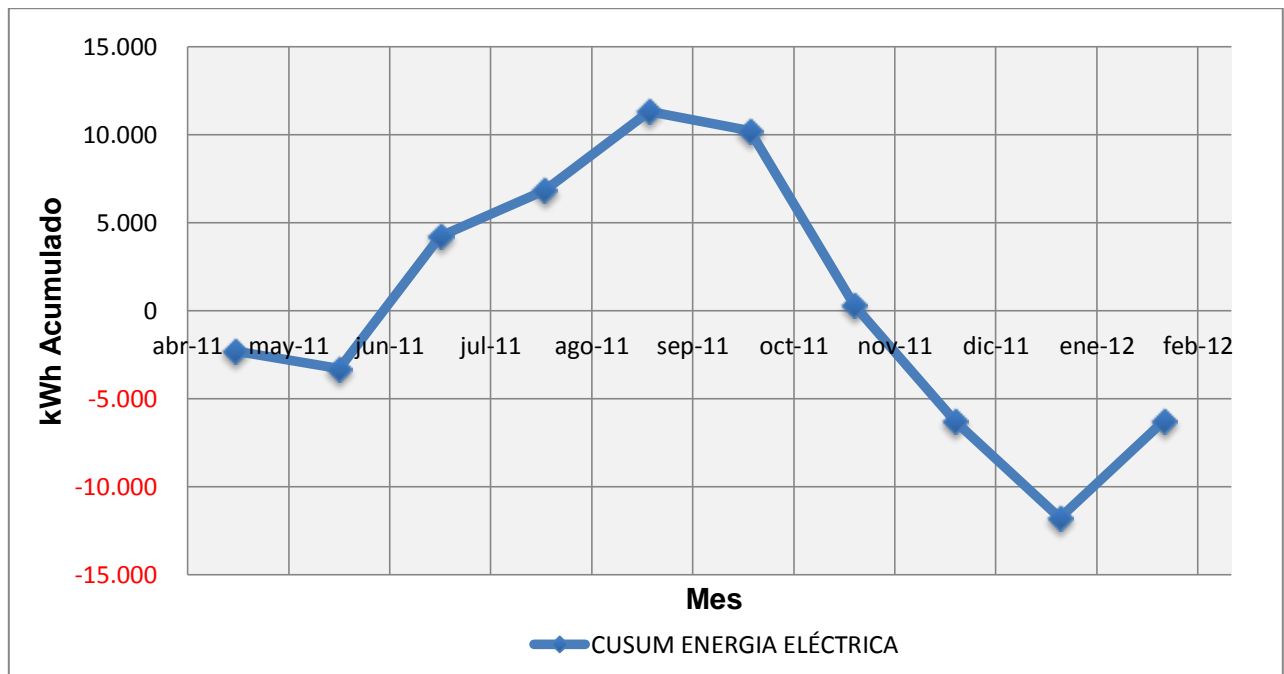
En el Gráfico 12 se observa que el índice de consumo varían entre 7 y 9 kW/llantas procesadas, también se puede ver que la empresa no tiene niveles de producción eficientes, por el contrario existe un índice de consumo alto asociado a la producción.

Ya que los valores de IC están por encima de la curva teórica, es indicador de un potencial de disminución del índice de consumo, es decir existen oportunidades de mejora.

4.12 GRÁFICO DE TENDENCIA (CUSUM)

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación del consumo de energía eléctrica, con respecto al período base (2011).

Gráfico 13. Gráfico de tendencia (CUSUM)



4.12.1 Análisis gráfico de tendencia (CUSUM)

En el Gráfico 13 se observa que desde el mes de mayo del 2011 se ha incrementado el consumo de energía eléctrica, de igual forma se observa que desde el mes de septiembre

se ha presentado una reducción en el consumo de la misma, evidenciándose la variación con respecto a la producción.

Debido a los resultados presentados en cuanto al consumo eléctrico en la planta de reencauche, se analizaron las posibles causas de las variaciones del consumo energético que se presentan en el Gráfico 13, encontrando que la variabilidad, en gran medida, está relacionada con el consumo eléctrico de la planta de embandado, ya que en ésta se emplea maquinaria de alto consumo eléctrico.

4.13 DEFINICIÓN Y ELABORACIÓN DE INDICADORES

Un indicador es una expresión cuantitativa o cualitativa, que permite describir las características, comportamientos de la realidad a través de una variable o por medio del establecimiento de una relación entre variables, que comparada con períodos anteriores o una meta permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo (DANE;).

Todo indicador tiene que cumplir con características mínimas, que son: medición, comunicación y simplificación. Así mismo el indicador debe tener un objetivo definido.

Para este trabajo se crearon indicadores energéticos de tipo cuantitativo.

Indicadores Energéticos

Tabla 19. Indicador Energético 1

Indicador Energético # 1	
Código	PURE001
Nombre	Índice de medición de reducción de la energía eléctrica consumida.
Objetivo	Determinar el % de energía eléctrica consumida respecto a un pronóstico.
Fórmula	$= \left(\frac{\text{Energía consumida kWh} - \text{mes}}{\text{Pronostico Energía kWh} - \text{mes}} \right) * 100$
Fuente	Se toma el consumo de la factura y a su vez el pronóstico dado por el Ing. de planta.
Responsable	Ingeniero de planta
Área	Producción
Frecuencia	Mensual
Rango de resultado	(90% ; 110%)

Nota:

Este indicador muestra la variación del consumo de energía eléctrica de la empresa con respecto al pronóstico. Si el rango de resultado se encuentra entre el 90% y 110% el método está bien realizado, si está por debajo de 90% o por encima de 110% es necesario evaluar el método a escoger ya que presenta incertidumbre en sus datos.

Tabla 20. Indicador Energético 2

Indicador Energético # 2	
Código	PURE002
Nombre	Índice de medición del costo de la energía eléctrica sobre la producción.
Objetivo	Determinar la relación del costo eléctrico mensual sobre la producción mensual.
Fórmula	$= \left(\frac{\$Costo \text{ recibo energía eléctrica mes}}{\text{Unidades llantas Producción mes}} \right)$
Fuente	Se toma el costo de la factura y la producción se toma de los datos del Ing. de planta.
Responsable	Ingeniero de planta
Área	Producción
Frecuencia	Mensual
Rango de resultado	(\$0; \$10,000) por unidad producida

Nota:

El resultado muestra el precio de la energía eléctrica consumida por unidad producida, se compara con los datos anteriormente tomados.

Tabla 21. Indicador Energético 3

Indicador Energético # 3	
Código	PURE003
Nombre	Índice de consumo eléctrico por máquina
Objetivo	Determinar la relación del consumo real de la máquina sobre el consumo de la ficha técnica.
Formula	$= \left(\frac{\text{consumo Real}}{\text{Ficha tecnica}} \right) * 100$
Fuente	EL consumó real se toma del analizador de red previamente colocado y los datos teóricos directamente de la ficha técnica de la maquina
Responsable	Ingeniero de mantenimiento
Área	Producción
Frecuencia	Trimestral
Rango de resultado	(50%; 100%)

Nota:

Si en algún momento las mediciones trimestrales varían considerablemente entre 20% y 30%, será necesario hacer un mantenimiento e inspección detallado, teniendo en cuenta que las máquinas sean evaluadas en un tiempo de ciclo similar.

Tabla 22. Indicador Energético 4

Indicador Energético # 4	
Código	PURE004
Nombre	Cumplimiento meta consumo eléctrico
Objetivo	Lograr disminuir el consumo eléctrico de producción
Formula	$\% \text{ cumplimiento} = (\text{Consumo real} / (M_{\text{meta}} * P + E_{\text{meta}})) * 100$
Fuente	Consumo eléctrico real: tomado de la factura <i>M_{meta}</i> : La pendiente, tomada de la generación de los datos (=PENDIENTE((conocido_y;conocido_x)) siendo X: llantas procesadas, Y: kWh/mes <i>P</i> : La producción real <i>E_{0 meta}</i> : Intercepto. Tomada de los datos (=INTERSECCIÓN.EJE (conocido_y;conocido_x))
Responsable	Ingeniero de planta
Área	Producción
Frecuencia	Mensual
Rango de resultado	(80%; 150%)

Nota:

Este indicador se tomo del SGIE, el cual sirve como control y seguimiento de las metas propuestas por la empresa.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Desde que se comenzó el análisis de la sección de la planta de reencauche, se evidenció el desbalance del consumo eléctrico con relación a la producción, se realizó la correlación del consumo de la energía eléctrica con respecto a producción en kg. Esta relación se obtuvo a partir del consumo de energía eléctrica, es decir directamente de la factura.

La planta estableció que la sección de reencauche consume el 35% de la factura siempre, por ende se tomó esta medición por políticas ya establecidas de la planta, el otro 65% lo consume la planta de producción de bandas.

Analizando los datos se evidenció que existe un aumento o disminución del consumo de la energía eléctrica por parte de la planta de creación de bandas, es decir que el 35% de energía eléctrica que consume la planta de reencauche variaría por factores indirectos a la producción de reencauche de llantas.

Realizando la correlación se evidenció la deficiente relación que tienen las dos variables evaluadas, el resultado fue de 0,10 lo que significa una correlación nula, impidiendo que se pueda pronosticar a futuro.

Como resultado de este análisis se ve claramente una oportunidad de mejora.

Se planteó una alternativa de solución al problema de la obtención de datos, se recolectaron los datos de forma directa, por medio de herramientas acordes, con lo que se logró obtener una correlación de 0,88 de las dos variables: llantas procesadas y kWh/mes.

Una vez analizados los gráficos y diagramas, se evidenció el alto consumo de los compresores, la raspadora Matteuzzi, la raspadora Bandag y el ciclón, los cuales son oportunidades de mejora para la empresa.

Como control y seguimiento se plantearon los anteriores indicadores, que sirven de medición para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica.

Se encontró limitaciones en la toma de datos de las diferentes máquinas, limitantes como falta de conocimiento en cuanto a la manipulación correcta y el tipo tecnología usada para la toma de datos en cada una de las máquinas, sin embargo se logró un proceso de levantamiento de datos exitoso, minimizando los errores generados por la falta de tecnología.

6 ANÁLISIS NORMA NTC 50001

6.1 IDENTIFICAR POSIBLES CAMBIOS QUÉ REQUIERE LA EMPRESA PARA SU IMPLEMENTACIÓN.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, es el organismo encargado de la creación de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales. A modo de ejemplo se encuentra la norma NTC ISO 50001, la cual tiene como propósito establecer, implementar, mantener y mejorar en las organizaciones la implementación de un sistema de gestión energética.

La implementación de esta norma se enfoca en la reducción de las emisiones de gases causados por el efecto invernadero, así como la reducción de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía.

Se realizó una lectura exhaustiva de la norma NTC ISO 50001, con el fin de generar una propuesta en donde se determinen acciones para una futura implantación, teniendo en cuenta los requisitos y cambio que serán primordiales para una exitosa ejecución, lo anterior se presenta en el numeral 4. REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA.

Qué se ha realizado para una futura implementación:

1. Definir y documentar el alcance y los límites de SGE: actualmente, AUTOMUNDIAL S.A no cuenta con un sistema de gestión energético, sin embargo se realizan seguimientos del consumo de energía eléctrica y del gas, limitándose solo en los aspectos relacionados con la producción. Para el análisis de esta investigación, fue necesario limitar el lugar a mejorar, siendo la planta de reencauche el punto de estudio.
2. Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGE de acuerdo con los requisitos de la norma: se realizó el levantamiento de información del consumo eléctrico por máquina, estableciendo un documento en el cual contiene el consumo en kWh/mes y la producción mensual de llantas procesadas, que puede seguir llevándose para mantener un seguimiento de las variables y lograr mejoras del consumo eléctrico.
3. Revisión energética: se desarrolló una metodología de análisis de revisión energética dentro de la empresa con criterios claros y definidos, identificando las fuentes de energía actuales, las cuales son: CODENSA S.A. E.S.P. su operador de red y el comercializador la Empresa de Energía del Pacífico S.A. EPSA E.S.P, evaluando el uso y consumo pasados y presentes de la energía.

Se identifico en las instalaciones equipamientos, maquinaria, sistemas y procesos que afectan significativamente al uso y al consumo de la energía eléctrica.

4. Identificar, priorizar y registrar oportunidades de mejora: después de realizar el estudio energético en la empresa se identifico y registró oportunidades de mejora que impacte el consumo eléctrico de la empresa.
5. Línea base energética: se crearon dos variables de control energético que son el kWh/mes y la producción de llantas mensual, a estas variables se les realizó una correlación arrojando un 0,88 mostrando su alta relación, permitiendo realizar proyecciones futuras, la línea base tomada es del periodo de enero hasta diciembre del 2011, se muestran en el anexo 2.
6. Indicadores de desempeño: se generaron 3 indicadores de desempeño energético, los cuales deben ser documentados y revisados regularmente, mencionados en el numeral 4,13.
7. Control de registros: se realizo una matriz en el cual se tienen todas las maquinas y sus características de funcionamiento y consumo eléctrico actualizada, se debe ingresar cada maquina nueva que entra en la empresa para tener un control detallado de las maquinas.

Pasos a seguir para una futura implementación:

1. Responsabilidad de la alta gerencia: designar un representante de la dirección, comunicándole las responsabilidades, funciones y metas. Aprobando la creación de un equipo de trabajo, al igual que suministrar lo recursos necesarios para continuar con la documentación e implementación del SGIE, el cual informara sobre el desempeño energético y la evolución de las implementaciones a la alta dirección.
2. la alta dirección deberá tener un marco para la acción y el establecimiento de los objetivos, políticas y metas energéticas cuantificables, medibles y verificables, ejecutando acciones a corto y largo plazo, comunicándolas a toda la organización.
3. Comunicación: se deberá crear una campaña de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización, para que se haga parte del proyecto a todo el personal de la planta.
4. Evolución de SGIE: Realizar por parte de la alta dirección la evolución de SGIE, por periodos previamente definidos.

5. Control de documentación: se debe tener un procedimiento de control para aprobar y/o actualizar los documentos generados y se deberá tener toda la documentación generada sea física o electrónicamente para su posterior auditoria.
6. La alta dirección será la que aprueba la implementación de las propuestas generadas, por medio de indicadores financieros internos.

Figura 14. Modelo de sistema de gestión de la energía, ISO 50001



Fuente: Tomado de la Norma Técnica Colombia NTC_ISO 50001

La Figura 14, muestra de forma más ilustrativa los requisitos generales de la Norma NTC ISO 50001.

7 PROPUESTA

Recomendaciones para hacer uso racional y eficiente de la energía eléctrica

Con base a la encuesta realizada al ingeniero jefe de mantenimiento, Miguel Ángel Rodríguez, se establece la falta de políticas energéticas concretas, por lo que es necesaria la creación de una política que sea medible, cuantificable y verificable. Al igual que no existe un comité de la energía eléctrica en la empresa, por lo que es necesario la evolución y selección del personal más idóneo para este cargo.

No existe un procedimiento de divulgación de los indicadores de la eficiencia energética, por lo que se hace necesario que toda la organización conozcan los indicadores. De igual forma no existe un procedimiento para la ejecución de acciones correctivas a las variaciones de los indicadores.

Actualmente el área de mantenimiento no se enfoca en el manejo eficiente de la energía eléctrica, sino en garantizar que todas las máquinas estén en uso y así evitar la pérdida de producción, por esa razón debe realizar el mantenimiento de las máquinas enfocado hacia la reducción del consumo eléctrico.

Se investigó sobre el costo eléctrico por horas de la empresa, encontrando el costo eléctrico por hora el cual se muestra en la Grafica 1. Basándose en estas horas se propone cuadrar el recurso humano con las horas no punta para que se utilice el 100% de estas horas, disminuyendo el consumo eléctrico en las horas pico, logrando minimizar el costos eléctrico en la empresa.

Para elaborar el análisis financiero de la propuesta es necesario generar un listado en donde se presenten las oportunidades de mejora, el cual se divide en: observación directa y análisis de los diagramas y gráficos.

Después de haber realizado todo el análisis energético en la empresa AUTOMUNDIAL S.A., se encontraron propuestas para mejorar el consumo eléctrico, por medio de la metodología lluvia de ideas, la cual se enlistan ideas que tengan efecto en la reducción del consumo eléctrico.

Posteriormente se detallan el que pasa, por qué pasa, debería hacerse para resolver problema, en esta parte se enlistan alternativas a la solución del problema.

Finalmente se agregan fichas técnicas de las propuestas económicamente viables, analizándolas mediante los indicadores financieros.

Observación directa:

1. En el momento de la toma de medición del totalizador se evidenció que el coseno de phi (Φ) o factor de potencia es demasiado bajo.

2. Cuando se realizó la toma de medición del totalizador o contador se evidenció la dificultad de una medición precisa.
3. No existe un control detallado del consumo de la energía eléctrica por máquina.
4. La máquina del ventilador de la raspadora esta siempre prendida.
5. Existe poca iluminación natural.
6. Implementación de paneles solares, para ahorrar energía eléctrica.
7. Implementación de parque eólico, para ahorrar energía eléctrica.

Gráficos y diagramas:

8. Los compresores eléctricos al comenzar a operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.
9. La máquina de raspado Bandag al comenzar a operar consume un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.
10. Cambiar bombillas y focos dañados por ahorradores.

1. En el momento de la toma de medición del totalizador se evidenció que el coseno de phi (Φ) es demasiado bajo.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>Se realizó una medición al totalizador con el analizador de red, evidenciando que el coseno de phi (Φ) mostrado por la máquina es muy bajo.</p>	<p>Debido a que el coseno de phi (Φ) es de 0,46. Que puede ser ocasionado por: gran número de motores, un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos. Exceso de inductancia de los motores, entre otros. Lo que puede ocasionar: 1. Utilización de generadores y transformadores de mayor potencia para la misma carga. 2. Una fuerte disminución del rendimiento 3. Desperdicio de energía eléctrica y pérdidas económicas. Además como el coseno de phi (Φ) es bajo, la empresa distribuidora de electricidad puede penalizar, ya que le cuesta más entregarle la electricidad.</p>	<p>1. Colocar un banco de condensadores adecuado. Estos elementos eléctricos que bien instalados y con el valor adecuado, compensan la energía reactiva, necesaria requerida, elevando así el Factor de Potencia.</p>	<p>Ver Ficha Técnica 1. De la propuesta 1.</p>

2. Cuando se realizo la toma de medición del totalizador o contador se evidenció la dificultad de una medición precisa.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>En el momento que se realizó la toma de datos directos al totalizador se evidencia que el consumo real de la planta de reencauche no puede ser tomado.</p>	<p>El totalizador es compartido por la planta de Embandado y la planta de Reencauchado, lo que dificulta un seguimiento y control del consumo eléctrico.</p>	<p>1. Se recomienda dividir la cuenta de la planta de reencauche de la planta de embandado, ya que ambas plantas se ven afectadas directamente del consumo de la otra planta, también por motivos de un control y un seguimiento más preciso del consumo eléctrico de la planta de reencauche, enfocándose a una futura implementación de la norma ISO 50001, la cual se basa en registrar y mantener una revisión energética profunda y certera, por tal motivo es necesario la división de las cuantas para poder llevar a cabalidad este paso que exige la norma.</p>	<p>Ver Ficha técnica 2. De la propuesta 1.</p>

3. No existe un control detallado del consumo de la energía eléctrica por máquina.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>La empresa no tiene una herramienta especializada en la medición de energía eléctrica, lo que hace impreciso el proceso de medición, seguimiento y control.</p>	<p>La empresa no tenía conocimiento de la importancia de tener un instrumento eficaz en la medición de las máquinas, generando seguimientos y controles del consumo eléctrico, logrando disminuir el consumo eléctrico de la empresa.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprar un analizador de red para cada máquina 2. Comparar un analizador de red portable. 3. Instalar contadores de energía eléctrica por máquina. 	<p>Ver Ficha técnica 3. De la propuesta 2.</p>

4. La máquina del ventilador de la raspadora Bandag está siempre prendida.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>La máquina de Ciclón es la encargada de aspirar las partículas producidas por las máquinas de raspado y preparado.</p> <p>La máquina de raspado Bandag tiene una aspiradora de partículas que se mantiene encendida siempre.</p>	<p>La máquina de raspado Bandag tiene la aspiradora encendida siempre, para que las partículas que aspira el ciclón no se devuelvan al área de la raspadora, no se puede apagar porque el material triturado se acumularía en esta área impidiendo el libre tránsito de los operarios.</p>	<p>1. Colocar una compuerta (válvula anti-retorno) al final de la manguera de la máquina de raspado, en donde no sea necesario tener siempre la máquina de raspado encendido.</p>	<p>Ver Ficha Técnica 4. De la propuesta 1.</p>

5. Existe poca iluminación natural

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>La planta de reencauchado cuenta con pocas tejas traslucidas.</p>	<p>No se había evidenciado el potencial de ahorro que se puede generar con colocar tejas traslucidas en la planta, aumentando así la luz natural dentro de la planta de reencauche.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprar e instalar mayor cantidad de tejas traslucidas y limpiar las existentes. 2. Crear campos abiertos para que la luz solar y el aire entre libremente. 	<p>Ver Ficha Técnica 5. De la propuesta 1.</p>

6. Implementación de paneles solares, para ahorrar energía eléctrica.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
Aumentó del costo de la factura eléctrica de la empresa durante los últimos 6 meses.	Porque se quiere reducir los costos energéticos de la empresa por medio de alternativas tecnológicas.	1. Colocar Energía Solar Fotovoltaica, es decir colocar paneles solares en el techo para transformar la energía que irradia el Sol en energía eléctrica.	Ver Ficha Técnica 6. De la propuesta alternativa 1.

7. Implementación de parque eólico, para ahorrar energía eléctrica.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>Aumentó del costo de la factura eléctrica de la empresa.</p>	<p>Porque se quiere reducir los costos energéticos de la empresa por medio de alternativas tecnológicas.</p>	<p>1. Implementar y colocar parque eólico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a su alto costo de implementación, es cual es de 1.200 Euros por kW de potencia instalada, además de necesitar un campo abierto, no es viable implementar un parque eólico, ya que es necesario una inversión monetaria alta.

8. Los compresores eléctricos al comenzar a operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>Los compresores son los encargados de regular la presión en todas las máquinas y no dejar que exista una caída de presión ocasionando daños.</p>	<p>Los compresores están prendiendo y apagando en un promedio de 3 veces en una hora evitando que la presión eléctrica se caiga y ocasione daños en las máquinas. Además de eso cada encendido maltrata al motor, disminuyendo aun más rápido su vida útil.</p>	<p>1. Comprar e instalar un arrancador suave para prolongar la vida útil de la máquina y así lograr disminuir el consumo de la energía eléctrica.</p>	<p>Ver Ficha Técnica 7. De la propuesta 1.</p>

9. La máquina de raspado Bandag al comenzar a operar consume un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>La máquina raspadora Bandag está en constante uso. La máquina es la encargada de raspar las llantas radiales y diagonales de un radio menor a rin 20.</p>	<p>Debido a que la máquina se está prendiendo y apagando unas 200 veces aproximadamente en el día. Generando así un alto consumo de energía eléctrica, aumentado el costo eléctrico y disminuyendo la vida útil de la máquina.</p>	<p>1. Comprar e instalar un arrancador suave para prolongar la vida útil de la máquina y disminuir el consumo de la energía eléctrica.</p>	<p>Ver Ficha Técnica 8. De la propuesta 1.</p>

10. Cambio de bombillas y focos dañados por ahorradores

Qué	¿Por qué?	Debería	Puede
<p>Existen bombillos incandescentes viejos y nuevos, bombillos quemados y rotos.</p>	<p>La iluminación es fundamental para la detección de grietas y daños específicos en la llanta. Un bombillo roto o rodeado de humo negro, hace que el proceso sea más lento, además disminuye su capacidad lumínica.</p>	<p>1. Comprar iluminación LED, pero es necesario modificar la red eléctrica. 2. Comprar bombillos ahorradores. Para esta planta, sirve los bombillos ahorradores ya que no se están prendiendo y apagando, que es lo que a un bombillo ahorrador le acaba la vida útil, disminuyendo 3 horas por cada encendido. Un bombillo ahorrador consume un 80% menos de energía eléctrica.</p>	<p>Ver Ficha Técnica 9. De la propuesta 2.</p>

7.1 ANÁLISIS PROPUESTA

Análisis Financiero

Ficha técnica 1.

1. En el momento de la toma de medición del totalizador se evidenció que el coseno de phi (Φ) o factor de potencia es demasiado bajo.

Tabla 23. Ficha técnica 1, banco de condensadores

Banco de Condensadores									
<p>Descripción:</p> <p>Un condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía. El condensador está formado por dos conductores próximos uno a otro, separados por un aislante, de tal modo que puedan estar cargados con el mismo valor, pero con signos contrarios. Son rectangulares revestidos de metal, de 100 cm alto x 80 cm de largo y 10 cm ancho.</p>	<p>FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 25,000 por KVAR Es necesario colocar un condensador de 65 kvar, el cual tiene un costo de \$1.625,000 pesos, este condensador aumentará el factor de potencia de 0,55 a un 0,90. Sabido que la energía reactiva cuesta \$202 pesos unidad, se podrá lograr disminuir el costo energético en \$7.200,000 mensuales, de igual manera se disminuirá el recalentamiento de la red eléctrica, logrando evitar que la empresa pueda ser multada por tener un factor de potencia tan bajo.</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VPN, 10 %</td> <td style="text-align: right;">\$ 45.882.116,60</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">360%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">43,2</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right;"> <p>\$ 4.4301.818,00</p> <p style="margin-left: 100px;">↓</p> <p style="margin-left: 100px;">\$1.950,000</p> <p style="margin-left: 100px;">↑</p> <p style="margin-left: 100px;">1 Mes</p> </div>		Indicadores		VPN, 10 %	\$ 45.882.116,60	TIR	360%	B/C	43,2
Indicadores									
VPN, 10 %	\$ 45.882.116,60								
TIR	360%								
B/C	43,2								
<ul style="list-style-type: none"> • Se obtendrá ganancias desde el primer mes de implementado la mejora. 									

Ficha técnica 2.

2. Cuando se realizó la toma de medición del totalizador o contador se evidenció la dificultad de una medición precisa.

Tabla 24. Ficha técnica 2, Contador

Contador eléctrico	
<p>Descripción:</p> <p>Un contador es un instrumento eléctrico que mide la energía activa de red de suministro, tiene un tiempo promedio de duración de diez años.</p> <p>Esta hecho de acero de alta calidad. Su superficie está tratada por electroforesis para alcanzar una excelente anti-corrosión, con 13,6 cm alto y 12,6 cm ancho.</p>	<p>FOTO:</p> 
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$6,000,000.00</p>	
<p>Justificación:</p> <p>Se requiere la división de las cuentas para tener un control y un seguimiento solo del consumo kWh/mes con mayor precisión de la planta de reencauche, pensando en una futura implementación de la norma ISO 50001.</p>	

Ficha técnica 3.

3. No existe un control detallado del consumo de la energía eléctrica por máquina.


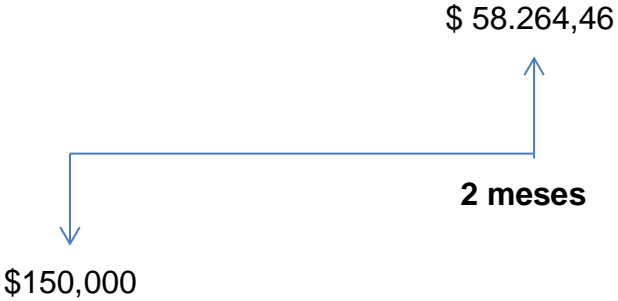
Tabla 25. Ficha técnica 3, analizador de red.

Analizador de red	
<p>Descripción:</p> <p>El analizador de red eléctrica, es una máquina sirve para medir corriente y tensión en la red, además mide el factor de potencia, la energía eléctrica activa, reactiva y análisis de armónicos.</p> <p>Graba los datos obtenidos, para su posterior análisis, es resistente a las caídas, mide 20cm alto y 11cm ancho.</p>	<p>FOTO:</p> 
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 1.600.000,00</p> <p>Por medio del control, análisis de los datos e implementación de políticas de uso racional de energía eléctrica se lograra controlar y mejorar el consumo eléctrico, acercándose a la meta propuesta de 8,9%. Además la norma ISO 50001 exige un control y seguimiento de los datos.</p> <p>Costo total: 3.200.000,00</p>	

Ficha técnica 4

4. La máquina del ventilador de la raspadora Bandag está siempre prendida.


Tabla 26. Ficha técnica 4, válvula anti-retorno

Válvula anti retorno									
<p>Descripción:</p> <p>La compuerta (válvula anti retorno) diseñada se cierra cuando no hay presión, evitando que la tritura de llantas se devuelva por la manguera de la máquina de raspado Bandag.</p> <p>Su tamaño de 10cm de radio lo que tiene la manguera de raspado.</p>	<p>FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$150,000</p> <p>Al colocar esta compuerta se elimina el consumo de la máquina cuando no está encendida, además de aumentar la vida útil del motor</p> <p>Ahorro energía eléctrica: 408.48kWh mes</p> <p>Ahorro costo: \$ 119,276 mes</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VPN, 10%</td> <td style="text-align: right;">\$ 667.643,02</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">80%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">9,6</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: 200px; margin-top: 20px;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • Se obtendrá ganancias desde el segundo mes de implementado la mejora. 		Indicadores		VPN, 10%	\$ 667.643,02	TIR	80%	B/C	9,6
Indicadores									
VPN, 10%	\$ 667.643,02								
TIR	80%								
B/C	9,6								

Ficha técnica 5.

5. Falta de tejas translucidas.

Tabla 27. Ficha técnica 5, tejas traslucidas.

Tejas Lumínicas									
<p>Descripción:</p> <p>Las tejas traslucidas permiten el paso de la luz, pero no de los rayos directos. Son resistentes a la luz solar al igual que al impacto, teniendo una duración de 10 años.</p> <p>La teja traslucida livianit Premiun Perfil 7 de Eternit tiene unos 2,10 metros de longitud y 0,88 metros de ancho.</p>	<p>FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 60.450</p> <p>Se colocaran 7 tejas logrando aumentar la luz natural de la planta, ahorrando luz eléctrica de la planta.</p> <p>Costo total \$423.15</p> <p>Ahorro energético de 5 bombillas de 300w que equivale a 525kWh/mes</p> <p>Ahorro costo \$153.300 pesos mes</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VPN,10%</td> <td style="text-align: right;">\$ 621.388,96</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">35%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">4,347394541</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>↓</p> <p>\$423,150.00</p> </div> <div style="text-align: center; flex-grow: 1;"> <p>→</p> <p>4 Mes</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> <p>\$ 662.790,37</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Se obtendrá ganancias desde el cuarto mes de implementado la mejora. 		Indicadores		VPN,10%	\$ 621.388,96	TIR	35%	B/C	4,347394541
Indicadores									
VPN,10%	\$ 621.388,96								
TIR	35%								
B/C	4,347394541								

Ficha técnica 6.

6. Implementación de paneles solares, para ahorrar energía eléctrica.


Tabla 28. Ficha técnica 6, Panel solar.

Panel Solar	
<p>Descripción:</p> <p>La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía que irradia el Sol en energía eléctrica.</p> <p>Las células fotovoltaicas, se construyen con materiales semiconductores, el germanio (Ge), y el silicio (Si). son los responsables de su pequeña conductividad</p>	<p>FOTO:</p> 
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario de 4 paneles de 110W-24V más la instalación: 5.663 €</p> <p>Un panel solar puede generar un consumo acumulado de 160 vatios hora al día, tiene capacidad para poner en funcionamiento 3 lámparas y un televisor pequeño por espacio de 3 horas por día, para una industria sería necesario tener 40 paneles aproximadamente.</p>	
<p>Justificación Financiera:</p> <p>Por políticas de la empresa el retorno de la inversión no debe superar tres años.</p> <p>Económicamente se necesita hacer una inversión inicial elevada. El período de amortización de la inversión es de 5 a 12 años, normalmente.</p>	

Ficha técnica 7.

8. Los compresores eléctricos al comenzar a operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.

Tabla 29. Ficha técnica 7, arrancador suave.

Arrancador suave									
<p>Descripción:</p> <p>Un arrancador suave de motores, mejora el comportamiento de los motores eléctricos en el momento del arranque, evitando sobrecargas mecánicas y picos de corriente.</p> <p>Cuida la red eléctrica el motor y reduciendo al mínimo el trabajo de mantenimiento al igual que los costos de los picos de corriente. Mide 20 cm de alto y 13cm de ancho.</p>	<p style="text-align: center;">FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 4,519,000.00</p> <p>Los compresores son los encargados de regular la carga. Estos están en constante uso, por tal motivo es necesario tener un arrancador suave, el cual evitará los picos de corriente. Logrando así una reducción de energía eléctrica de 3105kWh mes, que tiene un costo de ahorro de \$906.660 en el mes.</p> <p>Además de generar un ahorro, este arrancador prolongará la vida útil de la máquina.</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VPN,10%</td> <td style="text-align: right;">\$ 1,658,293.01</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">17%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">2.4</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>\$4,519.000</p> <p>↓</p> </div> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>8 Mes</p> <p>→</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>\$ 317,644.09</p> <p>↑</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Se obtendrá ganancias desde el octavo mes de implementado la mejora. 		Indicadores		VPN,10%	\$ 1,658,293.01	TIR	17%	B/C	2.4
Indicadores									
VPN,10%	\$ 1,658,293.01								
TIR	17%								
B/C	2.4								

Se realizó una investigación sobre causas que afecten el consumo eléctrico del compresor, la investigación se basó en la guía que maneja la comisión nacional de ahorro de energía (CONAE), encontrando un listado de inconvenientes frecuentes del uso intensivo.

- a. **Filtro:** la calidad del aire de la planta puede estar sucio y/o húmedo afectando directamente al compresor, la calidad de aire deficiente hace que el compresor opere mal.
- b. **Succión del aire dentro del cuarto de maquinas:** un error común es dejar la succión del aire del compresor dentro del cuarto, sin saber que estos generan calor, el cual provoca que la temperatura del aire de succión sea alta, dando como resultado una baja eficiencia del compresor y por lo tanto un alto consumo de potencia del mismo. Se recomienda instalar el ducto en el exterior.

Se estima que por cada 4°C de incremento de la temperatura de aire de succión se incrementará un 1% la energía consumida.

- c. **Fugas en mangueras:** se debe revisar las mangueras detalladamente ya que puede estar generando pérdida de potencia y aumento del consumo de energía eléctrica.

Tabla 30. Potencia desperdiciada por fugas en mangueras.

diámetro del orificio (mm)	caudal de aire @ 90 psi (m ³ /min)	pérdida de potencia utilizada para su compresión (kW)
1	0.06	0.3
3	0.60	3.1
5	1.60	8.3
10	6.30	33.0

Localice y elimine las fugas: se pueden detectar por dos medios cuando son imperceptible por medio de un detector ultrasónico y cuando son más notorios por medio de la espuma del jabón, que es aplicada con una brocha sobre la manguera mostrando la fuga.

- d. **Tiempo errado de mantenimiento:** no se realiza un control de manera periódica adecuado, el cual puede generar fallas en el sistema.

- e. **Limpieza de filtros:** mantener siempre los filtros limpios al igual que todos los componentes del compresor.
- f. **Verificación de ventilador:** se debe verificar el si el ventilador esta prendiendo y apagando con relación a la temperatura de dice la ficha técnica.
- g. **Nivel de aceite:** elija el lubricante del compresor de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante y que este se encuentre en el nivel óptimo.
- h. **Condiciones de las bandas:** Revise el desgaste de las bandas y ajústelas de acuerdo a las especificaciones.
- i. **Temperatura de operación:** Verifica que la temperatura de operación sea la planteada por la ficha técnica.
- j. **Sistema de enfriamiento:** revise la calidad del agua.

Teniendo claro las variables que tienen impacto en el aumento del consumo eléctrico del compresor, se realizó la confirmación directa con el compresor de la empresa y se encontró lo siguiente:

Tabla 31. Estado actual del compresor.

Numeral	Qué se encontró
a.	Se tiene un segundo filtro exterior debido al gran número de partículas que se encuentran en el ambiente. La calidad del aire hace que el compresor tenga una deficiente operación.
b.	La succión del aire se encuentra en el exterior del cuarto.
c.	Se revisaron las mangueras que salían del compresor colocándoles espuma de jabón sobre estas, encontrando fugas menores.
d.	Se hablo con el ingeniero de mantenimiento, el cual dijo que se realiza el cambio del segundo filtro cada semana, y un mantenimiento cada 3 meses.
e.	Se realiza el cambió del filtro interno según ficha técnica.
f.	Se verificó el estado del ventilador al igual que el ciclo de encendido y apagado, comprobando su correcto funcionamiento basándose en la ficha técnica.
g.	Se verificó el estado actual del nivel de aceite, y se comprobó que esta dentro de los parámetros marcados.
h.	Se verificó el estado de la banda, comprobando que se encuentra en buen estado.
i.	Se verificó la temperatura, se encontró que está dentro de los parámetros establecidos por la ficha técnica.
j.	No se realizó esta actividad debido a que la máquina se encontraba en funcionamiento y fue difícil acceder a este compartimiento.

- Es necesario hacer una evaluación más certera de las mangueras por medio de un detector ultrasónico y realizar la corrección de las fugas encontradas ya que esto genera un impacto directo en el aumento del consumo eléctrico del compresor.

Ficha técnica 8.

9. La máquina de raspado Bandag al comenzar a operar consume un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a seis veces superior.


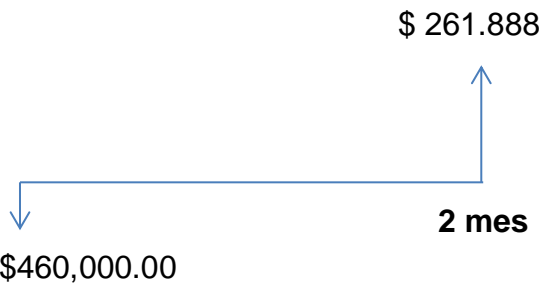
Tabla 32. Ficha técnica 8, arrancador suave.

Arrancador Suave									
<p>Descripción:</p> <p>Un arrancador suave de motores, mejorará el comportamiento de los motores eléctricos en el momento del arranque, evitando sobrecargas mecánicas, y picos de corriente. Además mejorará la capacidad de control de intensidad y tensión.</p> <p>Cuida la red eléctrica el motor, reduciendo al mínimo el trabajo de mantenimiento al igual que los costos de los picos de corriente.</p> <p>Mide 20 cm de alto y 13 cm de ancho, 10 HP a 30 Amp - 220/240V</p>	<p style="text-align: center;">FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 520.150,00</p> <p>El motor de la raspadora Bandag está en constante encendido, un promedio de 200 veces día. Con el arrancador se ahorrará un 291,5kWh/mes, equivalente a \$85.200,00</p> <p>Además de generar un ahorro, este arrancador prolongará la vida útil de la máquina.</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="margin-bottom: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VPN,10%</td> <td style="text-align: right;">\$ 60,376.54</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">12%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">2.0</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>\$520.150,00</p> <p>↓</p> </div> <div style="margin-right: 20px;"> <p>→</p> <p>10 Mes</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>↑</p> <p>\$ 3,367.12</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Se obtendrá ganancias desde el decimo mes de implementado la mejora. 		Indicadores		VPN,10%	\$ 60,376.54	TIR	12%	B/C	2.0
Indicadores									
VPN,10%	\$ 60,376.54								
TIR	12%								
B/C	2.0								

Ficha técnica 9.

10. El cambio de bombillas y focos dañados por ahorradores.

Tabla 33. Ficha técnica 9, bombillas ahorradoras.

Bombillas ahorradoras									
<p>Descripción:</p> <p>Los bombillos ahorradores, está compuesto por circuitos eléctricos integrados, tubo fluorescente miniaturizado y casquillo de aluminio.</p> <p>Los bombillos ahorradores de energía ayudan ahorrar un 80% de energía eléctrica Su dimensión es acorde al tamaño requerido.</p>	<p>FOTO:</p> 								
<p>Justificación Técnica:</p> <p>Costo unitario: \$ 32.000 de capacidad de 300 w y \$28. 000 de capacidad de 225 w Los bombillos ahorran un 80%. Inversión total: \$460,000.00 Ahorro energía eléctrica total : 1424.5 kWh mes Ahorro costo total: \$415.954 mes</p>									
<p>Justificación Financiera:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">VPN,10%</td> <td style="text-align: right;">\$ 2.374.121,05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">TIR</td> <td style="text-align: right;">90%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">B/C</td> <td style="text-align: right;">4.531.340</td> </tr> </tbody> </table> <div style="margin-left: 200px; margin-top: 20px;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • Se obtendrá ganancias desde el segundo mes de implementado la mejora. 		Indicadores		VPN,10%	\$ 2.374.121,05	TIR	90%	B/C	4.531.340
Indicadores									
VPN,10%	\$ 2.374.121,05								
TIR	90%								
B/C	4.531.340								

8 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en este trabajo son importantes en la toma de decisiones para que la planta de reencauche logre disminuir el costo eléctrico sin que la producción se vea afectada.
- Los análisis realizados en este proyecto, lograron detectar inexactitudes en el consumo de la energía eléctrica respecto a la producción, debido a que actualmente no existe una medición exacta del consumo de la planta de reencauche únicamente. El contador actual refleja consumo eléctrico de todas las plantas.
- Fue necesario realizar el levantamiento directo de consumo eléctrico de cada máquina, debido a que la correlación tomada entre el consumo eléctrico kWh/mes de la planta que es un 35% de la factura y la producción en kg banda fue de 0,10. Lo que resulta como una baja correlación. Se logró que la correlación sea de 0,88 siendo esta utilizada para pronósticos futuros.
- Después de realizada la encuesta de diagnóstico energético, se evidenció la falta de seguimiento, control y políticas de uso de las máquinas en la sección de reencauche, por lo que se decidió realizar un levantamiento del consumo eléctrico por máquina, además realizar indicadores de seguimiento y gráficos de control del consumo eléctrico.
- Se analizaron los datos tomados del consumo eléctrico por máquina, logrando conocer el consumo teórico de la sección de reencauche, que es de 50,461 kWh/mes que equivale a \$14.785.129,00 pesos con respecto al consumo establecido del 35% del total de la factura, que en promedio es de 52,708 kWh/mes que equivale a \$15.700.000,00 pesos aproximadamente, logrando mostrar que el porcentaje está mal asignado.
- Una vez realizado el diagrama de Pareto, se establecen tres causales de doce, que son, en su orden: Compresor, raspado y ciclón; que corresponden al 81.4% del total de las causales, representan el 80% de las causas que generan alto consumo en la sección de reencauche, por lo tanto en este proyecto se enfocó en reducir el consumo eléctrico en estas máquinas y procesos.
- Se analizó el gráfico de control. En general se puede considerar como estable el proceso, ya que ningún dato está fuera de los límites de control, los cuales son LCS 70,325.65 kWh/mes y LCI 32,723.35 kWh/mes

CONCLUSIONES

- Se analizó el gráfico de consumo y producción en el tiempo, evidenciando una gran variabilidad mes a mes, logrando detectar períodos de ahorro deficiente que se relacionan con el consumo de la planta de embandado.
- Se logró realizar una toma de datos profunda, por medio de toma de tiempos de todos los procesos, la producción día en llantas y consumo eléctrico por máquina cuando éstas se encontraban en vacío y en carga utilizando un multímetro y un analizador de red.
- Los datos generados por el análisis del diagrama de consumo producción meta, muestran un coeficiente de correlación de 0,94. Logrando con la propuesta obtener una reducción del costo eléctrico de 8,9%, lo que equivale ahorrar \$15.846.000 pesos en un año.
- Los análisis generados por los datos y las gráficas, muestran gran variabilidad mes a mes, esto es debido en gran medida, al único contador que tienen las plantas de embandado y reencauchado, que no permite saber si la planta de reencauchado aumentó o disminuyó su consumo eléctrico.
- Se realizó una caracterización de energía eléctrica a la sección de reencauche de la empresa en cuando al consumo eléctrico, logrando detectar los procesos y máquinas de mayor consumo eléctrico, que son Compresor 59.8%, Raspado 12.5% y Ciclón 8.9%.
- Se podrá llegar con la propuesta presentada a un ahorro estimado de \$2,880,142.00 pesos mes, lo que significa un ahorro de 9863.5 kWh/mes logrando una disminución del costo eléctrico en un 19%.

9 RECOMENDACIONES

- Actualmente la sección de reencauche no está enfocada en el uso racional de la energía eléctrica. Para lograr un ahorro de energía eléctrica se recomienda un programa encaminado hacia la cultura del uso racional de la energía eléctrica que haga participe a todo el personal de la planta.
- Se recomienda realizar seguimiento de los indicadores energéticos propuestos, ya que estos logran medir y generan parámetros de cómo se está comportando la empresa a nivel energético.
- Actualmente, AUTOMUNDIAL S.A. no tiene ningún proyecto para la implementación de energías alternas, el implementar estos proyectos es una opción importante de ahorro energético.
- Debido a la importancia del proceso de inspección se hace necesario realizar una medición de luz por medio del luxómetro, y mirar la posibilidad de reducirla, logrando un impacto en el costo de la energía eléctrica sin que afecte el proceso, garantizando los estándares exigidos por la norma RETILAP (por sus siglas en español Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público).
- Se recomienda que cada vez que se adquiera un nuevo equipo se ingrese la ficha técnica en el formato para listado de motores de Excel que se creó. En donde se registraron todos los motores de la planta de reencauche, permitiendo así llevar un control más detallado de las máquinas existentes.
- Se recomienda aplicar los requisitos primordiales planteados y analizados en este trabajo de la norma ISO 50001.
- Se debería realizar el mantenimiento enfocado a la eficiencia energética de las máquinas en paralelo con el mantenimiento preventivo.
- Es importante que todo el personal de la planta sepa el impacto del uso racional de la energía eléctrica, involucrándolos en el proceso con el objetivo de reducir el consumo eléctrico.
- Este proyecto podrá ser utilizado como soporte para futuros proyectos relacionados con la generación de CO₂ por llanta reencauchada.
- Se realizó el presente trabajo en la planta Automundial S.A solo en la sección de reencauche, debido a que fue la sección que proporcionó la información de estudio, se recomienda aplicar este estudio a la sección de creación de bandas

RECOMENDACIONES

para poder generar un impacto mayor puesto que en esta sección el consumo es mayor.

- Se recomienda a futuro implementar la propuesta alternativa de paneles solares, pues esta implementación disminuirá el costo eléctrico de la empresa, haciéndola más productiva.
- Se recomienda hacer uso pleno de las horas de bajo costo eléctrico mostradas en la primera parte de este documento, logrando un impacto en la reducción del costo eléctrico.

10 BIBLIOGRAFÍA

Autores., C. d. (2002). Gestión energética empresarial. In U. C. U. Eléctrica. (Ed.), *El ministerio de la industria básica*. La Habana, Cuba.

Banco Interamericano de Desarrollo, B. I. d. (2012). Eficiencia energética. Recuperado el 11 de Febrero de 2012, de sitio web de Banco Interamericano de Desarrollo: www.iadb.org/es/energia/eficiencia-energetica,2654.html

Dr. Monteagudo, Y. J. P. (2004). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia Et Technica*.

Juan Carlos Campos Avella, E. L. F., Lourdes Meriño Stand, Iván Tovar Ospino. (2008). *Sistema de gestión integral de la energía*.

Reencauchadores, A. N. d. (2011). Mercado del reencauche en Colombia *Informe Asociados*.

Automundial S.A, (2003). Reseña histórica. Recuperado en 12 de Febrero de 2012, de sitio web de Automundial S.A.:

Lara Larraín, C. E. a. A. P. (2002). Las fuentes renovables de energía y el uso eficiente. In L. Ediciones (Ed.), *Opciones de política energética sustentable*. Chile.

Wilches, D. (Artist). (2009). *Reencauche de llantas: otro método para conservar el medio ambiente*

DIARIO OFICIAL. (2001). LEY 697 DE 2001. Bogotá.

Unidad de Planeación Minero Energética. (s.f.). UPME. Recuperado el 17 de Febrero de 2012, de sitio web de Unidad de Planeación Minero Energética: <http://www.si3ea.gov.co/>

Caicedo, O. (2009). Consultoría para la recopilación de información, definición de lineamientos y prioridades como apoyo a la formulación del PROURE. Recuperado el 14 de Febrero de 2012, de sitio web de Ministerio de Minas y Energía: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Informe%20lineamientos%20PROURE%202009.pdf>

Dinero. (s.f.). La verdadera cara del reencauche. Recuperado el 14 de Enero de 2012, de sitio web de Dinero: <http://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/la-verdadera-cara-del-reencauche/36969>

EJournal. (Abril de 2009). El Uso Eficiente de la Energía. Recuperado el 3 de Febrero de 2012, de sitio web de EDP College:

<http://www.edpcollege.info/ebooks-pdf/ej-0409-energyfinalsp2.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). Ministerio de Minas y Energía. Recuperado el 15 de Febrero de 2012, de sitio web Ministerio de Minas y Energía:

http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id_categoria=213

Lutz, W., & Colaboradores. (2001). Bases Constitucionales y legales del uso eficiente de la energía. En w. F. Colaboradores, El papel de la legislación y la regulación en las políticas de uso eficiente de la energía en la Unión Europea y sus Estados Miembros (págs. 3-83). Chile: Cepal Series.

Organización Internacional de Normalización. (2011). NORMA NTC ISO 50001. Bogotá: ICONTEC.

Ministerio de Minas y Energía; UPME. (2011). Norma NTC 50001. Bogotá: ICONTEC.

Cadavid Armilla, A. (2009). *Caracterización energética de la empresa COCA - COLA FEMSA usando el modelo de Gestión Integral en operación*. Santiago de Cali.

Campos Avellana, J. C., Lora Figueroa, E., Merilo Stand, L., Tovar Ospino, I., Navarro Gómez, A., Prias Caicedo, O., y otros. (2006). *Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética*. Bogotá.

Monteagudo Yanes, J. P., & Gaitan, O. G. (2005). *Herramientas para la Gestión Energética empresarial*. Scientia et Technica.

Nariño Molina , L. M., Peña Muñoz, I. D., & Nieto Villegas, L. M. (2010). *Internacionalización de las empresas Colombianas caso: automundial s.a*. Bogotá.

García, O. L. (2009). *Administración financiera Fundamentos y Aplicaciones*. Cali: Prensa Moderna Impresores S.A.

Guzman, F. (2004). *Introducción a la Ingeniería Económica*. Bogotá: Universidad Nacional

Cohen, R. R. (2006). *Evaluación de proyectos sociales*. Mexico: Siglo veintiuno editores .

Espinosa, D. (Octubre de 2011). *Portal del docente david espinosa*. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de sitio web david espinosa docente. http://davidespinoza.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=337:las-fuentes-de-informacion-en-el-estudio-de-mercado&catid=80:analisis-externo

Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1998). *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*. Barcelona: Paidós.

DANE;. (s.f.). *Guía para Diseño, construcción e interpretación de indicadores* . Bogotá:
Dirección de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística.

Glosario

URE: Uso Racional y Eficiente de la energía.

UPME: Unidad de Planeación Minero Energética.

SGIE: Sistema de Gestión Integral de la Energía, es un mecanismo que contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos.

REENCAUCHE: Proceso de reutilización de una llanta.

CIURE: Comisión interinstitucional de Uso Racional y Eficiente de la Energía.

PROURE: Programa para el uso racional y eficiente de Energía.

PORTADOR ENERGÉTICO: Infraestructura que permite la transmisión y distribución de energía.

SISTEMAS ENERGETICOS: Todo el conjunto de elementos que implican generación, transmisión, distribución y consumo de energía.

BUTADIENO-ESTIRENO (SBR): Es un tipo de caucho sintético.

VULCANIZANTÉS: Son productos que forman los enlaces entre las cadenas poliméricas del hule.

Este proceso de vulcanización modifica radicalmente las propiedades del hule, incrementa su viscosidad y dureza. (Comercial Elastomérica, S.A.).

PEPTIZANTES: Son agentes que reducen la viscosidad del caucho para facilitar el posterior procesamiento (QuimiNet, 2006).

PROTECTORES RELLENO (NEGRO DE HUMO): Son partículas pequeñas de carbono, la cual aumenta la resistencia a la torsión y el desgaste.

PLASTIFICANTES: Modifican las propiedades físicas del compuesto y del producto vulcanizado y tienen un gran efecto sobre su procesamiento (Comercial Elastomérica, S.A.).

ANALIZADORES DE RED: Instrumento de medición eléctrica de las cargas.

MULTÍMETRO DE ABRAZADERA: Instrumento de medición de voltaje, corriente, conductancia, inductancia, resistencia, capacitancia y frecuencia.

ÍNDICE DE CONSUMO: Relación que existe entre la energía consumida y las unidades de producto obtenidas en un proceso dado (kW/Ton; m³/kg; MBTU/m²; Ton vapor/kg, etc.).

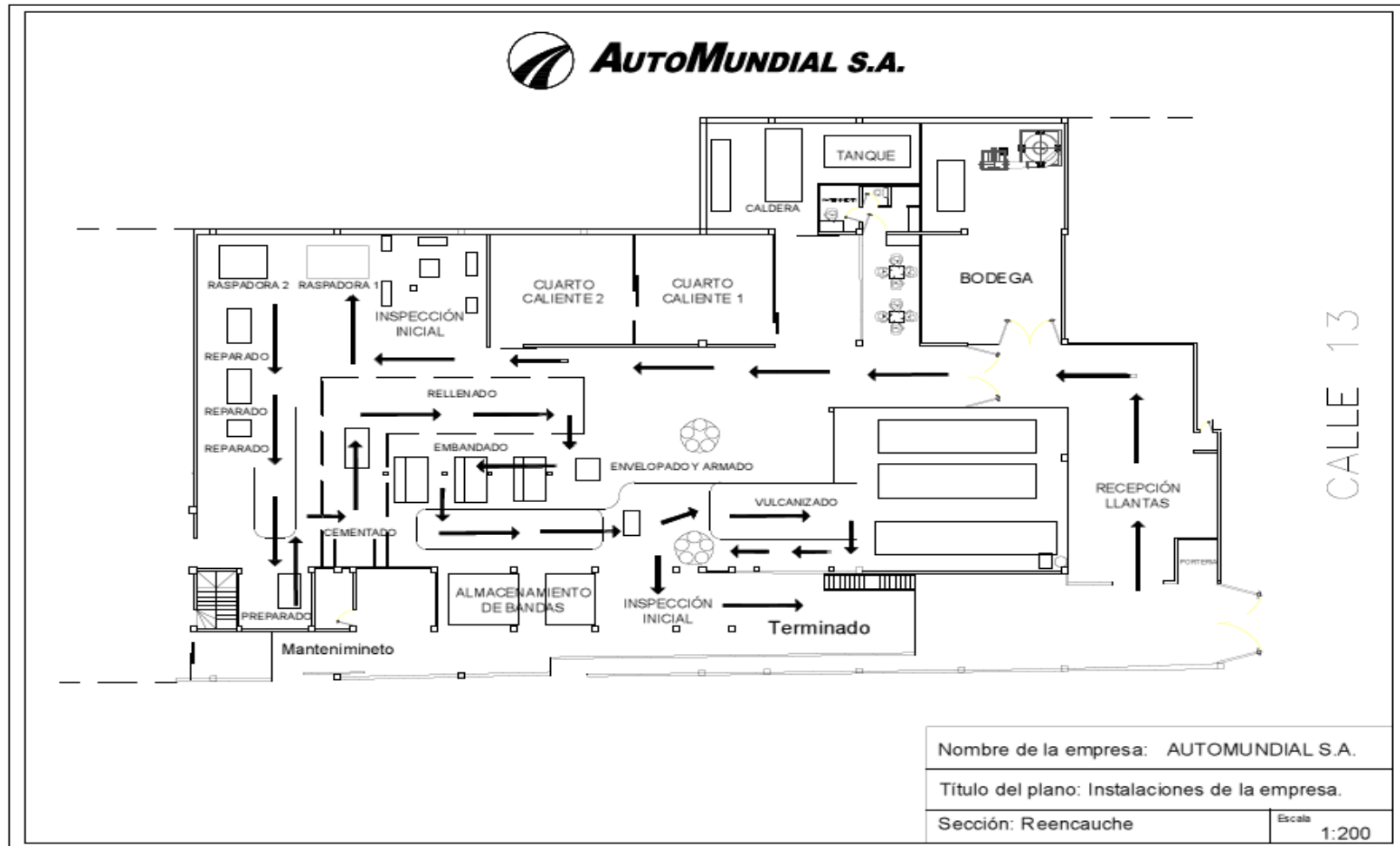
EFICIENCIA ENERGÉTICA: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables, es decir la utilización correcta de la energía eléctrica.

INDICADOR DE EFICIENCIA: Relación entre la energía consumida y la energía que debería haberse gastado en un proceso.

ANEXO A

Plano sección Reencauche

Ilustración 1. Plano Sección Reencauche



ANEXO B

Empresas del Reencauche en Colombia

Tabla 34. Empresas del Reencauche en Colombia

ASOCIADO	CIUDAD	ASOCIADO	CIUDAD
ALTRA S.A	Mosquera, C/marca	REENCAUCHADORA BUCALLANTAS LTDA.	Girón, Santander
AUTOMUNDIAL S.A.	Bogotá	REENCAUCHADORA HÉRCULES S.A.	Medellín
BANDTEK S.A.	Bogotá	REENCAUCHADORA MERCALLANTAS S.A.	Medellín
COMERCIALIZADORA DE LLANTAS DE OCCIDENTE S.A.S.	Pereira	REENCAUCHADORA RENOVANDO S.A.S.	Bogotá
COMPAÑÍA LLANTERA S.A.	Bogotá	REENCAUCHADORA REPESADOS S.A.	Bogotá
GRUPO GUERRERO GONZALEZ S.A.	Bogotá	REENCAUCHADORA SERVIBANDA LTDA.	Sogamoso, Boyacá
HULES BANDA S.A. de C.V.	Medellín	REENCAUCHADORA SUPERIOR S.A.	Bogotá
INDUSTRIAS DE HULE GALGO S.A. de C.V.	Bogotá	REENCAUCHADORA SURAMÉRICA LTDA.	Bogotá
LEONIDAS VELOZA - PROTECTORES SANTA FÉ	Bogotá	REMAX S.A.S.	Bogotá
LUIS FELIPE BALLESTEROS - METROLLANTAS	Bucaramanga	RENCANAL - RENCAUCHADORA NACIONAL S.A.	Medellín
MASTER S.A.	Bogotá	RENCAUCHADORA COLOMBIA - REENCOL S.A.S.	Bogotá
PLANTA UNILLANTAS BOGOTÁ S.A.S.	Bogotá	RENCAUTEC S.A.S.	Sabaneta, Antioquia
REENCAUCHADORA BOGOTÁ LTDA.	Bogotá	RENOBOY S.A.	Bogotá
REENCAUCHADORA BOGOTIRE S.A.S.	Bogotá	SERVIREENCAUCHE DE COLOMBIA S.A.	

Fuente: Asociación Nacional de Reencauchadores, 2010

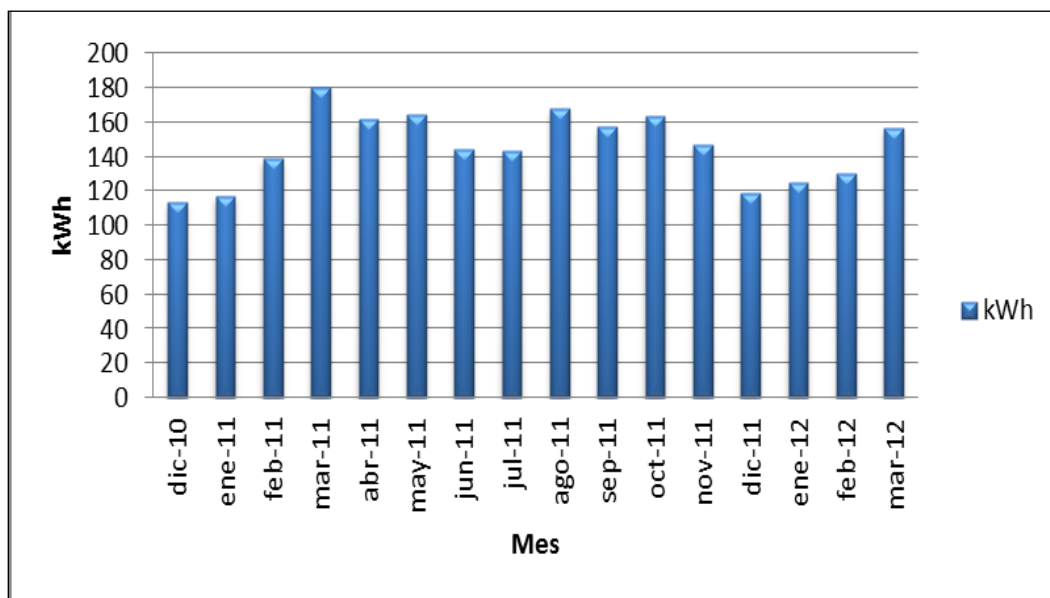
ANEXO C

Incremento costos energía eléctrica

Tabla 35. Incremento costos energía eléctrica: Diciembre- 2010 a Marzo- 2012

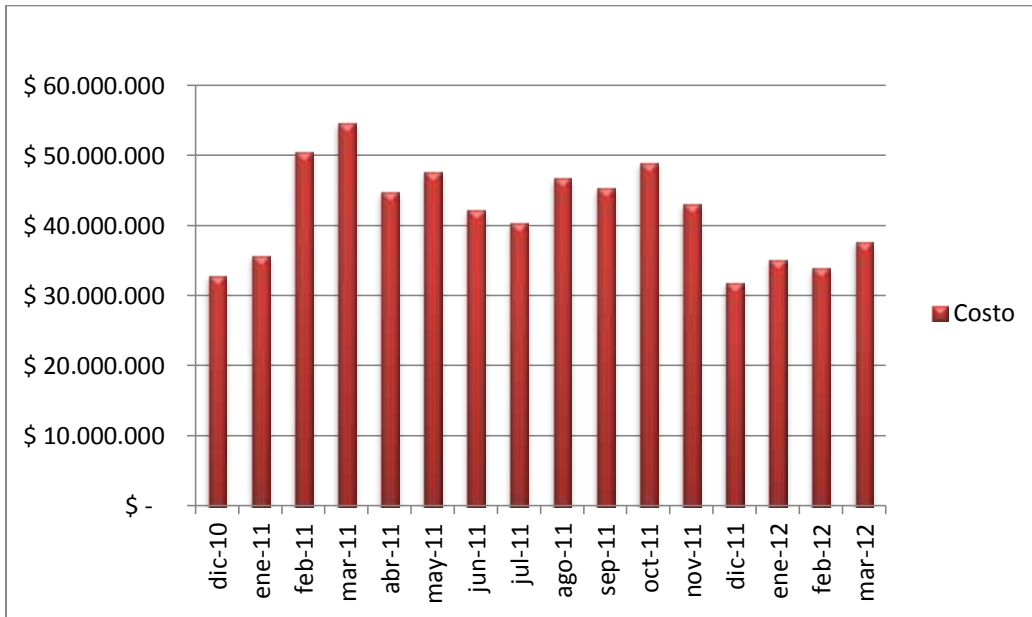
Mes	kWh	Costo	% kWh	% Costo
dic-10	113,762	\$ 32.866.410	-	-
ene-11	117,527	\$ 35.752.660	3%	8,8%
feb-11	138,752	\$ 50.521.330	18%	41,3%
mar-11	180,479	\$ 54.637.940	30%	8,1%
abr-11	161,843	\$ 44.780.419	-10%	-18,0%
may-11	164,367	\$ 47.680.778	2%	6,5%
jun-11	144,505	\$ 42.285.108	-12%	-11,3%
jul-11	143,284	\$ 40.419.873	-1%	-4,4%
ago-11	168,348	\$ 46.773.578	17%	15,7%
sep-11	157,422	\$ 45.430.371	-6%	-2,9%
oct-11	164,099	\$ 49.013.142	4%	7,9%
nov-11	147,286	\$ 43.075.342	-10%	-12,1%
dic-11	119,211	\$ 31.852.013	-19%	-26,1%
ene-12	124,725	\$ 35.139.605	5%	10,3%
feb-12	130,183	\$ 34.021.643	4%	-3,2%
mar-12	156,836	\$ 37.717.773	20%	10,9%
Aumento Total	38%	15%	45%	32%

Gráfico 14. Relación kWh – Mes



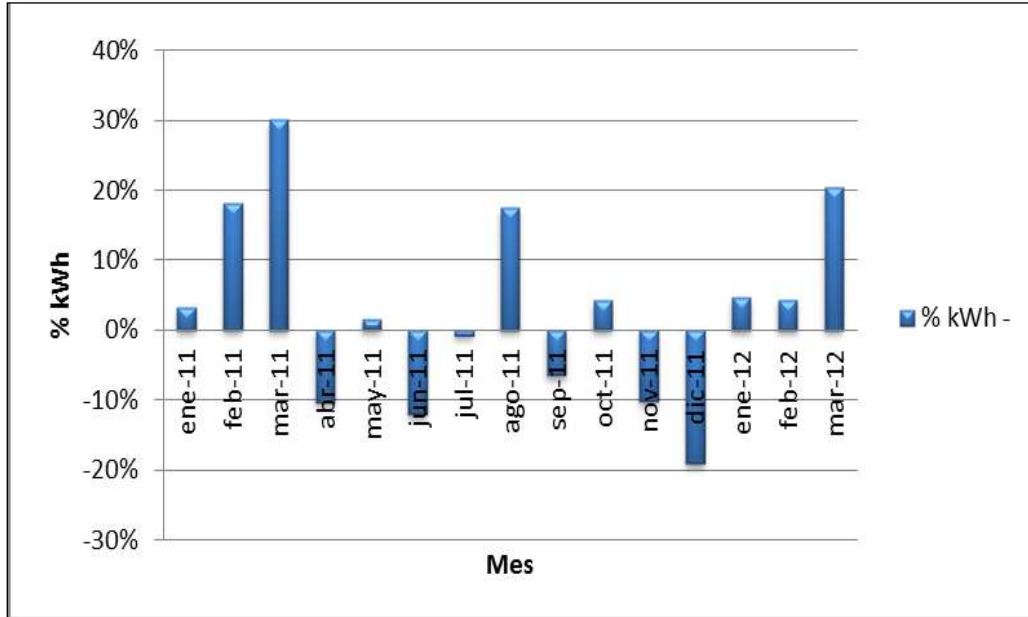
Fuente: AUTOMUNDIAL S.A, 2012.

Gráfico 15. Relación Costo \$ – Mes



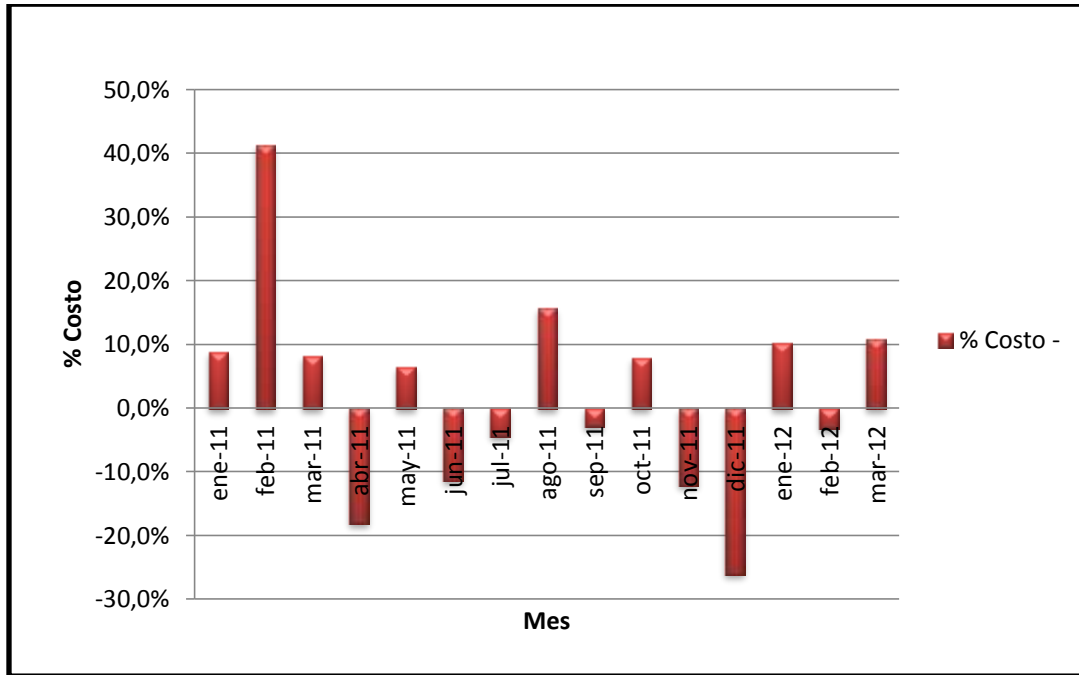
Fuente: AUTOMUNDIAL S.A, 2012.

Gráfico 16. Variación mensual kWh – Mes



Fuente: AUTOMUNDIAL S.A, 2012.

Gráfico 17. Variación mensual Costo – Mes



Fuente: AUTOMUNDIAL S.A, 2012.

ANEXO D

Metodología

Objetivos específicos	Actividades	Herramienta	Asignatura	Fuente de información
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un levantamiento de información relacionada con el consumo de energía eléctrica en la empresa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolectar información sobre el Uso Racional de la Energía Eléctrica. 2. Realizar entrevista al Ingeniero de planta para poder recolectar información histórica sobre el consumo de energía eléctrica en la empresa. 3. Realizar gráficas relacionando el consumo de energía eléctrica Vs el período evaluado (mes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista profunda. • Gráficas • Microsoft Office 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logística de mercados ▪ Logística ▪ Factores energéticos 	<p>Juan Carlos Campos Avella, E. L. F., Lourdes Meriño Stand, Iván Tovar Ospino. (2008). Sistema de Gestión Integral de la Energía. Unidad de planeación minero energética. UPME. Ministerio de Minas y Energía. Hernán José, Ingeniero de planta de la empresa Automundial S.A</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la metodología propuesta por el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) planteada por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), para desarrollar la caracterización energética. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar la guía propuesta el por Sistema de Gestión Integral de Energía (SGIE) planteada por la Unidad de Planeación Minero Energética. 2. Realizar descripción preliminar de los equipos eléctricos para la sección de reencauche. 3. Medir los consumos promedios de los equipos eléctricos, utilizando los instrumentos adecuados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas Técnicas de las máquinas • Diagrama Pareto • Diagrama energético productivo • Gráfico de control • Gráfico de consumo y producción en el tiempo • Diagramas de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería de procesos ▪ Procesos industriales ▪ Máquinas y equipos ▪ Factores Energéticos 	<p>Juan Carlos Campos Avella, E. L. F., Lourdes Merilo Stand, Iván Tovar Ospino. (2008). Sistema de Gestión Integral de la Energía. Campos Avellana, J. C., Lora Figueroa, E., Merilo Stand, L., Tovar Ospino, I., Navarro Gómez, A., Prias Caicedo, O., y otros. (2006). <i>Herramientas para el análisis de</i></p>

	<p>4. Elaborar diagramas y gráficos característicos de la metodología a seguir, para determinar los principales consumidores de energía eléctrica de la empresa.</p> <p>5. Determinar un indicador que relacione los costos de la energía eléctrica con respecto a la producción.</p> <p>6. Estudiar y analizar el comportamiento del consumo eléctrico en los equipos asociados a los procesos de reencauche generados por medio de las gráficas y diagramas</p>	<p>dispersión y correlación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de consumo – producción • Diagrama índice de consumo – producción • Gráfico de tendencia (CUSUM) • Amperímetros • Multímetro de abrazadera • Entrevista profunda 		<p><i>caracterización de la eficiencia energética.</i> Bogotá.</p> <p>Hernán José, Ingeniero de planta de la empresa Automundial S.A</p> <p>Miguel Ángel Rodríguez, Ingeniero eléctrico, Jefe de mantenimiento.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar una propuesta donde se determinen las acciones de uso racional de energía eléctrica para las instalaciones eléctricas, motores e iluminación, preparando así a 	<p>1. Analizar los requisitos de implantación de la norma NTC 50001, identificando los posibles cambios que requiere la empresa para su implementación.</p> <p>2. Generación de lluvia de ideas para resolver los problemas identificados.</p> <p>3. Identificar alternativas de solución para dar a resolver los problemas de consumo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) • Norma NTC 50001 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería de procesos ▪ Procesos industriales ▪ Máquinas y equipos ▪ Gestión de la calidad. 	<p>Sistema de Gestión Integral de la Energía. Organización Internacional de Normalización. (2011). ISO 50001. Ginebra: ISO.</p> <p>Ministerio de Minas y Energía; UPME. (2011). Norma NTC 50001. Bogotá: ICONTEC.</p>

<p>la empresa para una futura acreditación de la norma NTC 50001.</p>	<p>eléctrico en la planta.</p>			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la evaluación de la propuesta, determinando la relación costo-beneficio que la empresa podrá obtener. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar y cuantificar los beneficios que obtendría la empresa en caso de ser implementadas las propuestas de mejoramiento. 2. Determinar los costos que genera implementar las propuestas de mejora. 3. Determinar el nivel de ahorro que la propuesta generará. 4. Determinar el rendimiento financiero de la propuesta. 5. Establecer el rendimiento financiero de la propuesta por medio de los indicadores financieros VPN, TIR y RBC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores financieros • VPN • TIR • RBC • Microsoft Office 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingeniería de procesos ▪ Ingeniería Económica y Financiera. ▪ Sistemas de Costeo ▪ Preparación y de Evaluación Proyectos. ▪ Contabilidad financiera 	<p>de Guajardo Cantú, Gerardo. Contabilidad para no contadores. Editorial McGraw-Hill, 2005.</p> <p>de GARCÍA SERNA, Oscar León. Administración financiera fundamentos y aplicaciones. Editorial Prensa Moderna, 2009.</p>

ANEXO E

Encuesta

Diagnostico energético

FORMATO PARA EL DIAGNOSTICO ENERGÉTICO INICIAL ASOCIADO AL CONSUMO ELÉCTRICO					
1. Fecha de inscripción					
Nombre del responsable del diligenciamiento del formato: Miguel Ángel Rodríguez					
Objetivo	Uso racional de la energía eléctrica				
Área objetivo	Planta reencauche				
Actividad productiva del área objetivo	Planta Reencauche				
Fecha realización del formato	DD	MM	AAAA		
	12	8	2012		
De la siguiente lista de equipos, marque con una X en la que los equipos de servicio energético con que cuenta su empresa y marque con una X en 2 Aquellos que le producen mayor consumo de energía eléctrica.					
Equipo	1	2	Tipo	Marca	Potencia
Calderas	X	X	Piro tubular horizontal	Colmáquinas	60 HP
Compresores de aire	X	X	Tornillo	Ingersold Rand	75 HP/ 60 HP
Motores Eléctricos	X	X	Jaula ardilla	Siemens	0.75 Hp hasta 75 HP
Bombas	X		Centrifuga	Acuamatic	5 HP
2. Información sobre suministros de servicio energéticos					
Consumo de gas, m ³ /mes	Aprox. 25000	Valor factura gas natural			\$25000.00
Consumo de Electricidad, m ³ /mes	Aprox. 38000	Valor factura Electricidad natural			\$17000.00
3. Información sobre la gestión energética en la empresa				Si	No
¿Existe actualmente un problema concreto respecto a la energía?				X	
¿Existe una política energética de la gerencia?					X
¿Existe una administración energética organizada y estratégica en la empresa?					X
¿Existe un responsable en asuntos de energía en la empresa?				X	

Si existen ¿Cuáles son las funciones de esta persona?		Realizar seguimiento de la energía eléctrica y el gas		
		Si	No	
¿Existe un comité de energía en la empresa?			X	
¿Existe una meta táctica o estratégica de energía por objetivos de la empresa?		X		
¿Cuál?	Cumplimiento mínimo valor por costo energético			
¿Existe un sistema de control de indicadores energéticos?		X		
¿Cuál?	Indicador de seguimiento , m ³ /kg			
¿Existe un sistema de registro y procesamiento de datos para el sistema de control descrito anteriormente?		X		
¿Existe una planificación de registro y un presupuesto de energía para la empresa basado en el sistema de control establecido?		X		
Este presupuesto es:		Mensual		
¿La empresa tiene identificadas el 20% de las áreas o equipos que consumen cerca del 80% de la energía eléctrica o termina?		X		
Si es afirmativa la respuesta, señale cuales son las áreas que constituyen el 80% del consumo por portador energético:				
Portador energético		Áreas de 80% de consumo		
Gas		Prensas(planta bandas)		
Electricidad		Motores con potencias superiores a 12 HP		
¿La empresa cuenta con medición de la energía en las áreas mayores consumidoras?			X	
¿La empresa ha estructurado los centros de control de la energía?		X		
¿Cuáles son?	Contadores en subestaciones de gas y energía			
¿En su empresa o área se encuentran identificadas las variables que impactan el uso de la energía?		X		
De la siguiente lista, determine el grado de importancia en cuanto a impacto en el uso de la energía				
Variables	Descripción	Grado de importancia		
		Baja	Media	Alta
En proceso	m ³ , kWh		√	
De operación	arranque - paro		√	

**PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
EN LA SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A**

De mantenimiento	Triangulo potencias (activo, reactiva)		√	
Ambientales	emisiones de gases (CO2)		√	√
Defina cuales son los centros de costos del área contable de la empresa				
Mantenimiento, arriendo, mano de obra, servicios generales				
			Si	No
¿La empresa ha realizado una auditoría energética?				X
¿La Gerencia de la empresa sigue algún indicador energético?			X	
¿Cual es?	Costo energía / Kw producido			
¿Se lleva un gráfico de Tendencia de los indicadores energéticos en las áreas o en la empresa?				X
¿Se han levantado balances energéticos (eléctricos) para la planta?				X
¿Existe en la empresa un cronograma organizado de medidas a corto, mediano y largo plazo para reducción de los costos energéticos?				X
¿Se han realizado optimizaciones energéticas en la empresas?			X	
¿Cuál?	Control de fugas de aire comprimido y control PID			
¿Cuáles son los criterio de evaluación económica para proyectos de inversión energéticos en su empresa? (TIR, periodo de recuperación)				
Inversión recuperable en periodos cortos máximos 3 a 5 años				
¿Existe un programa de mantenimiento energético en la empresa?			X	
Del siguiente listado de actividades de mantenimiento energético predictivo, señale cual y cuales realiza la empresa				
Actividad	Se realiza		Frecuencia	
	Si	No		
Termografía a sistemas eléctricos	X		2 años	
Termografía a sistemas térmicos (calderas)	X		2 años	
Termografía a equipos roto dinámicos	X		2 años	
Termografía a motores	X		2 años	
Ultrasonidos a válvulas principales	X		1 año	
Ultrasonidos a tuberías de gas		X		
Ultrasonidos tuberías de aire comprimido		X		
Ultrasonidos a trampas de vapor	X		2 años	
Análisis de combustión	X		2 años	

ANEXOS

inspección de tierras	X		
Evaluación del balance de voltajes entre faces	X		1 año
Evaluación del balance de Amperaje entre faces	X		1 año
Evaluación del estado del aceite		X	
Nivel de balanceo	X		Cuando es necesario
Diagnostico por fallas	X		2 años
Estado de aislamiento de tuberías		X	
Estado de instrumentación	X		1 año
calibración de la instrumentación	X		1 año
Evaluación de la iluminación		X	
Limpieza de calderas	X		1 año
mantenimiento de subestación eléctrica	X		1 año
		SI	No
¿En la empresa existe un mantenimiento estructurado?		X	
Indique cual	correctivo, preventivo, predictivo		
¿Actualmente en la empresa se cubre parte de la demanda con energía renovable?			X
¿Se cuenta con el apoyo de la gerencia para efectuar proyectos de ahorro de energía, siempre que sea rentable?		X	
¿En qué medida se preocupa el gerente de la empresa por los costos energético?			
Mucho X	Nota: El Ing. de planta reemplaza al gerente en estas áreas		
¿Cuáles son las principales barreras que existen en la empresa para la realización de servicios de eficiencia energética?	Presupuesto, tiempo, Proyectos		
Del siguiente listado de procedimientos cuales realiza la empresa			
Procedimiento	Existe	Se Aplica	
Procedimiento de divulgación de los indicadores de eficiencia energética			
Procedimientos para la ejecución de acciones correctivas a las variaciones de los indicadores			
procedimiento para la manipulación de indicadores	X		
procedimiento para auditoria al SGE			
Procedimientos de operación eficiente de los equipos			
procedimiento para el mantenimiento de los máquinas	X		

**PROPUESTA PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
EN LA SECCIÓN DE REENCAUCHE DE LA EMPRESA AUTOMUNDIAL S.A**

Del siguiente listado de registro indique cuales existen y se encuentran accesible en su empresa o área.		
Registro	Existe	Accesible
Resultados de las revisiones de la gerencia a los indicadores energéticos	X	
Análisis y decisiones tomadas por la gerencia sobre modificaciones o compra de equipos.	X	X
Justificación de acciones correctivas	X	
justificación de acciones preventivas	X	
Resultados de auditorías energéticas		
Actividades de entrenamiento al personal clave vinculado por la energía eléctrica		
En cuanto a la cultura energética de la empresa, señale:	Si	No
¿Está identificado el personal clave para el uso de la eficiencia energética?	X	
¿Están identificadas las competencias requeridas por ese personal clave		X
¿Se evalúan las competencias del personal clave?		X
¿La empresa tiene empleado un sistema de gestión de la calidad ISO 9000	X	
¿Existe un responsable por el sistema de calidad?	X	
¿Quién es, nombre?	Cesar Pedraza	
¿La empresa tiene un sistema de gestión medio ambiental?	x	
¿Quién es, nombre?	Miguel Ángel Campos	
¿La empresa tiene implantadas opciones de manejo, tratamiento y/o disposición de residuos?	X	
¿Qué tipo de residuos?	Líquidos, sólidos	
¿Por qué motivos se aplican estos manejos?	Normas, ahorro recursos	
Indique las fuentes de pérdidas energéticas que usted haya identificado en la empresa y el lugar		
Tipo de pérdida	Lugar	Observaciones
Fugas de aire comprimido	Planta General	Se están minimizando
motores Sub-dimensionados	Reencauche	

ANEXO F

Fotos procesos Reencauche

Fotografías 1. Procesos reencauche



Inspección inicial



Raspado



Preparado



Reparación



Cementado y relleno



Embandado



Armado



Vulcanizado



Inspección final



Llanta final



Ciclón