

CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN PYME

C.I. REAL S.A.

PABLO URIAS MORALES LUNA

SEBASTIÁN SOLANA SOLARTE

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electricista**

Director

LUIS EDUARDO RUEDA RINCÓN

Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Cartagena, D. T. y C.

2013

AGRADECIMIENTOS

“A Dios, por ser fuente de sabiduría durante la ejecución de este proyecto, por darnos fuerzas para salir adelante y no desfallecer.”

“A la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Tecnológica de Bolívar, por permitir la realización de una gran meta.”

“Al coordinador de este proyecto, Ing. Luis Eduardo Rueda, por la orientación y estructuración de esta tesis.”

“A la Universidad tecnológica de bolívar, por darnos la oportunidad de asistir a la más prestigiosa institución de la ciudad.”

“Un total de agradecimientos a C.I. Real S.A. por permitir adentrarnos en su empresa y dejarnos hacer un análisis exhaustivo de sus procesos administrativos y operativos, que fue la base fundamental para concretar la redacción de nuestro proyecto de grado”

“A nuestros compañeros, quienes nos ayudaron a desarrollar la amistad y la empatía necesarias para trabajar en equipo y lograr construir juntos una propuesta de reflexión ética, válida para la sociedad empresarial colombiana.”

Cartagena de Indias D. T. Y C. 10 de abril de 2013

Señores,
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS
Programa de Ingeniería Eléctrica
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar el trabajo titulado **CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN PYME C.I. REAL S.A.** para su estudio y evaluación, el cual fue realizado por los estudiantes **Pablo Urías Morales Luna** identificado con la C.C. 1.128.044.161 de Cartagena y **Sebastián Solana Solarte** identificado con la C.C. 1.128.056.226 de Cartagena de la cual acepto ser su director.

Atentamente,

LUIS EDUARDO RUEDA RINCÓN

CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Nosotros, **Pablo Urias Morales Luna** y **Sebastián Solana Solarte**, manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica de Bolívar los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, del trabajo final denominado: **CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN PYME REAL S.A.** producto de nuestra actividad académica para optar el título de **Ingeniero Electricista** de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extinción. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo del artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribimos este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entregamos al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Atentamente:

Pablo Urias Morales Luna
C.C # 1.128.044.161 de Cartagena

Sebastián Solana Solarte
C.C. # 1.128.056.226 de Cartagena

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. JUSTIFICACIÓN	15
1.2. ANTECEDENTES	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	19
1.4. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN	20
2. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	21
2.1. DESARROLLO ENERGETICO SOSTENIBLE	22
2.2. ¿COMO INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA?	24
2.3. ¿PORQUE EN UNA PYME?	25
2.4. EFICIENCIA ENERGETICA Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL	26
3. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA EMPRESA	27
3.1. DESCRIPCIÓN	27
3.2. AREAS PRINCIPALES DE LA EMPRESA	27
3.2.1. Almacén	28
3.2.2. Zona de Potencia	28
3.2.2.1. Compresores de aire comprimido	28
3.2.2.2. Motobomba de Agua Potable	28
3.2.2.3. Caldera de vapor	28
3.2.2.4. Torres de enfriamiento	28
3.2.3. Área de encapsulados	29
3.2.4. Área de sales	30
3.2.5. Oficinas	30
3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE C.I. REAL S.A.	30
3.4. PROCESO PRODUCTIVO MÁS IMPORTANTE DE C.I. REAL S.A.	32
4. PAUTAS PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA APLICADAS AL PROCESO PRODUCTIVO DE C.I. REAL S.A.	35
5. ANALISIS DE BRECHAS ISO 50001	36
5.1. RESULTADOS DEL CALIFICADOR DE GESTIÓN ENERGÉTICA	36
6. REALIZACIÓN DEL CENSO DE CARGA DE LA EMPRESA	38
6.1. CONSUMO HISTORICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DE C.I. REAL S.A.	44
7. DIAGRAMA ENERGÉTICO – PRODUCTIVO	47
8. CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	51

8.1.	HERRAMIENTAS PARA ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.	51
8.1.1.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.	51
8.1.1.1.	Interpretación del Coeficiente de Correlación	51
8.1.2.	GRÁFICO DE CONTROL.	54
8.1.2.1.	Utilidad del gráfico de control.	54
8.1.3.	GRAFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO (E– P vs T).	57
8.1.3.1.	Utilidad de los gráficos E – P vs. T.	58
8.1.3.2.	¿CÓMO PREPARAR UN GRÁFICO E. – P. VS. T?	61
8.1.4.	GRAFICO DE CONSUMO ENERGETICO Y PRODUCCIÓN (E vs P).	62
8.1.4.1.	Utilidad de los Diagramas E vs. P.	62
8.1.4.2.	Pasos para realizar el gráfico E vs. P.	63
8.1.4.3.	Uso del diagrama E vs P para la identificación de metas.	68
8.1.5.	DIAGRAMA INDICE DE CONSUMO-PRODUCCIÓN (IC vs P).	72
8.1.5.1.	Utilidad del Diagrama IC vs. P.	73
8.1.5.2.	¿Cómo elaborar un gráfico IC vs P?	74
8.1.6.	GRAFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM).	76
8.1.6.1.	Utilidad del Gráfico CUSUM.	76
8.1.6.2.	¿Cómo realizar un gráfico de tendencia?	77
8.1.7.	DIAGRAMA DE PARETO.	79
8.1.7.1.	Utilidad del Diagrama de Pareto.	79
8.1.7.2.	¿Cómo preparar un diagrama de Pareto?	79
8.1.8.	ESTRATIFICACIÓN.	81
8.1.8.1.	Utilidad de la Estratificación.	82
8.1.8.2.	Uso del método de estratificación para el control y reducción de los consumos y costos energéticos	83
9.	PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTAS PARA ORGANIZAR UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO.	84
10.	SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	86
10.1.	REPORTE DE SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA.	90
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	93
	BIBLIOGRAFÍA	98
	ANEXOS	99

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Datos Transformador de Distribución C.I. Real S.A.	30
Tabla 2	Censo de carga de la empresa C.I. REAL S.A.	38
Tabla 3	Consumo por áreas principales de la empresa C.I. REAL S.A	40
Tabla 4	Diagrama consumo por mes en la zona de potencia (área de maquinaria y equipos)	42
Tabla 5	Tabla de equipos principales en Zona de Potencia.	43
Tabla 6	Cantidad de energía eléctrica consignada en la Factura.	44
Tabla 7	Censo de carga por etapas principales	47
Tabla 8	Interpretación del Coeficiente de Correlación Muestral	51
Tabla 9	Datos de producción y consumo planta.	52
Tabla 10	Coeficiente de correlación de los datos "E vs. P"	52
Tabla 11	Análisis de variables en el proceso de control.	56
Tabla 12	Datos gráfica de control.	56
Tabla 13	Grafico De Consumo Y Producción En El Tiempo (E – P vs T).	58
Tabla 14	Tabla, Producción y Consumo durante los 12 meses del año 2011	64
Tabla 15	Datos Consumo – Producción Meta	68
Tabla 16	Coeficiente de Correlación para los datos de identificación de metas.	69
Tabla 17	Pago Mensual de factura por consumo de energía eléctrica	71
Tabla 18	Resumen de resultados obtenidos en diagramas E vs P.	72

Tabla 19	Datos de índice teórico real y teórico	74
Tabla 20	Tabla de tendencia	77
Tabla 21	Tabulación de datos para el diagrama de Pareto para áreas consumidoras en planta.	80
Tabla 22	Tabulación de datos para el análisis de estratificación en equipos de Zona de Potencia.	82
Tabla 23	Reporte de Software de Caracterización Energética	90

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Formas de aumentar la eficiencia energética	24
Figura 2	Medidas para mejorar la eficiencia.	24
Figura 3	Área de Almacén, Zona de Potencia y Subestación Eléctrica	27
Figura 4	Área de Encapsulados, Área de Sales, Oficinas	29
Figura 5	Acometida principal de C.I. Real	31
Figura 6	Transformador de distribución C.I. Real S.A.	32
Figura 7	Diagrama del proceso productivo de Sales.	34
Figura 8	Gráfica de calificación total promedio de la empresa.	37
Figura 9	Diagrama consumo por áreas según censo de carga	40
Figura 10	Spry Dryer	41
Figura 11	Sección de Zona de Potencia C.I. Real S.A.	41
Figura 12	Diagrama de equipos en Zona de Potencia.	42
Figura 13	Diagrama de equipos principales en Zona de Potencia.	44
Figura 14	Diagrama de consumo de energía eléctrica en planta C.I. REAL S.A.	45
Figura 15	Equivalencia porcentual de energía por mes.	46
Figura 16	Diagrama de pastel por etapas principales de la empresa.	48
Figura 17	Diagrama de bloques del proceso productivo en C.I. REAL S.A.	49
Figura 18	Diagrama de dispersión y correlación.	53
Figura 19	Gráfica de control.	57
Figura 20	Gráfico de consumo y producción en escala adimensional.	61
Figura 21	Gráfico de consumo y producción en doble eje vertical.	62
Figura 22	Grafico de consumo y producción (E vs P)	65

Figura 23	Línea de tendencia del consumo meta	70
Figura 24	Línea de tendencia del consumo promedio y consumo meta	70
Figura 25	Diagrama índice de consumo - producción (Ic vs. P)	75
Figura 26	Grafico de Sumas acumulativas	78
Figura 27	Diagrama de Pareto para áreas consumidoras en planta.	81
Figura 28	Diagrama de estratificación para equipos de Zona de Potencia.	83
Figura 29	Resultado software de caracterización energética.	86
Figura 30	Índice de consumo software de caracterización energética.	87
Figura 31	Tendencias software de caracterización energética.	88
Figura 32	Grafico de Sumas acumulativas proporcionado por Software de Caracterización energética.	89

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo A	Ley 697 de 2001	99
Anexo B	Calificador de niveles de gestión energética en Sistemas de Información	103
Anexo C	Calificador de niveles de gestión energética en Representación de la Gerencia para la Eficiencia Energética	103
Anexo D	Calificador de niveles de gestión energética en Producción y operación	104
Anexo E	Calificador de niveles de gestión energética en Planeación	104
Anexo F	Calificador de niveles de gestión energética en Mantenimiento	105
Anexo G	Calificador de niveles de gestión energética en Innovación y Gestión Tecnológica	106
Anexo H	Calificador de niveles de gestión energética en Gestión Humana	106
Anexo I	Calificador de niveles de gestión energética en Gerencia	107
Anexo J	Calificador de niveles de gestión energética en Gestión Ambiental	107
Anexo K	Calificador de niveles de gestión energética en Contabilidad y Finanzas	108
Anexo L	Calificador de niveles de gestión energética en Comercialización y Compras	109
Anexo M	Calificador de niveles de gestión energética en Aseguramiento de la Calidad	110
Anexo N	Informe de prácticas con calificación deficiente (menor o igual a 2) software de calificación de niveles de gestión energética en la empresa.	111
Anexo O	Factura de servicio: Energía empresarial de la costa	122

RESUMEN

El presente proyecto ofrece una metodología para la caracterización energética en PYME, utilizando las herramientas estipuladas en el *“Manual de Procedimientos para la caracterización y Diagnóstico Energético”* elaborado por el Grupo de gestión eficiente de Energía, Kai de la Universidad del Atlántico. Apoyados en esto, se examina la situación actual de la empresa **C.I. REAL S.A.** para identificar los principales energéticos utilizados, la estructura de consumo, el diagrama energético-productivo; y se desarrollan análisis estadísticos tales como:

- Diagrama de Dispersión y Correlación.
- Gráfico de Control.
- Gráfico de Consumo y Producción en el Tiempo (E-P vs T).
- Gráfico de Consumo – Producción (E vs. P).
- Diagrama Índice de Consumo – Producción (Ic vs P.)
- Gráfico de Sumas Acumulativas (CUSUM).
- Diagrama de Pareto.

Los resultados, que son la primera referencia para este tipo de industria en particular, incluyen: comportamiento energético, índices de consumo y energía no asociada a la producción.

1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica, más que un servicio, se ha convertido en una necesidad primordial para el ser humano dentro de sus actividades diarias, además se ha tomado como referencia para indicar el desarrollo económico de un territorio. Su consumo se traduce en trabajo, entretenimiento, comodidad, bienestar y calidad de vida. La mayoría de las aplicaciones que requieran una fuente de energía acuden a la electricidad, y no es para menos, es una energía limpia, no hace ruido, es fácil de transformar y transportar. Su uso como tal no deja residuos como un derrame o una suciedad, lo cual la hace ideal para cualquier aplicación; sin embargo esa falta de evidencias o residuos puede ocasionar que esta energía se use más de lo necesario, al no tenerse conciencia de los impactos que esto conlleva. El uso no racional de la energía eléctrica trae consigo un grave impacto ambiental, por esto, es un problema que nos involucra a todos.

El desarrollo de este trabajo de grado se direccionó para un manejo eficiente de la energía en las pequeñas y medianas empresas (PYME), que si bien no son las mayores consumidoras, su demanda puede ser considerable, en especial cuando en su calidad de empresa se le otorgue prioridad a otros asuntos que le signifiquen una mayor ganancia, dejando a un lado la vigilancia en el consumo eléctrico, que también conlleva ahorros económicos.

Muchas personas desconocen el proceso de generación de energía eléctrica, que implica un impacto permanente al ambiente, sobre todo en el Caribe colombiano, donde la generación se realiza en gran parte mediante centrales térmicas, de relativa baja eficiencia y dependientes de un combustible fósil; lo cual resalta la importancia de cualquier gestión de eficiencia energética, en especial a nivel de gerencia empresarial.

En la actualidad las industrias presentan una gran presión por la alta competencia en precios de los productos, por lo tanto se ven obligadas a reducir costos de producción de diversas formas. Una de ellas es la de ahorrar en un rubro de gran importancia como lo es el consumo energético.

C.I. REAL S.A. no ha sido indiferente a esta situación, por lo tanto sus directivos se han interesado en implementar alternativas de ahorro en cuanto al consumo de energía eléctrica como lo es la creación de un comité URE (Uso Racional y Eficiente de la Energía), el cual ha desarrollado una serie de actividades encaminadas a generar ahorro en el consumo de energía.

Algunas de estas actividades se mencionan a continuación:

- Recolección de datos de consumo de energía eléctrica para detectar las áreas y equipos con mayor impacto.
- diagnóstico del sistema eléctrico en general. Los equipos que se analizaron en este estudio fueron básicamente, motores.
- Fomentar la cultura de ahorro energético en todos los empleados de la empresa. Se inició un programa encabezado por las directivas de la empresa para exponer a todos los empleados la cultura del ahorro energético.

Para generar alternativas de ahorro es necesario empezar por la identificación de los potenciales de ahorro lo cual se logra realizando la caracterización energética en las principales áreas de consumo de la empresa: Sales, Encapsulados y Zona de Potencia. Como resultado de la caracterización energética efectuada en las áreas anteriormente mencionadas, se lograron identificar puntos claves para mejoras del consumo energético.

Es importante mencionar que la caracterización energética es un procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que la empresa administra y usa la energía eléctrica en un proceso productivo, que permita evaluar la situación energética actual; determinando las anomalías presentadas en cuanto al consumo energético real y los focos de desperdicio de energía eléctrica, para formular medidas a corto, mediano y largo plazo. También es el paso previo para implementar un sistema de gestión o administración de energía.

1.1. JUSTIFICACION

El objetivo principal de todo tipo de organización es obtener la mayor rentabilidad en sus procesos, siendo esta es una de las razones por las que especialmente en la industria, están brindándole mayor importancia al rubro de energía eléctrica, y han empezado a tomar interés en aplicar tecnologías de punta de menor consumo energético (kWh). De igual manera es una preocupación que nace desde el Ministerio de Minas y Energías, cuyo objetivo es: *“proponer lineamientos de política y regulación, así como definir normas técnicas y guías para la promoción de la eficiencia energética en edificaciones de tipo residencial, comercial e industrial.”* El origen de estas medidas salta a la vista: el alto costo del petróleo influye en la obtención de la energía y, dado que la mayor parte de la misma se genera a través de subproductos y derivados del petróleo, esto hace que inexorablemente el impacto en el precio de los recursos energéticos se produzca de manera directa.

El papel de la eficiencia energética además de ofrecer un menor consumo, es garantizar un uso más adecuado de los recursos naturales renovables y no renovables con que cuenta el país. La tendencia actual es aplicar estrategias de uso racional de energía orientada principalmente por la conciencia ambiental. Cabe destacar, que la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) viene ejecutando, como líder técnico, proyectos de eficiencia energética en edificaciones e industrias, con programas estratégicos como el del “Plan Pro-URE (Uso Racional de la Energía)” adoptado mediante Resolución 180919 del 1 de junio de 2010, en donde se busca:

- La reducción del consumo y costos energéticos, impactando en la productividad y competitividad de las empresas.
- El desarrollo de estrategias de fortalecimiento institucional, de mercado, y culturales, entre otras, que permitan implementar la etiqueta URE, con la que la tecnología eficiente tendrá una ventaja competitiva que incremente su participación en el mercado.

Con el propósito de crear conciencia en la población sobre la importancia de hacer un uso racional y eficiente de la energía y proteger los recursos naturales, la UPME realizó conferencias dirigidas principalmente a los sectores residencial, industrial, hotelero y público, en donde se incluyeron temas de tecnología eficiente: “La tecnología eficiente permite aplazar inversiones significativas en generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, al mismo tiempo que aporta beneficios ambientales y beneficios para los usuarios.”

La falta de un estudio de caracterización energética en la Pequeña y

Mediana Empresa (PYME), así como la falta de información sobre los consumos de energía útil (iluminación, calor, fuerza motriz, etc.), fueron factores que limitaron la concepción general de los objetivos y metas del Proyecto.

Muchas de las actividades de gestión energética realizadas a nivel empresarial constituyen *procesos discontinuos en el tiempo*. Es por ello que las acciones que se tomen como punto de referencia, responden principalmente a la oscilación de los precios de la energía primaria y el peso del costo de energéticos en los costos de producción o a los saltos del valor absoluto de la factura de la energía de la empresa, destacándose en este comportamiento mucho más la pequeña y mediana empresa. Todo esto impide la obtención de datos de consumo-producción fiables.

Los estudios realizados y la experiencia obtenida en eficiencia energética se han centralizado en las grandes empresas. Por ello, enfocar el estudio acerca de PYMES es un campo que debe ser explorado a fondo, y así llegar a desarrollar las metodologías necesarias para la obtención de modelos aplicables a estos casos. En este sentido, la unión de acciones sinérgicas entre el estado y la academia Colombiana, en el marco de la ley de ciencia y Tecnología, en el que convergieron las participaciones de: COLCIENCIAS como líder del desarrollo tecnológico colombiano, UPME como entidad promotora del URE a nivel nacional, y el sector académico; es una importante pero limitada fuente de información. En Internet se encuentra bastante información sobre experiencias en otros países dentro y fuera de la región, pero es necesario adaptar esta información a las características propias del país.

Los “modelos de gestión” energética en la empresa colombiana o extranjera en Colombia, hasta el momento se han desarrollado con alto grado de espontaneidad o tomando como referencia programas o modelos externos. Se han limitado fundamentalmente a los siguientes aspectos:

- Diagnósticos energéticos a la tecnología y planes de medidas o de acciones para la reducción de los costos energéticos.
- Monitoreo de indicadores energéticos basado en registros para verificación de consumos e identificación de equipos y procesos altos consumidores.
- Cambio de energéticos primarios.

- Cambios tecnológicos.
- Gestión de contratación de energéticos primarios

1.2. ANTECEDENTES

La normatividad en Colombia para promover medidas de eficiencia energética consta del Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Renovables y Protección del Medio Ambiente; Ley 697 de 2001: Mediante el cual se fomenta el uso racional de energía, se promueve la utilización de energías alternativas; Decreto 3683 de 2003: Por el cual se reglamenta la ley 697 de 2001 y se crea una Comisión intersectorial; Decreto 2501 de 2007: Por el cual se dictan medidas para promover prácticas de uso racional y eficiente de energía eléctrica. En el Anexo A, puede leerse la Ley 697 De 03 De Octubre De 2001. Algunos estudios realizados en diferentes PYMES ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en la mayor parte de ellas, así como la imposibilidad de aumentar el ahorro energético, mediante la adopción de culturas desde la alta dirección para administrar eficientemente la energía, más que todo cuando se trata de empresas con procesos discontinuos en el tiempo.

Hasta el momento, la expansión del tema de eficiencia energética se ha visto de una forma muy limitada, fundamentalmente en la realización de diagnósticos energéticos para detectar las fuentes y niveles de pérdidas, y posteriormente definir medidas o proyectos de ahorro o conservación energética. Esta vía, además de obviar parte de las causas que provocan baja eficiencia energética en las empresas, generalmente tiene reducida efectividad por realizarse muchas veces sin la integralidad, los procedimientos y el equipamiento requerido, por limitaciones financieras para aplicar los proyectos, pero sobre todo, por no contar la empresa con la cultura ni con las capacidades técnico-administrativas necesarias para realizar el seguimiento y control requerido y lograr un adecuado nivel de consolidación de las medidas aplicadas.

Este material tiene como objetivo aplicar los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución y supervisión de la caracterización energética en **C.I. REAL S.A.**, con el objetivo de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se presentan en particular los principios, herramientas y procedimientos para la implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en PYME.

Por medio de la implementación del sistema se pretende alcanzar el mínimo consumo energético por medio de un proceso de mejora continua, esto se hace generando una cultura energético – ambiental y como resultado final se obtiene una alta competitividad y una reducción en el impacto ambiental.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Utilizar el sistema de Gestión Integral de la Energía para caracterizar energéticamente la empresa **C.I. REAL S.A.**

1.3.2. Objetivos específicos

- Aplicar la metodología propuesta por el Sistema de Gestión Integral de la Energía para desarrollar una caracterización energética.
- Analizar las tendencias de los indicadores de la eficiencia energética en la empresa **C.I. REAL S.A.**
- Analizar el comportamiento de consumo de energía eléctrica en el área de estudio.
- Identificar el mes más eficiente y menos eficiente de operaciones a lo largo de 1 año.
- Plantear alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los posibles puntos de ahorro en el área de estudio.

1.4 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN

Para llevar a cabo la caracterización energética de la empresa **C.I. REAL S.A.** se realizaron estudios preliminares para posteriormente recopilar y analizar datos de consumos de energía en áreas específicas de la empresa.

A continuación se enuncian las actividades realizadas:

- Estudio del Modelo de Gestión Integral de la Energía
- Identificación de áreas a analizar
- Realización de encuestas
- Uso de software de gestión energética
- Realización de mediciones
- Análisis de datos

2. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es un término que no se debe confundir con ahorro de energía, puesto que éste último implica una reducción del consumo sin tener en cuenta la producción, y se obtiene mediante la adquisición de tecnologías menos eficientes. Un incremento de la eficiencia energética implica un ahorro de ella, pero un ahorro de ella no implica necesariamente un incremento de la eficiencia energética. Son términos que aunque están muy relacionados, son diferentes entre sí.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de satisfacer más servicios energéticos, lo que es equivalente a disponer de más energía. Sin embargo, el incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO₂. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada.

La eficiencia energética tiene en cuenta lo producido, es entonces el incremento de una producción usando el mismo o menos consumo de energía en ella. Con base en este aspecto, la eficiencia se calcula mediante la relación producto obtenido sobre energía consumida, de la cual se establece un índice que relaciona el consumo energético por unidad de producto.

Se puede llegar al índice teniendo en cuenta la facturación mensual de energía, de la cual se tienen en cuenta la energía consumida (kWh) total en el mes. Con esta periodicidad se va comparando la Producción vs. Energía Consumida. El resultado es un gráfico en el cual revela distintos puntos que representan los meses y que indica el mes en el cual hubo una disminución considerable de la eficiencia, para que el personal analice la producción de ese mes y tome medidas si es necesario, de lo contrario tener en cuenta el tipo de producción de ese período, el cual es el menos eficiente energéticamente. El ideal de cada punto del gráfico es estar lo más arriba posible, indicando la mayor eficiencia.

2.1. DESARROLLO ENERGETICO SOSTENIBLE

Los procesos de producción y uso de la energía constituyen la causa fundamental del deterioro ambiental. El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso, un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.

Con mucha frecuencia, el incremento de la intensidad energética ha sido tratado como parte integrante e inevitable del crecimiento económico. Se manejan los índices de consumo *per cápita*¹ de energía como indicadores básicos del nivel de vida, sin tomar en consideración lo irracional e ineficiente del modo con que ésta se utilice, ni que son los servicios energéticos y no la energía lo que el hombre necesita.

¿Cuáles deben ser las bases de la política energética para lograr un desarrollo sostenible?

En este sentido se señalan tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

- **Elevación de la eficiencia energética**, eliminando esquemas de consumo irracionales, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración, y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
- **Sustitución de fuentes de energía**, por otras de menor impacto ambiental, en particular por **fuentes renovables**, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
- **Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias**, como son los sistemas depuradores de gases

¹Significa: por "cada cabeza", frase formada por la preposición *per* y el acusativo plural de *caput*, *capitis* 'cabeza'

de combustión o las tecnologías de gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

El contenido de CO₂ en la atmósfera es el principal factor desencadenante del efecto invernadero, que se traduce en un aumento de la temperatura ambiental, lo cual ocasionaría cambios apreciables en el planeta. Existen diversos modelos matemáticos que permiten predecir estos cambios; en algunos casos se plantea que dentro de 40 años el contenido de CO₂ en la atmósfera aumentará en un 30 %, lo que provocará un incremento de la temperatura entre 1.66 y 4.4 °C. Otros investigadores plantean que a los ritmos actuales de emisiones, si no se toman las medidas necesarias y prima el criterio económico en la selección de las fuentes de energía, el contenido de CO₂ pudiera duplicarse para el año 2030, lo que provocaría un incremento de la temperatura en 2.5 °C. Este fenómeno puede originar las siguientes consecuencias:

- Aumento del nivel del mar (aproximadamente 18 cm).
- Alteración de los regímenes de precipitación.
- Aumento de tormentas e inundaciones.
- Corrimiento de las zonas climáticas hacia los polos (200-400 Km).
- Daños irreversibles a la biodiversidad del planeta al producirse la pérdida de ecosistemas.

Si en los esquemas actuales no se incluyen los costos externos de la producción de energía, simplemente se están transfiriendo estos costos a las generaciones futuras, que indiscutiblemente estarán en desventaja al vivir en un mundo mucho más contaminado y con el peligro latente de la irreversibilidad de los cambios producidos.

Lograr un **desarrollo energético sostenible** es sin duda el camino correcto, el único camino de la supervivencia humana, que requiere de acciones urgentes en las siguientes direcciones estratégicas:

- Desarrollar programas de educación energética ambiental a todos los niveles.
- Promulgar legislaciones que promuevan el incremento de la eficiencia energética, tanto en la generación como en los equipos de uso final de la energía.
- Reflejar en las evaluaciones económicas los costos reales o totales de la producción de energía.
- Ampliar y profundizar la legislación ambiental.

- Establecer preferencias impositivas para las tecnologías energéticas renovables.
- Ofrecer facilidades y apoyo financiero para la introducción de fuentes renovables y equipos de uso final y tecnologías de alta eficiencia.
- Incrementar el financiamiento para las investigaciones relacionadas con estas direcciones.

2.2. ¿COMO INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA?

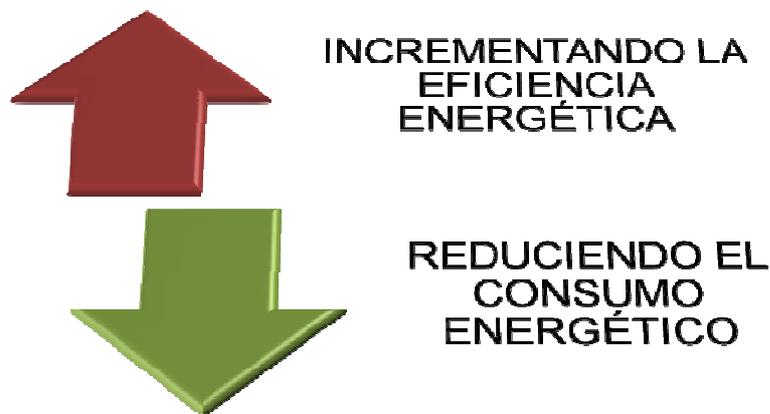


Figura 1. Formas de aumentar la eficiencia energética.

Para reducir el consumo energético se requiere de una inversión en tecnologías más eficientes o en remodelación de las instalaciones existentes o nuevas. Se traduce sólo en una reducción del consumo, sin cambiar la producción.



Figura 2. Medidas para mejorar la eficiencia.

Para incrementar la eficiencia energética, se deben implementar y comprender las buenas prácticas de consumo, operación y mantenimiento. Implica tomar medidas internas, técnico-organizativas que permitan una mejor administración de la energía. Se puede traducir en una reducción del consumo, pero también en un incremento de la producción con el mismo o menor consumo.

Implementar una gestión energética es mucho más barato que adquirir tecnologías más eficientes, sin embargo es más difícil conseguir y mantener los resultados.

La adquisición de tecnologías más eficientes significa un potencial de ahorro más alto y una mayor permanencia de los resultados, sin embargo su inversión es mucho más alta.

Para obtener un resultado óptimo, lo mejor es implementar una combinación de ambas, de tal manera que tome lo mejor de cada alternativa y cumpla con las expectativas esperadas.

2.3. ¿PORQUE EN UNA PYME?

Una gestión eficiente de la energía perdurará en el tiempo en la medida en que las personas sepan y tomen conciencia de su importancia tanto para ellos como para el medio ambiente. El entorno empresarial es idóneo para llevar a cabo esta gestión, no sólo por su gran demanda eléctrica, sino por la posibilidad de expansión de estas capacidades a otros puestos de trabajo, y a los hogares.

Una PYME puede tener un consumo considerable y varias oportunidades de ahorro energético, pero a la vez puede tener limitaciones de capital que le impidan adquirir tecnologías nuevas más eficientes o, sencillamente, no se le dé importancia a un estudio de esta característica por no traducirse en grandes ganancias, o por mirarlo como algo complejo por tratarse de un cambio de hábitos y de cultura. Estas pequeñas y medianas empresas, pueden además tener condiciones como recurso humano reducido, que trae como consecuencia que la atención del personal en general se centre hacia el funcionamiento propio de la empresa, y deje a un lado aspectos como programas de entrenamiento o capacitación en temas como una gestión energética eficiente. Las condiciones anteriores son reacias en cuanto a este estudio, pero a la vez evidencian la necesidad de una capacitación al

personal, para que posean los conocimientos y las herramientas que les permitan realizar una gestión de este tipo. Por otro lado, el deseo de crecimiento de una PYME, su alto grado de compromiso hacia el futuro, sus visiones de producción limpia, con calidad en sus procesos y ante todo muy rentable, sumados al alto costo de la energía y los problemas ambientales; también hacen necesaria y viable una gestión eficiente del consumo energético.

2.4. EFICIENCIA ENERGETICA Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

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

Los aspectos básicos que determinan la competitividad de una empresa o institución son la calidad y el precio de sus productos o servicios. La posición en el mercado y la estrategia de cambio de posición viene determinada por la relación calidad - precio con respecto a otras entidades de competencia.

3. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA EMPRESA

3.1. DESCRIPCIÓN

C.I. REAL S.A. es una empresa internacional dedicada a la fabricación y comercialización de aditivos y preservantes para la industria de alimentos, cosmético y farmacéutico; Se encuentra localizada estratégicamente en la ciudad industrial y portuaria de Cartagena de Indias, Colombia, uno de los principales centros marítimos del Caribe, equidistante a todos los centros económicos y portuarios de Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y el mundo. Todo esto les permite atender muy eficientemente a sus clientes - socios de acuerdo a sus exigencias y necesidades.

Como empresa certificada ISO, está fielmente comprometida con la calidad de sus productos y el deseo continuo de aumentar la satisfacción de los clientes.

Principalmente, **C.I. REAL S.A.** produce en su planta de Cartagena el propionato de calcio en empaques de 25 kilos de polvo cristalino; obteniéndose en promedio por cada turno entre 4 y 5 bolsas. El propionato de calcio, es efectivo para prevenir el desarrollo de bacilos productores de filamentación y de hongos, sin inhibir la acción de levadura panificable, por lo que es ideal para los productos leudados por ella, no así para los productos leudados con polvo para hornear ya que interfiere con los agentes químicos. Principalmente se recomienda para pan francés y bizcochería porque contribuye al suministro de calcio y a la sustitución de sodio.

3.2. AREAS PRINCIPALES DE LA EMPRESA



Figura 3. Área de Almacén, Zona de Potencia y Subestación Eléctrica

En la figura 3 se pueden ver las siguientes áreas principales:

3.2.1. ALMACÉN

Es la sección donde se guardan las materias primas para la producción de los diferentes productos.

3.2.2. ZONA DE POTENCIA

Como se verá más adelante, es el área de principal consumo energético en esta empresa, allí se encuentran equipos tan esenciales como:

3.2.2.1. Compresores de aire comprimido: Su uso en C.I. Real S.A. incluye algunas herramientas neumáticas en la sección de empaquetado, equipos de automatización, y transportadoras. Cabe destacar que este tipo de compresores son de pistones, poseen un tanque de almacenamiento de unos 200 litros, ofrecen gran presión, y no se dañan por sobrecarga. Las herramientas neumáticas tienen la capacidad infinitamente de variar la velocidad y el control de torques, y pueden alcanzar las revoluciones requeridas y un torque muy rápidamente ajustando los psi de salida. Además, a menudo son preferidas por razones de seguridad porque no producen chispas, han de acumular poco calor, su peso es más ligero y reducen el consumo energético respecto a sus similares eléctricas.

3.2.2.2. Motobomba de Agua Potable: Ayuda al transporte de agua por un sistema de tuberías adecuado, desde el tanque de almacenamiento donde es tratada, hasta los diferentes procesos de la planta donde es requerida.

3.2.2.3. Caldera de vapor: Una caldera de vapor es una unidad de proceso de gran importancia en todo tipo de industrias. Las necesidades de vapor de agua de C.I. Real S.A pueden resumirse en dos partes:

- vapor como medio de calefacción directa o indirecta
- vapor como materia prima

El principio de funcionamiento de una caldera es sencillo: se pretende evaporar agua y sobrecalentar el vapor obtenido mediante la energía liberada en una reacción de combustión.

3.2.2.4. Torres de enfriamiento: su finalidad es enfriar una corriente de agua por vaporización parcial de esta, con el consiguiente intercambio de calor sensible y latente de una corriente de aire seco y frío, que circula por el mismo aparato.



Figura 4. Área de Encapsulados, Área de Sales, Oficinas.

3.2.3. AREA DE ENCAPSULADOS

Es la sección encargada de la elaboración de los aditivos microencapsulados para la industria alimenticia tales como:

- Encapsulados para panificación.
- Encapsulados para panadería y chicles.
- Encapsulados para productos lácteos.
- Encapsulados para cárnicos.
- Preservantes microencapsulados.

El objeto del microencapsulado es proveer una barrera entre el aditivo y su entorno durante el proceso de producción, por ejemplo para protegerlo de algún sabor desagradable o color no deseado. Estos productos los trabaja C.I. Real S.A. sobre pedido.

3.2.4. AREA DE SALES

Es la sección del producto de mayor demanda en C.I. Real S.A. encargada de fabricar el propionato de calcio mediante una reacción de neutralización entre el ácido propiónico y un compuesto básico de calcio, que genera la sal.

3.2.5. OFICINAS

Como es obvio, en esta área se lleva a cabo toda la gestión administrativa, y se encuentra el sitio de trabajo de todos los jefes de los departamentos técnicos. A continuación se detallan los departamentos con los que cuenta C.I. Real S.A.:

- Gerencia
- Planeación
- Producción y Operación
- Mantenimiento.
- Aseguramiento de la Calidad.
- Comercialización y compras.
- Contabilidad y finanzas.
- Gestión Humana.
- Sistemas de Información.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE C.I. REAL S.A.

El sistema eléctrico de **C.I. REAL S.A.** está conectado al circuito Membrillal 2, correspondiente a la zona occidental de la ciudad de Cartagena de Indias.

Dentro de la planta hay un medidor principal ubicado después de los *cortacircuitos* y antes del seccionador principal.

La alimentación de la red después de pasar por varios equipos de protección, llega a un transformador trifásico de tipo Pad Mounted (Pedestal) con las características que se detallan en la tabla 1:

TRANSFORMADOR	FASES	CONEXIÓN	POTENCIA APARENTE	TENSIÓN DE ENTRADA	TENSIÓN DE SALIDA
TF 1 TIPO PEDESTAL	3	DELTA - ESTRELLA	300kVA	13,2kV	220/127V 60Hz

Tabla 1. Datos Transformador de Distribución C.I. Real S.A.



Figura 5. Acometida principal de C.I. Real

De la figura 5 se puede mencionar que la conexión primaria de C.I. Real S.A. se realiza mediante 3 conectores ampac que hacen el empalme con las redes de media tensión, constituidas en cable de aluminio con alma de acero (ACSR) calibre #1/0 AWG a 13,2kV, las cuales a través de un cable bajante de cobre, descansan sobre 3 aisladores tipo line post, posteriormente este cable de cobre se conecta a la entrada de los cortacircuitos o cajas primarias de 15kV; y de la salida de estos se unen a 3 pararrayos poliméricos para protección de sobre tensiones, de los cuales se hace una derivación para empalmar al cable XLPE de la acometida principal mediante puntas premoldeadas, dicho cable es transportado por trayecto subterráneo hasta la subestación de la empresa, donde llega a un seccionador trifásico y posteriormente va hacia los bornes primarios del transformador trifásico tipo pedestal 13,2kV/220, 127V el cual se empalma de igual forma, con puntas premoldeadas.



Figura 6. Transformador de distribución C.I. Real S.A.

3.4. PROCESO PRODUCTIVO MÁS IMPORTANTE DE C.I. REAL S.A.

El proceso productivo más importante, como se mencionó anteriormente, es el propionato de calcio el cual consta de las siguientes etapas:

- El propionato de calcio en **C.I. REAL S.A.** es fabricado mediante una reacción de neutralización entre el ácido propiónico y un compuesto básico de calcio, que genera la sal.
- En un reactor adecuado, con agitador, se mide la cantidad de agua necesaria para preparar la solución de propionato que se va a secar y se adiciona el ácido propiónico previamente medido. Se utilizan materias primas de óptima calidad, para que estas condiciones se vean reflejadas en el producto final.

- Se agrega el agente neutralizante en porciones adecuadas, previamente pesadas y con agitación, hasta completar la cantidad requerida para reaccionar estequiometricamente con el ácido propiónico. Durante la reacción se mide el pH y se ajusta en caso necesario, llevándolo a un valor previamente establecido, que indica el final de la reacción. Se procura ajustarlo en 9.0, que está dentro del rango permitido. El ajuste del pH se hace agregando cantidades adicionales de ácido o de base, según se requiera. Otras variables son determinadas para mantener el proceso bajo control y asegurar la calidad del producto final.
- Una vez logrado el punto de neutralización, se detiene el agitador y se realizan varios tratamientos adicionales de purificación y retiro de materiales insolubles o elementos indeseables en la solución, tales como metales pesados, hierro y otras impurezas, a fin de darle su característica de uso alimenticio y cumplir los requisitos para ese uso. Una vez tratado el producto, se trasiega la solución a un tanque de almacenamiento y se alimenta el Spray Dryer (secador por atomizado) para secar instantáneamente la solución y obtener el propionato de calcio en polvo. En esta etapa se controlan los parámetros de trabajo del equipo que confieren uniformidad y estabilidad al proceso de secado y a las características del producto. El producto obtenido se empaca en bolsas de válvula de 25 Kg. netos y se almacena para su posterior despacho.
- Durante el secado y almacenamiento previo al despacho se realizan los ensayos físico-químicos para verificar que el material cumpla con las especificaciones. En esta etapa se mantienen condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa que garanticen la estabilidad del producto y las mejores condiciones para su conservación y estabilidad.

En el flujograma de la figura 7, están representadas todas las operaciones que se realizan para la obtención del propionato de calcio.

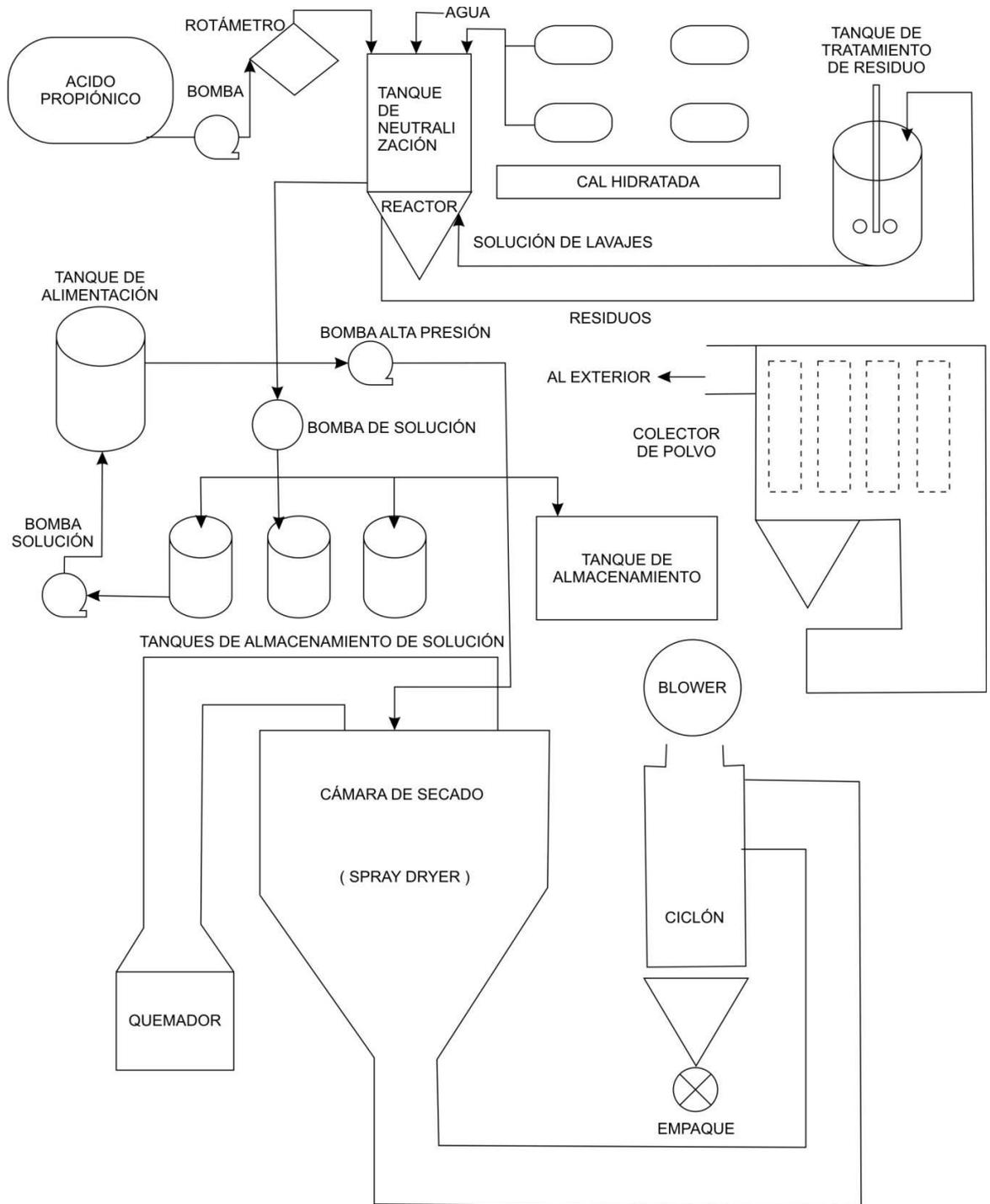


Figura7. Diagrama del proceso productivo de Sales.

4. PAUTAS PARA LA GESTIÓN ENERGÉTICA APLICADAS AL PROCESO PRODUCTIVO DEC.I. REAL S.A.

Las pautas aquí planteadas permiten identificar el grado de control que la empresa tiene respecto al consumo de energía eléctrica, esto se obtiene por medio de:

1. Realización de encuestas.
2. Ejecución del software – *Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa.*

Este Software, como su nombre lo dice, permite verificar el indicador de eficiencia del consumo de energía actual, lo que ayuda a proponer nuevos indicadores que conlleven a un control más detallado de este rubro, por medio de la realización de los *diagramas de dispersión y correlación* aplicados a los datos de consumo.

Actualmente el indicador aceptable de **C.I. REAL S.A.** definido por el análisis de sus consumos a lo largo del año 2011, es de consumir 1 kW por cada 3,76kg de producto elaborado, o en otras palabras, 0,266 kWh/kg como se verá posteriormente en los diagramas de E vs. P.

Las herramientas de gestión energética aplicadas permiten establecer el comportamiento de los indicadores y la visión detallada del proceso productivo, así como la identificación de las máquinas y equipos mayores consumidores de energía eléctrica, mediante el concepto de estratificación, esto se realiza con el objetivo de concentrar la atención en los quipos y máquinas más importantes de la planta de producción y de esta manera reducir costos y tiempo. Estas herramientas de gestión energética son de vital importancia puesto que además permiten establecer metas de reducción de costos, las cuales son palpables en cuanto se realicen comparaciones del comportamiento histórico de consumo y producción; de igual manera estas herramientas son útiles para poder identificar a corto, mediano, y largo plazo, soluciones para el Uso Racional de la Energía (URE).

5. ANALISIS DE BRECHAS ISO 50001

Este análisis es útil para determinar el estado actual del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) en la organización, de acuerdo a los estándares internacionales proporcionados por la norma ISO 50001. Entiéndase por sistema de gestión integral de la energía como: “*El conjunto de procedimientos y actividades estructuradas que integra los componentes del sistema organizacional de la empresa, para alcanzar el consumo mínimo de energía²*”. En esta etapa, el objetivo es evaluar desde la alta dirección y a cada jefe de los departamentos mediante encuestas con preguntas puntuales que se obtienen del software *Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa*, el calificador consiste en una serie de preguntas las cuales se deben evaluar de 1 a 3, siendo:

1 = NO CUMPLIMIENTO DEL REQUISITO;

2 = EN PROCESO DE EJECUCIÓN Y CUMPLIMIENTO;

3 = CUMPLIMIENTO DEL REQUISITO.

Posterior a esto, el software arroja una serie de datos numéricos que son útiles para proceder al análisis de resultados.

La implementación de la Norma ISO 50001 está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los costos de la energía y de otros impactos ambientales relacionados, a través de una gestión sistemática de la energía.

5.1. RESULTADOS DEL CALIFICADOR DE GESTIÓN ENERGÉTICA.

Los resultados obtenidos en el software *Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa*, se detallan por cada área desde el Anexo B, hasta el Anexo N, la figura 8 muestra los resultados obtenidos por departamentos de la empresa C.I. Real S.A. en donde es evidente, de acuerdo al tamaño de las barras en el histograma, que aquel mejor capacitado respecto a temas concernientes a gestión de la energía, es el departamento de Mantenimiento, incluso se encuentra mejor posicionado que la Gerencia, no obstante, de manera general se puede apreciar una calificación bastante regular en más de la mitad de los departamentos. Con

² GUIA PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA- Universidad Autónoma de Occidente, Universidad del Atlántico.

estos resultados, se hace necesario implementar estrategias que permitan fomentarlas buenas prácticas en el consumo energético.

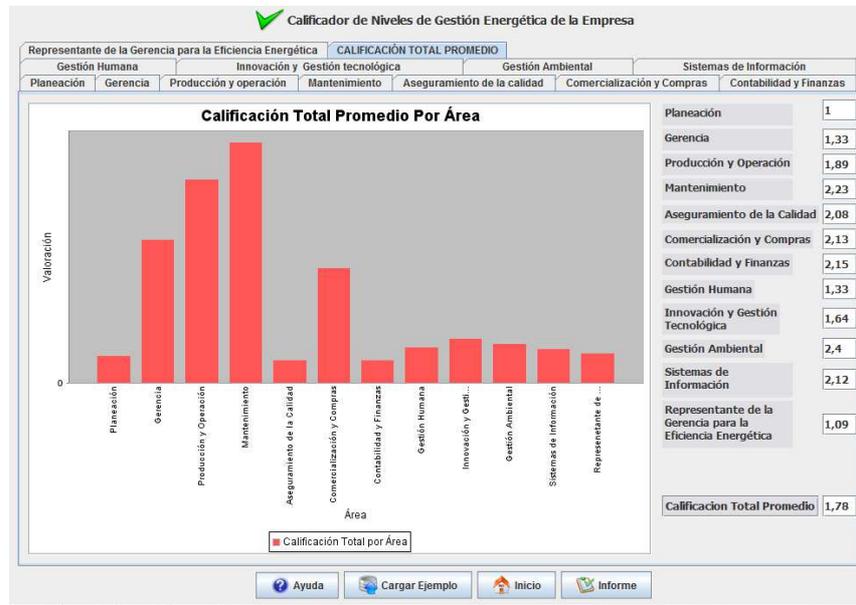


Figura 8. Gráfica de calificación total promedio de la empresa.

6. REALIZACIÓN DEL CENSO DE CARGA DE LA EMPRESA

Este proceso es indispensable para lograr determinar el 20% de los equipos y áreas que consumen aproximadamente el 80% de los distintos tipos de energía utilizadas en los procesos productivos y para realizar el diagrama energético productivo de la empresa, el cual se presentará más adelante.

ÁREA #1: SALES

EQUIPO	CONSUMO MEDIDO O DE PLACA		TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DÍA (HORAS)	NÚMERO DE DÍAS TRABAJADOS POR SEMANA	NÚMERO DE DÍAS TRABAJADOS POR MES	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO MES (HORAS)	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWH)	CONSUMO TOTAL ENERGÍA (KWH)
	HP	W						
SPRY DRYER #1								
vibrador en camara de secado	0,25	186,5	12	7	30	360	67,14	10.438
Motor vibrador en la tolda	0,25	186,5	12	7	30	360	67,14	
Bomba de absorción	6,6	4923,6	12	7	30	360	1772,496	
Blower	25	18650	12	7	30	360	6714	
Motor válvula de estrella	2	1492	12	7	30	360	537,12	
Motor del quemador	2	1492	6	3	13	78	116,376	
	20	14920	6	3	13	78	1163,76	
SPRY DRYER #2								
vibrador en camara de secado	0,25	186,5	12	7	30	360	67,14	10.438
Motor vibrador en la tolda	0,25	186,5	12	7	30	360	67,14	
Bomba de absorción	6,6	4923,6	12	7	30	360	1772,496	
Blower	25	18650	12	7	30	360	6714	
Motor válvula de estrella	2	1492	12	7	30	360	537,12	
Motor del quemador	2	1492	6	3	13	78	116,376	
	20	14920	6	3	13	78	1163,76	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO LECHADA DE CAL								
Motor del agitador	4	2984	3	2	8,5	25,5	76,092	202
Bomba de succion	6,6	4923,6	3	2	8,5	25,5	125,5518	
REACTOR #5								
Bomba principal	6,6	4923,6	6	7	30	180	886,248	192
Bomba de succion	3	2238	3	1	4	12	26,856	
REACTOR #6								
Bomba principal	10	7460	6	7	30	180	1342,8	192
Bomba de succion	3	2238	3	1	4	12	26,856	
SUBTOTAL #1:								21.462
ÁREA #2: ENCAPSULADOS								
EQUIPO DE MEZCLAS								
Motor 1	6,6	4923,6	12	3	13	156	768,0816	1.583
Motor 2	4	2984	12	3	13	156	465,504	
Motor 3	3	2238	12	3	13	156	349,128	
EQUIPO DE ENCAPSULADO								
Motor 1	4	2984	12	3	13	156	465,504	1.397
Motor 2	4	2984	12	3	13	156	465,504	
Cedaso eléctrico	4	2984	12	3	13	156	465,504	
SPRY COOLER #1								
Valvula de estrella	2	1492	12	3	13	156	232 3/4	233
SUBTOTAL #2:								3.212

ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA								
Compresor de aire #1	6,6	4923,6	24	7	30	720	3544,992	27.268
Compresor de aire #2	10	7460	24	7	30	720	5371,2	
Motobomba de agua potable	4,3	3207,8	24	7	30	720	2309,616	
Caldera de Vapor: Motor 1	6,6	4923,6	24	7	30	720	3544,992	
Caldera de Vapor: Blower	3	2238	24	7	30	720	1611,36	
Caldera de aceite termico: Blower	1	746	24	2	8	192	143,232	
Torre de enfriamiento: Bomba #1	10	7460	24	7	30	720	5371,2	
Torre de enfriamiento: Bomba #2	10	7460	24	7	30	720	5371,2	
OTROS								
Cortadora Industrial de mesa	2,68	2000	3	7	30	90	180	632
Taladro industrial vertical	0,59	440	2	4	17	34	14,96	
Maquina de soldar	7,37	5500	3	6	25	75	412,5	
Pulidora manual	2,55	1900	1	3	13	13	24,7	
SUBTOTAL #3:								27.900
CONSUMO TOTAL kWh								52.574

Tabla 2. Censo de carga de la empresa C.I. REAL S.A.

En la tabla anterior, se describen cada una de las maquinas y equipos de los procesos productivos que lleva a cabo la empresa: Sales y Encapsulados, en donde se indican sus parámetros de Potencia Activa y tiempo aproximado de operación, para lograr obtener el consumo de energía promedio de la planta.

Para llegar a recopilar este conjunto de datos, fue necesario en donde se permitió por parte de las directivas de la empresa, tomar la medición de potencia activa con un kilowathorímetro. Es muy importante resaltar, que lo ideal en estos casos sería tomar la medición real de cada Maquina o equipo, para tener datos más exactos, no obstante, hubo imposibilidad con la mayoría de ellos por políticas de la empresa, debido a que se requería quitar la tapa de la bornera de los motores que en su mayor parte se encontraban aun con el sello de seguridad de su garantía y tampoco fue permitido destapar los tableros debido a su estado operativo, sumado a que la planta de producción al momento de realizar las mediciones, contaba con menos de 1 año de ser reestructurada en un 95% con nuevos equipos.

Cabe notar de la Tabla 2 que el tiempo de operación por maquina se estimó de acuerdo a los niveles de producción típicos de la empresa, con los rendimientos proporcionados por el Jefe de Producción. El Consumo Promedio Total de la planta al realizar la sumatoria de cada Maquina y Equipo, arrojó un valor estimado de 52.574 kWh por mes.

En la tabla 3, se detalla el consumo por áreas principales de la empresa (datos extraídos del censo de carga), se puede apreciar que el Área #3,

correspondiente a la Zona de Potencia con un valor de 27.268 kWh, es la que representa mayor Consumo energético para C.I. Real S.A. siguiéndola muy de cerca el Área #1, correspondiente a las Sales con un valor de 21.462kWh, que es el producto de mayor demanda para esta empresa. Por su parte el Área #3 correspondiente a los Encapsulados, se producen en menor cantidad, alrededor de 7 veces menos que las Sales con un valor de 3.212 kWh.

AREAS	CONSUMO (kWh) MES
ÁREA #1: SALES	21.462
ÁREA #2: ENCAPSULADOS	3.212
ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA	27.268
OTROS	632

Tabla 3. Consumo por áreas principales de la empresa C.I. REAL S.A

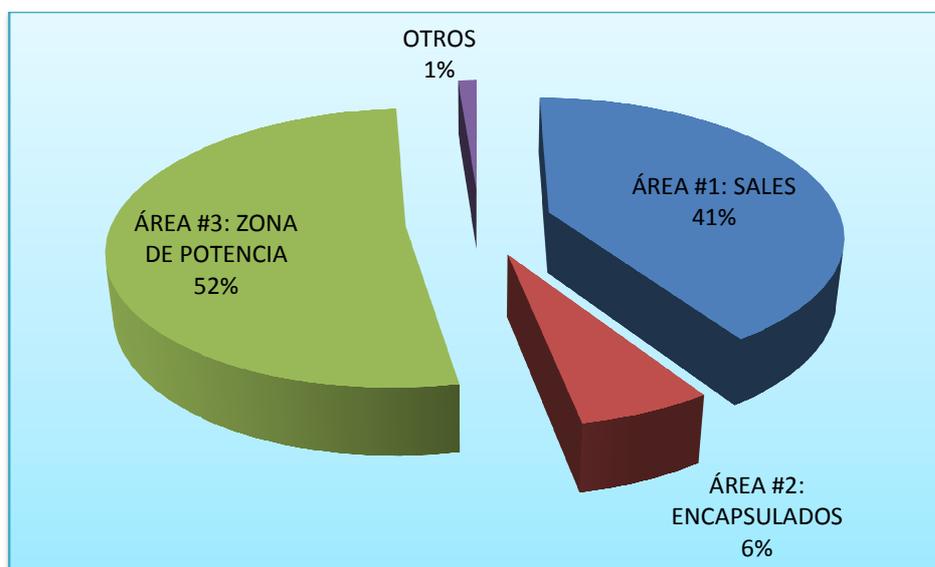


Figura 9. Diagrama consumo por áreas según censo de carga

En la figura 9 se evidencia gráficamente el porcentaje equivalente a cada área principal de C.I. REAL S.A. se aprecia que el área de mayor consumo, la Zona de Potencia, abarca el 52% del total consumido, se destaca que en esta área se encuentran los compresores de aire para el sistema de aire comprimido, las calderas, para el sistema de vapor y las torres de enfriamiento. Seguidamente el área de Sales tiene un porcentaje de 41% del total consumido. En la tabla 2 Censo de carga de la empresa C.I. REAL S.A. se observa que los equipos consumidores de esta área contemplan dos Spry Dryer (Secador por Atomización), que es un equipo robusto (ver figura 10) y de vital importancia en el proceso productivo, cada uno de ellos alcanza a consumir 10.438 kWh por mes.



Figura 10.SpryDryer



Figura 11.Sección de Zona de Potencia C.I. Real S.A.

A continuación se analizarán detalladamente las Máquinas y Equipos correspondientes a la Zona de Potencia (ver figura 11) la cual constituye el área de mayor consumo y a la que se le prestará mayor atención.

En la tabla 4 se puede notar que los equipos mayores consumidores de energía eléctrica de la Zona de Potencia son principalmente las 2 torres de enfriamiento y el compresor de aire #2 con un valor de 5.371,20 kWh c/u.

ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA		
ITEM	EQUIPOS	CONSUMO (kWh) MES
1	Compresor de aire #1	3.544,99
2	Compresor de aire #2	5.371,20
3	Motobomba de agua potable	2.309,61
4	Caldera de Vapor: Motor 1	3544,99
5	Caldera de Vapor: Blower	1.611,36
6	Caldera de aceite termico: Blower	143,23
7	Torre de enfriamiento: Bomba #1	5.371,20
8	Torre de enfriamiento: Bomba #2	5.371,20

Tabla4. Diagrama consumo por mes en la zona de potencia (área de maquinaria y equipos)

A continuación se ilustra el porcentaje correspondiente a cada Torre de Enfriamiento en el diagrama de pastel de la figura 12, ambas equivalen al 40% del consumo total en esta área. También se puede apreciar que existe un consumo energético apreciable (20%) en el compresor de aire #2.

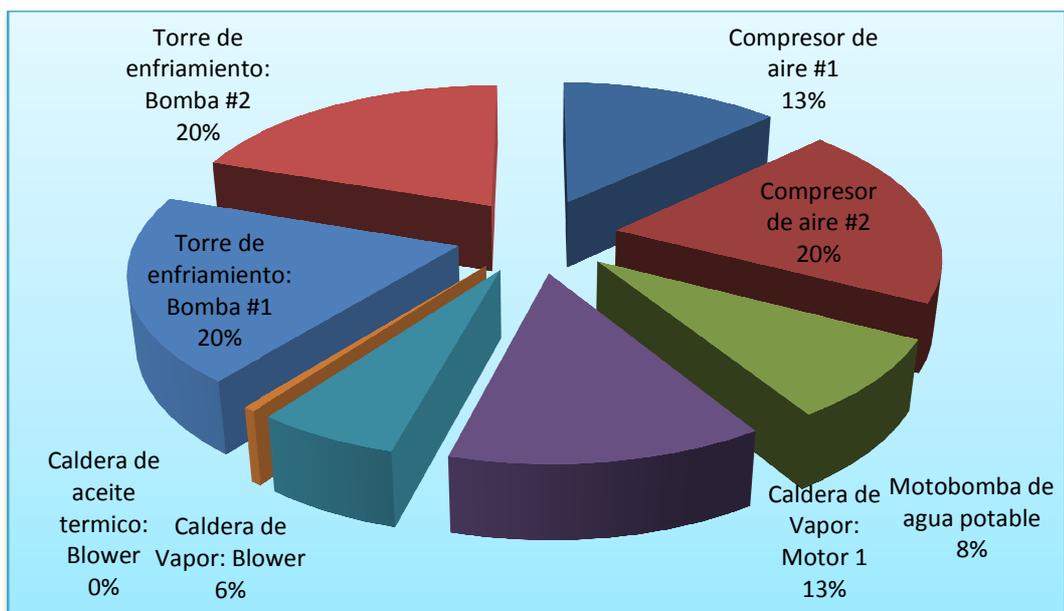


Figura12. Diagrama de equipos en Zona de Potencia.

ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA			
ITEM	EQUIPOS	CONSUMO UNITARIO	CONSUMO GRUPOS
1	Compresor de aire #1	3.544,99	8.916,19
	Compresor de aire #2	5.371,20	
2	Motobomba de agua potable	2.309,61	2.309,62
3	Caldera de Vapor: Motor 1	3.544,99	5.299,59
	Caldera de Vapor: Blower	1.611,36	
	Caldera de aceite térmico: Blower	143,23	
4	Torre de enfriamiento: Bomba #1	5.371,20	10.742,40
	Torre de enfriamiento: Bomba #2	5.371,20	
CONSUMO TOTAL			27.268

Tabla5. Tabla de equipos principales en Zona de Potencia.

Como se había hecho mención en la sección **3.2.2.4. Torres de enfriamiento**, la función de las torres es enfriar grandes volúmenes de agua transportados por un sistema de tuberías que va desde la zona de potencia donde se encuentran las unidades refrigerantes, hasta los diferentes reactores de las plantas donde se almacenan las mezclas que serán sometidas a un proceso estequiométrico.

La tabla 5 permite tener mejor apreciación de cada grupo de equipos principales que hacen parte de la Zona de Potencia.

De los 4 grupos de equipos principales del área #3 Zona de Potencia, se especifica el porcentaje de participación de cada uno de ellos, de acuerdo al diagrama de pastel indicado en la figura 13, estos porcentajes contrastan con los ilustrados en la figura 12, solo que en este caso se ilustran de manera mas generalizada.

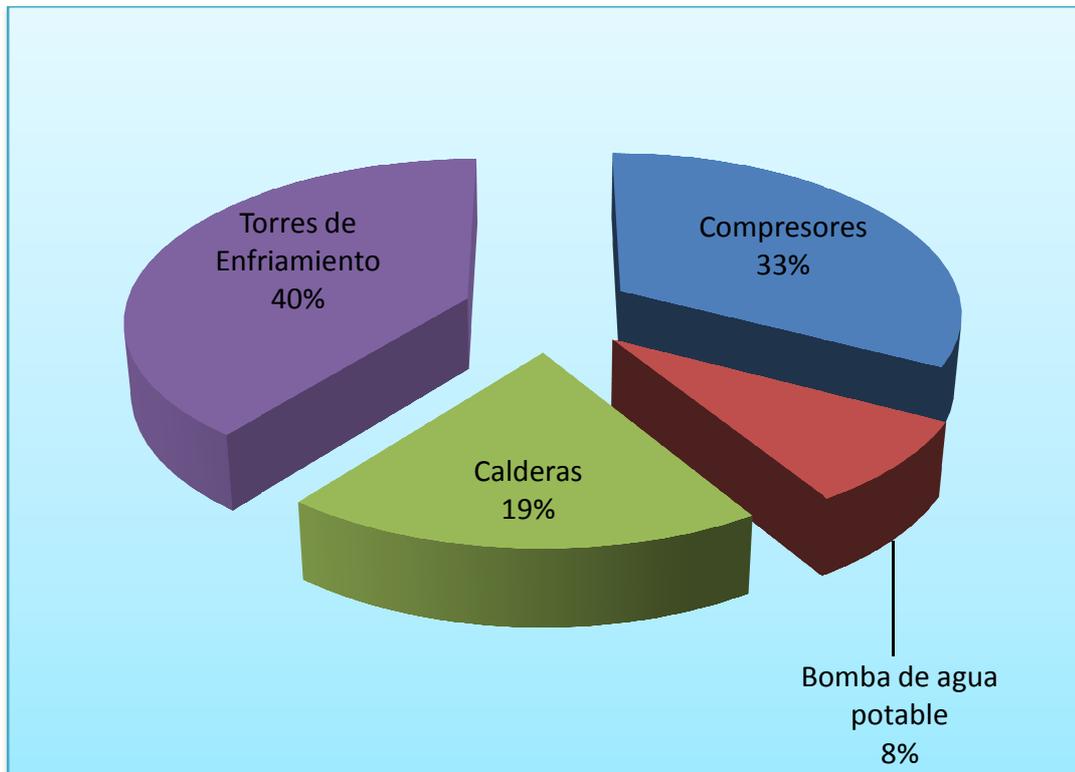


Figura13. Diagrama de equipos principales en Zona de Potencia.

6.1. CONSUMO HISTÓRICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DE C.I. REAL S.A.

Se observa en la Tabla 6, un listado de los consumos reflejados en la facturación de energía eléctrica en C.I. REAL S.A. durante un periodo de 12 meses en el año 2011. Es importante enfatizar que por el nivel relativamente alto de consumo que tiene C.I. REAL S.A., es considerada una entidad de energía no regulada³, por lo cual se le concede la facultad de escoger un agente comercializador diferente a ELECTRICARIBE S.A., en su caso escogieron a ENERGÍA EMPRESARIAL DE LA COSTA S.A. (Ver Anexo O de factura energética). Por lo tanto se tienen el siguiente consumo:

ITEM	FECHA	MES	kWh
1	25/01/2011	ENE	44.440
2	23/02/2011	FEB	40.040

³CLIENTE NO REGULADO: Persona natural o jurídica con una demanda mínima definida por laCREG por instalación legalizada, cuyas compras de electricidad se realizan a precios acordados y observando condiciones especiales pactadas libremente con él.

3	25/03/2011	MAR	55.000
4	26/04/2011	ABR	50.160
5	26/05/2011	MAY	50.600
6	25/06/2011	JUN	47.960
7	26/07/2011	JUL	46.640
8	24/08/2011	AGO	50.160
9	26/09/2011	SEP	66.880
10	27/10/2011	OCT	63.360
11	25/11/2011	NOV	61.600
12	26/12/2011	DIC	59.840
PROMEDIO (kWh)			53.057

Tabla 6. Cantidad de energía eléctrica consignada en la Factura.

Al calcular el promedio del consumo de energía eléctrica durante 12 meses periódicos que van desde el rango de enero a Diciembre del año 2011 (Tabla 6), se observa un valor de 53.057 kWh, que al compararlo con el consumo total de energía obtenido del Censo de Carga de la empresa (Tabla 2) cuyo valor es 52.574 kWh, es fácil notar que son muy similares, lo que permite obtener cierta confiabilidad en los datos calculados a partir de los datos de placa de los equipos. Es muy importante que estos 2 valores se asemejen mucho, puesto que se está comparando el promedio del consumo TEORICO vs. REAL.

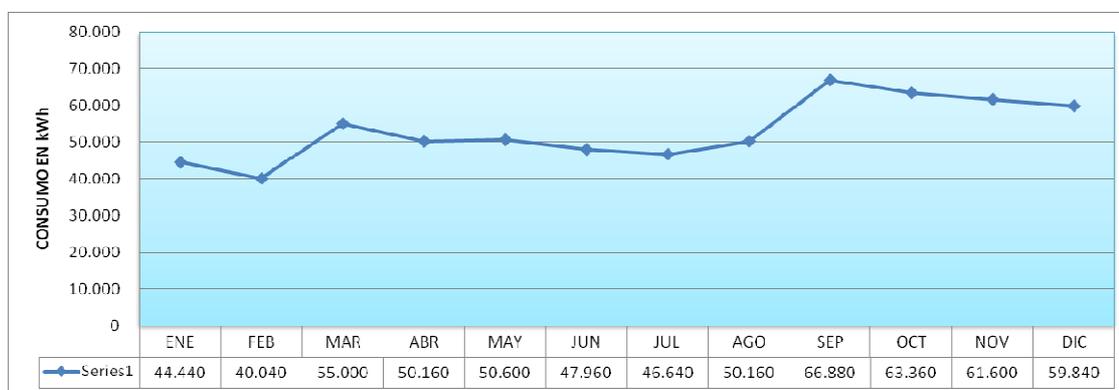


Figura 14. Diagrama de consumo de energía eléctrica en planta C.I. REAL S.A.

La similitud de estos datos es un indicador de que un gran porcentaje del consumo de energía eléctrica corresponde efectivamente a las Máquinas y Equipos del proceso productivo, no obstante el resultado total obtenido en el Censo de Carga de la empresa (Tabla 2, 52.574 kWh), no contempla la cantidad de Energía NO Asociada a la Producción, mientras que el valor consignado en las facturas de energía eléctrica en la tabla 6, es la sumatoria de Energía Asociada a la Producción + Energía NO Asociada a la Producción. Partiendo de esta base, se hace interesante poder cuantificar

analíticamente este valor de Energía NO Asociada a la Producción, lo cual se describe más adelante mediante el análisis estadístico de los gráficos de **Consumo Energético vs Producción (E vs P)**.

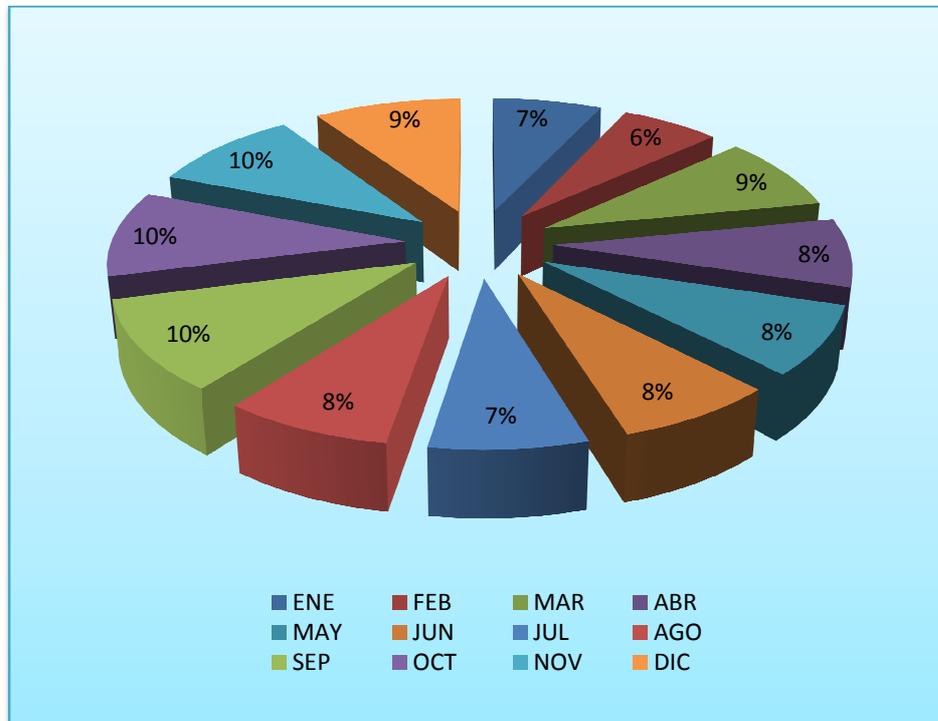


Figura 15. Equivalencia porcentual de energía por mes.

En la figura 14 que muestra una relación del consumo de energía a lo largo de los 12 meses del año 2011, y en el diagrama de pastel de la figura 15 que muestra la equivalencia porcentual de cada mes; se evidencia un consumo de energía eléctrica bastante constante, en donde los meses de mayor consumo fueron septiembre, octubre y noviembre con valores de 66.880 kWh, 63.360kWh y 61.600 kWh respectivamente; y el menor consumo se dio en febrero con un valor de 40.040kWh. Estas variaciones de consumo se produjeron proporcionalmente a la demanda del producto en el mercado.

En capítulos posteriores se analizará con más detalle los consumos de energía eléctrica respecto a la producción.

7. DIAGRAMA ENERGÉTICO – PRODUCTIVO

Para realizar el *diagrama energético – productivo* que se muestra más adelante (figura 17), es necesario que previamente se haya realizado el censo de carga de la empresa (detallado en la tabla 2). Los diagramas energético – productivos, se refieren básicamente a la representación por medio de bloques de los procesos productivos más significativos en la planta de C.I. REAL S.A. En cada bloque se debe indicar el valor porcentual de energía eléctrica correspondiente a cada proceso principal y a su vez, se muestra por medio de flechas de flujo la trayectoria de energía que entra y sale.

CENSO DE CARGA POR ETAPAS PRINCIPALES	
AREAS	CONSUMO (kWh)
ÁREA #1: SALES	21462
ÁREA #2: ENCAPSULADOS	3212
ÁREA #3 ZONA DE POTENCIA	
Compresores	8916,192
Bomba de agua potable	2309,616
Calderas	5299,584
Torres de Enfriamiento	10742,4
OTROS	632
Total consumido	52574

Tabla 7. Censo de carga por etapas principales

Este diagrama muestra la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo, y las etapas de los mayores consumidores por tipo de energético; también muestra las posibilidades de uso de efluentes energéticos en el propio proceso productivo y las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas, para reducir los consumos energéticos.

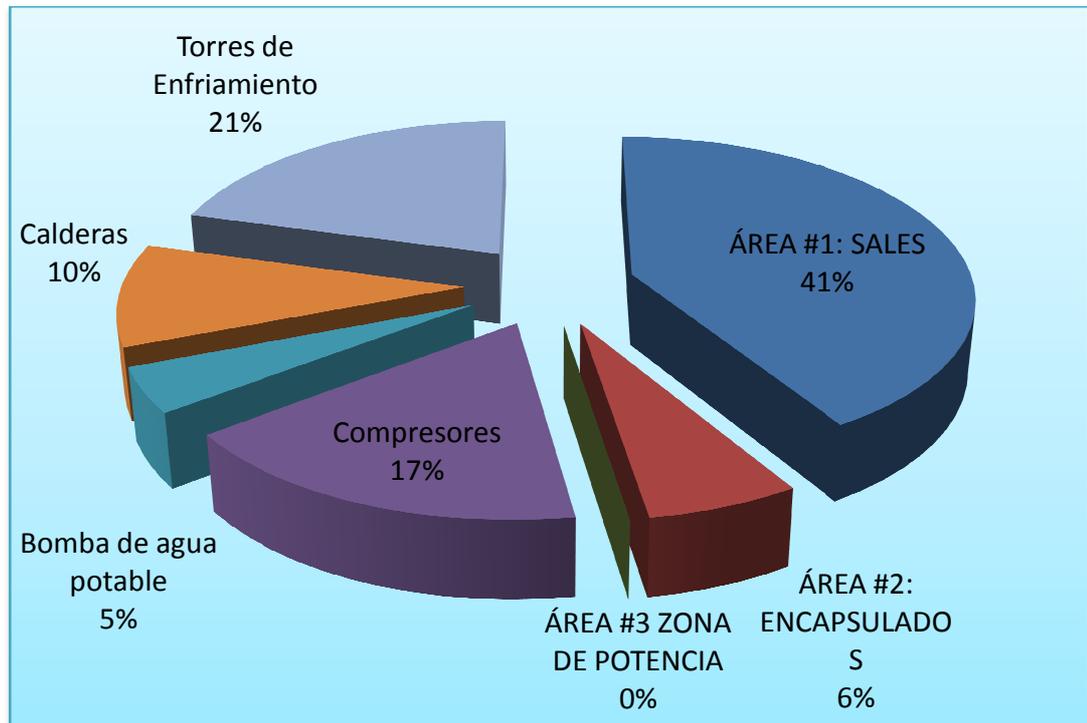


Figura 16. Diagrama de pastel por etapas principales de la empresa.

La tabla 7 es un resumen de la tabla 2 (Censo de carga de la empresa), en donde se indica el valor de energía eléctrica consumida por cada área principal de la empresa, no obstante en la zona de potencia, al ser el área de mayor consumo de energía eléctrica (52% del total de consumo) se desglosa en sus cuatro grupos principales, tal como se indicó en la tabla 5: Compresores, bombas de agua potable, calderas, torres de enfriamiento.

El diagrama de pastel de la figura 16 muestra las divisiones de la planta de producción en C.I. REAL S.A., detallándose el porcentaje consumido respecto al total. Es decir, que a diferencia de la figura 13, el consumo de los equipos principales en la zona de potencia muestra el porcentaje de consumo no en referencia a dicha zona de potencia (27.268 kWh) sino en referencia al consumo total de la planta, estimado teóricamente en 52.574kWh.

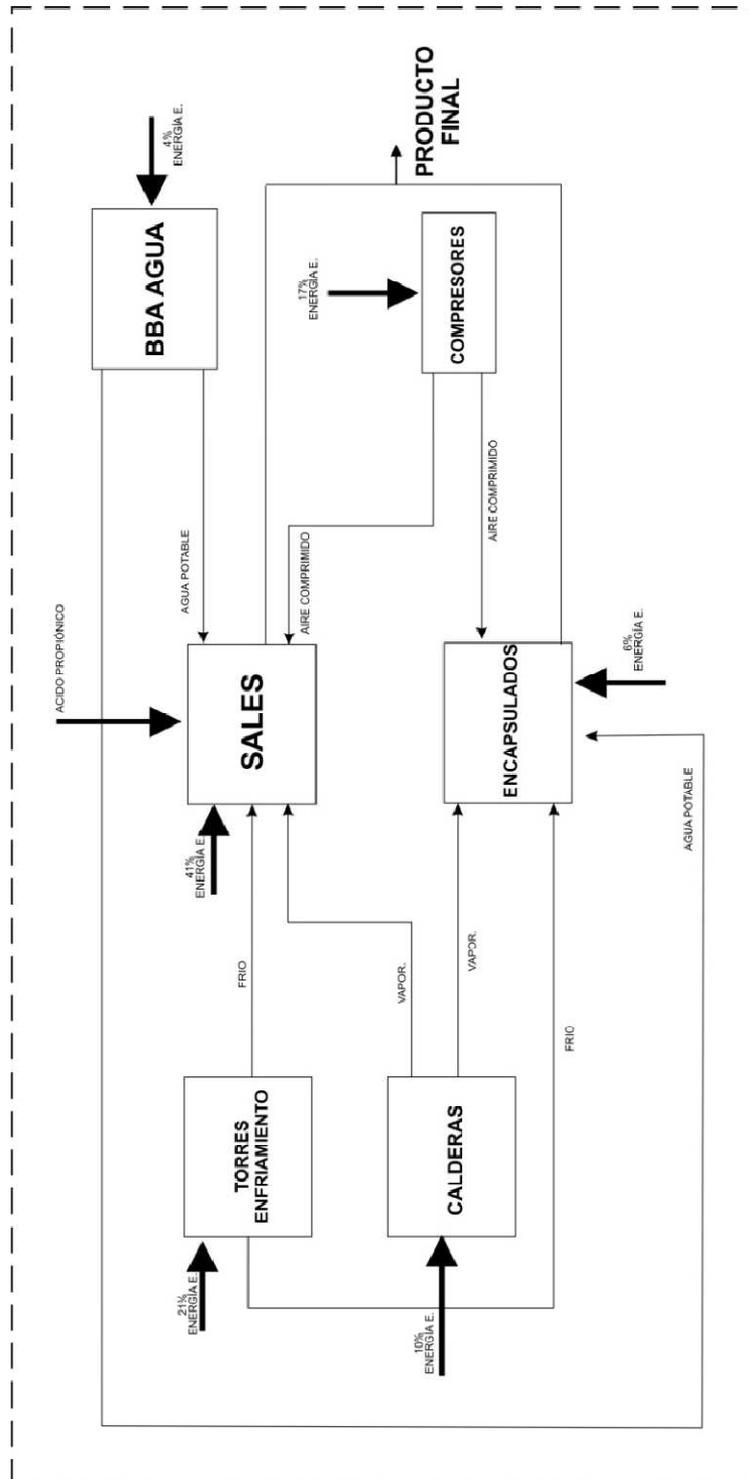


Figura 17. Diagrama de bloques del proceso productivo en C.I. REAL S.A.

En el diagrama de la figura 17 se indica claramente que el proceso en donde se concentra el mayor consumo de energía eléctrica es en el área de sales, en la cual se lleva a cabo el mayor nivel de producción. En este diagrama aparece la subdivisión de de la zona de potencia en sus 4 grupos principales, con el fin de proporcionar mayor claridad en la distribución energética.

8. CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para describir la caracterización energética se emplean herramientas estadísticas propuestas en el *“Manual de procedimientos para la caracterización y diagnóstico energético”*, cuya finalidad es la de establecer posibles desviaciones en el transcurso del tiempo referente a los consumos de energía eléctrica.

8.1 HERRAMIENTAS PARA ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

8.1.1 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.

El diagrama de dispersión es útil para definir si las variables del indicador de consumo de energía eléctrica están correlacionadas entre sí, por lo tanto, ayuda a establecer si el indicador en realidad es significativo o no.

El coeficiente de correlación “se usa para medir la fuerza de asociación o covarianza que existe entre dos variables numéricas⁴.” Puede hallarse matemáticamente utilizando el método de los mínimos cuadrados, o con el software Microsoft Excel implementando la opción *“Análisis de Datos”*.

8.1.1.1. Interpretación del Coeficiente de Correlación

El coeficiente de correlación muestral, además de ser independiente de las unidades de medida de las variables, se caracteriza por tomar valores dentro del intervalo cerrado [-1,1]:

Por otro lado, el valor absoluto del coeficiente de correlación indica la fuerza de la relación lineal. Un coeficiente de correlación muy cercano a uno en valor absoluto indica que la relación entre las variables es muy fuerte, mientras que si es muy cercano a cero, indica que la relación es muy débil. La tabla 8 muestra las posibles interpretaciones del coeficiente de correlación muestral.

De donde “r”: Coeficiente de correlación.

VALOR DEL COEFICIENTE	INTERPRETACION
$(0 < r < 1 \text{ y } r \rightarrow 1)$	Relación lineal positiva y fuerte

⁴BERENSON, Mark; LEVINE, David M. Estadística para administración. Segunda Edición. Pág 503.

$(0 < r < 1 \text{ y } r \rightarrow 1)$	Relación lineal positiva y débil
$(r = 0)$	No existe relación lineal
$x(-1 < r < 0 \text{ y } r \rightarrow -1)$	Relación lineal negativa y fuerte
$(-1 < r < 0 \text{ y } r \rightarrow 0)$	Relación lineal negativa y débil

Tabla 8. Interpretación del Coeficiente de Correlación Muestral

ITEM	FECHA	MES	CONSUMO (kWh)	PRODUCCIÓN SALES (kg)	PRODUCCIÓN ENCAPSULADOS (kg)	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)
1	25/01/2011	ENE	44.440	103.390	38.660	142.050
2	23/02/2011	FEB	40.040	101.690	32.360	134.050
3	25/03/2011	MAR	55.000	130.090	38.460	168.550
4	26/04/2011	ABR	50.160	132.170	30.050	162.220
5	26/05/2011	MAY	50.600	130.960	38.160	169.120
6	25/06/2011	JUN	47.960	127.600	32.380	159.980
7	26/07/2011	JUL	46.640	150.970	8.320	159.290
8	24/08/2011	AGO	50.160	161.120	12.220	173.340
9	26/09/2011	SEP	66.880	171.440	51.000	222.440
10	27/10/2011	OCT	63.360	197.000	20.660	217.660
11	25/11/2011	NOV	61.600	180.330	33.900	214.230
12	26/12/2011	DIC	59.840	179.310	28.920	208.230

Tabla 9. Datos de producción y consumo planta.

De la tabla 9 (CONSUMO – PRODUCCIÓN, E vs P), y posteriormente al ingresar la función de análisis “*Coeficiente de Correlación*” en el software Excel, se obtiene un valor de: 0,975934294 lo cual demuestra que es un índice bastante aceptable de correlación entre el grupo de datos, si se tiene en cuenta que el mínimo coeficiente de correlación significativo es 0,85.

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN "r"		
	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0,975934294	1

Tabla 10. Coeficiente de correlación de los datos “E vs. P”

Los datos tomados en la tabla 9 son mensuales y corresponden a toda la planta. En la tabla 10 se observa una excelente correlación entre estos datos de CONSUMO vs PRODUCCION TOTAL, esto puede ser debido a la exactitud con que se tomaron los datos.

Si el coeficiente de correlación se desea hallar de forma analítica, puede usarse la siguiente ecuación:

$$r = \frac{SCXY}{\sqrt{SCX}\sqrt{SCY}}$$

De donde,

SC: Suma de cuadrados

$$SCXY = \sum_{i=1}^n (X_{i-\bar{X}})(Y_{i-\bar{Y}})$$

$$SCX = \sum_{i=1}^n (X_{i-\bar{X}})^2$$

$$SCY = \sum_{i=1}^n (Y_{i-\bar{Y}})^2$$

En la figura 18, los puntos azules representan los valores que asume la producción (kg) a lo largo de los doce meses, y los puntos rojos hacen referencia al consumo (kWh).

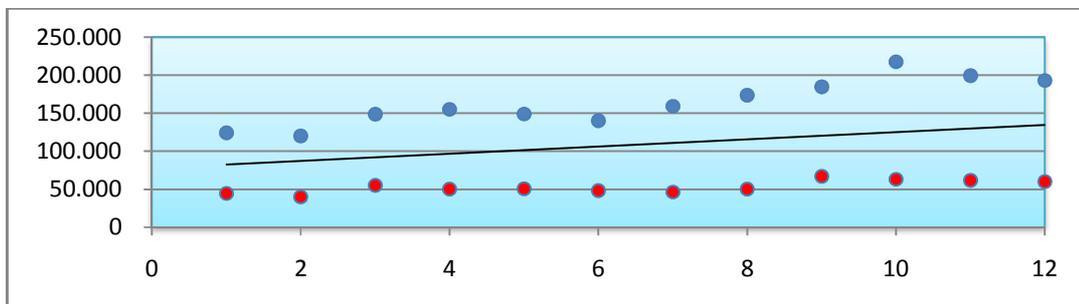


Figura 18. Diagrama de dispersión y correlación.

Esta representación gráfica reafirma la buena correlación positiva de los datos, consumo y producción, debido a que el eje Y aumenta a medida que el eje X crece. En otras palabras, se puede decir que el grado de asociación entre las dos variables (consumo y producción) es alto. En el gráfico de correlación se observa que el eje x indica cada uno de los doce meses (Enero a Diciembre), mientras que el eje y representa la cantidad de kWh consumidos en cada mes.

8.1.2 GRÁFICO DE CONTROL.

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

Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio \bar{x} del parámetro de salida muy probable de obtener, y a medida que se va alejando de este valor medio, la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar (3σ) del valor medio. Este comportamiento (que debe probarse en caso que no exista seguridad que ocurra) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influyan en desviaciones del parámetro de salida controlado.

“El gráfico de control se usa para estudiar el comportamiento pasado y/o evaluar las condiciones presentes”⁵, por esta razón los datos recolectados por una gráfica de control constituyen la base para mejorar el proceso, en otras palabras una gráfica de control proporciona una idea visual de los datos que representan un proceso.

8.1.2.1. Utilidad del gráfico de control.

“El gráfico de control permite supervisar el proceso y determinar la presencia de causas especiales, entendiéndose por causas especiales aquellas que representan fluctuaciones o patrones en los datos que son inherentes al proceso”⁶.

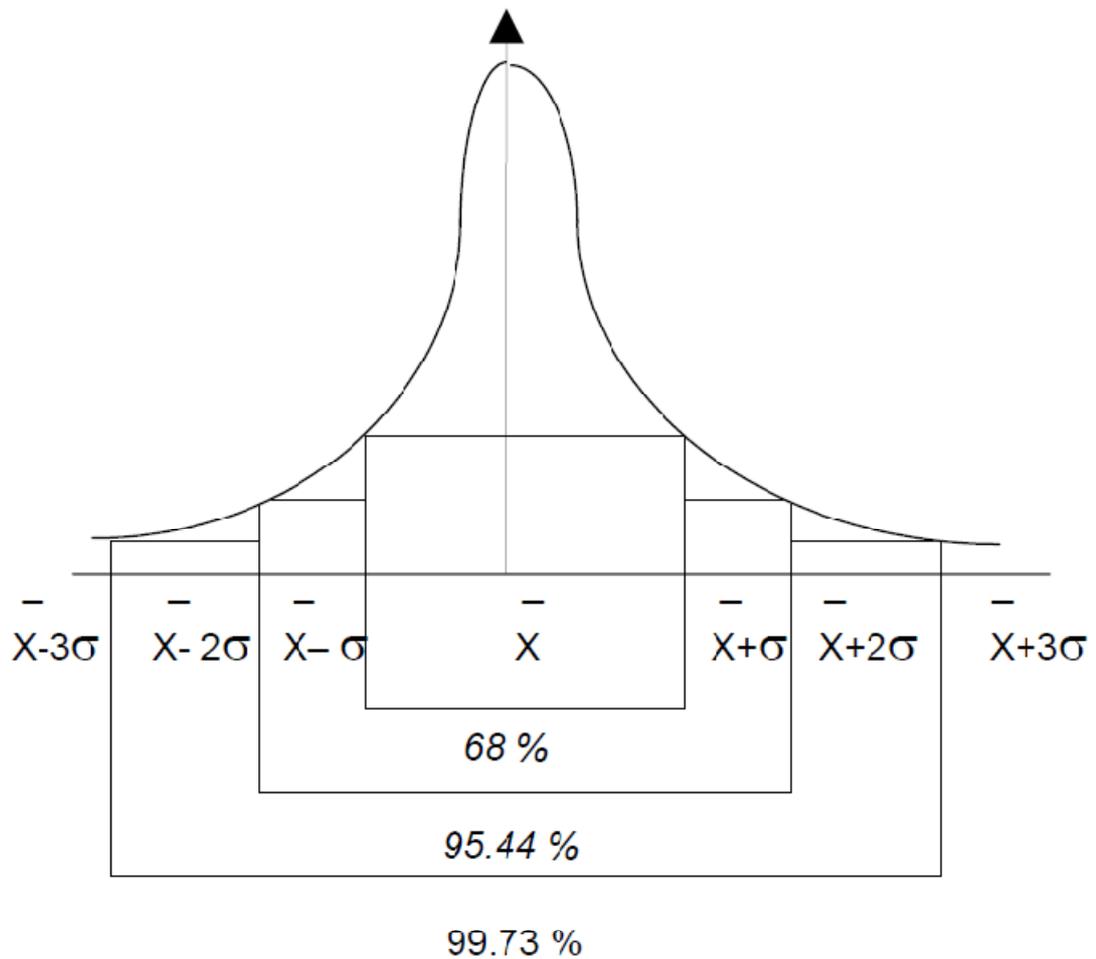
La forma más frecuente de gráfico de control establece límites dentro de \pm tres desviaciones estándar de la medida estadística de interés, dicha medida de referencia puede ser la media aritmética, por lo tanto los límites de control superior e inferior se pueden expresar de manera general como:

Media aritmética del proceso \pm 3 desviaciones estándar (3σ)

⁵BERENSON, Mark; LEVINE, David M. Estadística para administración. Segunda Edición, Pág. 667.

⁶BERENSON, Mark; LEVINE, David M. Estadística para administración. Segunda Edición, Pág. 667.

Es importante destacar que la determinación de $\pm 3\sigma$ en la expresión anterior, no ha sido arbitraria, se debe a que estadísticamente para la distribución normal, dicha expresión incluye un 99,73% de las observaciones en la población⁷.



⁷BERENSON, Mark; LEVINE, David M. Estadística para administración. Segunda Edición, Pág 198.

DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA	ECUACIÓN
Media Aritmetica de la población	μ	$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N Xi}{N}$
Desviación estándar de la muestra	σ	$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Xi - \mu)^2}{N}}$
Límite de Control Superior	LSC	$\mu + 3*\sigma$
Límite de Control Inferior	LIC	$\mu - 3*\sigma$

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

De manera que en la tabla 11 se muestra en detalle cada variable junto a su expresión matemática. Se utilizan las ecuaciones referentes a “Población” debido a que los datos que se emplean corresponden al consumo total en toda la planta de C.I REAL S.A. y no a una muestra de la misma.

PLANTA					
PERIODO	CONSUMO (kWh)	μ	σ	LIC	LSC
ENE	44.440	53056,66	8277,4	28224,49	77888,83
FEB	40.040				
MAR	55.000				
ABR	50.160				
MAY	50.600				
JUN	47.960				
JUL	46.640				
AGO	50.160				
SEP	66.880				
OCT	63.360				
NOV	61.600				
DIC	59.840				

Tabla 12. Datos gráfica de control.

En la tabla 12 se indican los resultados obtenidos al aplicar cada una de las cuatro ecuaciones anteriormente descritas, tomando los datos del consumo (kWh) durante el intervalo de doce meses, desde Enero hasta Diciembre de 2011. Se tiene una media aritmética de la población (μ) igual a 53.056,66

kWh, la desviación estándar calculada resultó de 8.277,4 kWh, el LIC fue de 28.224 kWh y el LSC de 77.888 kWh; al aplicar éstos resultados en un gráfico de consumo en el tiempo se obtiene la figura 19.

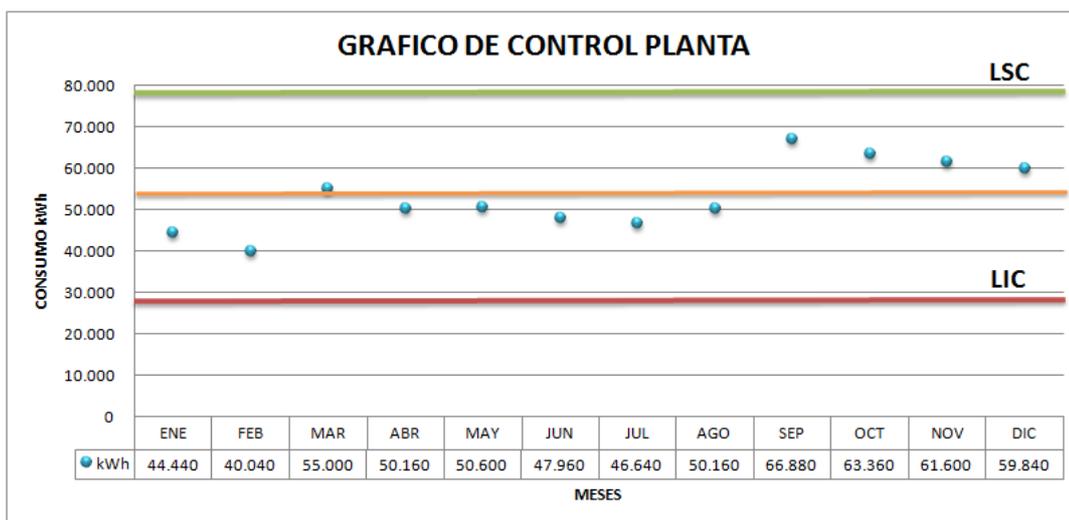


Figura 19. Gráfico de control.

Se observa en el gráfico de control que la variable “Consumo” en el eje vertical se encuentra dentro de los límites de control de tres y menos tres desviaciones estándar. No existe una variación de causa especial que indique un comportamiento fuera de lo normal; en general se observa un proceso bajo control y contiene sólo variación de causas comunes en la que no es evidente un patrón en el orden de los valores en el tiempo. Si alguno de los puntos estuviera fuera de los límites de control, debería analizarse para ese mes en particular, lo que pudo haber ocurrido para que dicha variable se saliera de control puesto que pueden corregirse ó aprovecharse sin cambiar el proceso.

8.1.3. GRAFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO (E–P vs T).

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo de energía eléctrica con la producción realizada en el tiempo. Se define la variación del consumo y de la producción de la siguiente manera:

%Variación del consumo: $(\text{Valor anterior} - \text{Valor actual}) / \text{Valor actual} \times 100$
 El porcentaje de variación será negativo si se disminuye el consumo y

positivo si se incrementa de un período a otro. El primer período no tiene valor anterior, por lo que se ignora el porcentaje de variación.

%Variación de la producción: $(\text{Valor anterior} - \text{Valor actual}) / \text{Valor anterior} \times 100$. Será negativo si se disminuye la producción y positivo si se incrementa. En el primer período se ignora el % de variación.

8.1.3.1. Utilidad de los gráficos E – P vs. T.

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

MES	CONSUMO (kWh)	%VARIACION CONSUMO	PRODUCCIÓN (kg)	%VARIACION PRODUCCIÓN	COMPORTAMIENTO	OBSERVACIONES
ENE	44.440		142.050			
FEB	40.040	-9,90	134.050	-5,632	NORMAL	NINGUNA
MAR	55.000	37,36	168.550	25,737	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
ABR	50.160	-8,80	162.220	-3,756	BUENO	AHORRO EFICIENTE
MAY	50.600	0,88	169.120	4,253	BUENO	AHORRO EFICIENTE
JUN	47.960	-5,22	159.980	-5,404	REGULAR	POCO EFICIENTE
JUL	46.640	-2,75	159.290	-0,431	BUENO	AHORRO EFICIENTE
AGO	50.160	7,55	173.340	8,820	BUENO	AHORRO EFICIENTE
SEP	66.880	33,33	222.440	28,326	REGULAR	POCO EFICIENTE
OCT	63.360	-5,26	217.660	-2,149	NORMAL	AHORRO EFICIENTE
NOV	61.600	-2,78	214.230	-1,576	NORMAL	AHORRO EFICIENTE
DIC	59.840	-2,86	208.230	-2,801	BUENO	AHORRO EFICIENTE

Tabla 13. Gráfico De Consumo Y Producción En El Tiempo (E – P vs T).

En la tabla 13 se muestran los doce meses del año 2011, para cada mes se detalla su valor de consumo (columna 2) y valor de producción (columna 4), no obstante al lado derecho del consumo se indica el porcentaje de variación de energía eléctrica de un mes respecto a su antecesor (columna 3). De igual manera se indica el porcentaje de variación de producción de un mes respecto a su antecesor (columna 5) indicándose el porcentaje de variación de los kg de un mes respecto a su antecesor, al comparar los porcentajes de variación de cada mes del consumo respecto a la producción, se puede describir su comportamiento (columna 6), tomando como punto de referencia base el mes de Enero, por lo tanto se empieza a describir el comportamiento desde el mes de Febrero. Al emplear el concepto de eficiencia se puede concluir de acuerdo a la comparación de porcentajes que el proceso resulta más eficiente cuando:

- En un mes específico la variación del porcentaje de energía disminuye respecto al mes anterior, mientras que el porcentaje de producción aumenta o se mantiene igual respecto al mes anterior. Éste es un caso poco común, y no se presenta esta condición en ningún mes de C.I. REAL S.A.
- En caso de que en un mes específico, la variación de porcentaje de energía disminuya respecto al mes anterior, y también ocurra una disminución en el porcentaje de la producción; se puede considerar eficiente el proceso, siempre y cuando la disminución del porcentaje de energía sea mucho mayor que la disminución del porcentaje de la producción respecto al mes anterior, como sucede en los meses de abril, julio, octubre, noviembre y diciembre.
- En caso de que en un mes específico la variación del porcentaje de energía aumente respecto al mes anterior, se considera eficiente el proceso siempre y cuando el porcentaje de producción también aumente, pero en mayor proporción respecto al mes anterior, como sucedió en los meses de mayo y agosto.
- Existe un caso que se puede considerar “poco eficiente” cuando el porcentaje de variación del consumo disminuye respecto al mes anterior, y también disminuye el porcentaje de variación de producción respecto al mes anterior, pero el valor absoluto de la diferencia de porcentajes de la producción es mayor que el valor absoluto de la diferencia de porcentajes de la energía, tal como se describe a continuación y sucede para el mes de junio:

ENERGIA

% JUN = -5,22 ; %MAY = 0,88, entonces.

Valor absoluto de diferencia energía = $|-5,22 - 0,88| = 6,1\%$

PRODUCCIÓN

% JUN = -5,40 ; %MAY = 4,25, entonces.

Valor absoluto de diferencia producción = $|-5,40 - 4,25| = 9,6\%$

Por lo tanto,

Valor absoluto de diferencia producción > Valor absoluto de diferencia energía.

- También se puede considerar como “poco eficiente” el proceso cuando el porcentaje de variación del consumo aumenta respecto al mes anterior, y también aumenta el porcentaje de variación de la producción respecto al mes anterior; pero el valor absoluto de la diferencia de porcentajes del consumo da un resultado mayor que el valor absoluto de la diferencia de porcentajes de la producción, tal como sucede con el mes de septiembre.

ENERGIA

% SEP= 33,33 ; %AGO = 7,55, entonces.

Valor absoluto de diferencia energía = $|33,33 - 7,55| = 25,78\%$

PRODUCCIÓN

% SEP = 28,33 ; %AGO = 8,82, entonces.

Valor absoluto de diferencia producción = $|28,33 - 8,82| = 19,51\%$

Por lo tanto,

Valor absoluto de diferencia producción < Valor absoluto de diferencia energía.

- Sin embargo, el caso menos deseado y más importante que se puede destacar en el proceso productivo de C.I. REAL S.A. es cuando existe un ahorro deficiente como el acontecido en el mes de marzo, el cual ocurre cuando el valor absoluto de la diferencia de porcentaje de consumo respecto al mes anterior es mayor que el valor absoluto de la diferencia del porcentaje de producción respecto al mes anterior.

ENERGIA

% MAR= 37,36; %FEB = -9,90, entonces.

Valor absoluto de diferencia energía = $|37,36 - (-9,90)| = 47,34\%$

PRODUCCIÓN

% MAR = 25,74; %FEB = -5,63, entonces.

Valor absoluto de diferencia producción = $|25,74 - (-5,63)| = 31,37\%$

Por lo tanto,

Valor absoluto de diferencia producción < Valor absoluto de diferencia

energía.

8.1.3.2. ¿CÓMO PREPARAR UN GRÁFICO E. – P. VS. T?

- Se registran los valores de consumo energético y de producción asociada a los mismos en períodos de tiempos homogéneos (día, mes, año, etc.).
- Se grafican en un diagrama x,y la curva de variación en el tiempo de la producción y del consumo. En el caso que la escala de valores de producción y consumo sea muy diferente, será necesario realizar un gráfico de 2 ejes del tipo x,y1, y2.
- Se comparan las tendencias de variación de la producción en cada período (de un día a otro, de un mes a otro, etc.) con las tendencias de variación del consumo y se identifican los períodos donde ocurren variaciones anormales.

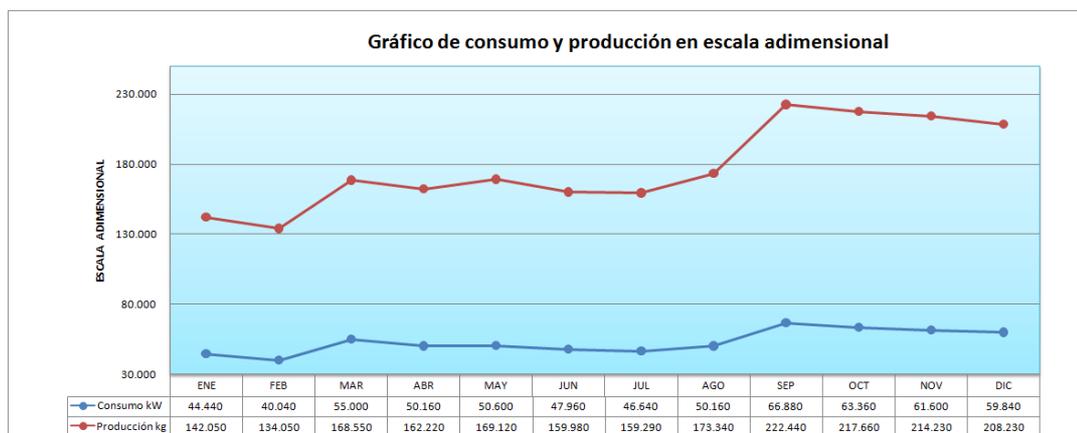


Figura 20. Gráfico de consumo y producción en escala adimensional.

En la figura 20 se puede ver que la representación gráfica de la producción y consumo en un mismo eje adimensional, indica valores de producción (línea roja) y consumo (línea azul) muy diferentes; hecho que no permite tener buena apreciación que lleve a sacar conclusiones relevantes del comportamiento entre estas 2 variables, por lo cual se recurre al gráfico de 2 ejes verticales, uno con la escala para los valores de producción y otro con escala para los valores de consumo, acercando las curvas lo más posible, como se puede apreciar en la figura 21. Con este gráfico es fácil constatar de forma visual, que efectivamente en el mes de MARZO ocurrió un

comportamiento anómalo de ahorro de energía eléctrica deficiente, ya que se incrementó el consumo de energía en un 7,34% respecto al mes anterior, mientras que la producción tan solo aumentó 31,37%, por lo tanto en ese periodo de tiempo se realizaron actividades que no beneficiaron de ninguna manera el ahorro energético, es por este motivo que se observa un ligero incremento en el grafico de consumo que supera al grafico de producción. También se observa que DICIEMBRE fue el mes con mayor eficiencia.

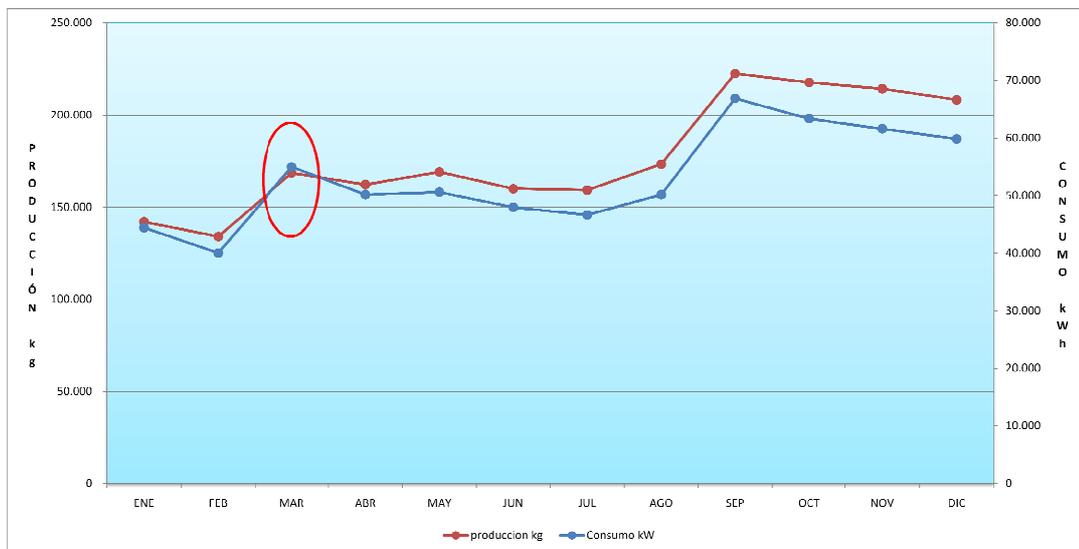


Figura 21. Gráfico de consumo y producción en doble eje vertical.

8.1.4. GRAFICO DE CONSUMO ENERGETICO Y PRODUCCIÓN (E vs P).

Para las empresas industriales y de servicios, realizar un diagrama consumo energético respecto a la producción en el mismo periodo de tiempo revela importante información sobre la eficiencia del proceso.

En el caso de C.I. Real S.A., el gráfico E vs. P se realizará con el portador energético kWh vs. Kg de producción. Cabe recordar que para construir los indicadores de eficiencia energética, los datos de consumo y producción deben estar correlacionados entre sí, lo que se pudo determinar anteriormente.

8.1.4.1. Utilidad de los Diagramas E vs. P.

- Determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se deben a variaciones de la producción.

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

8.1.4.2. Pasos para realizar el gráfico E vs. P.

- a) Recolectar los datos de consumo de energía y producción asociada a ellos para el mismo período de tiempo seleccionado (día, mes, año, etc.).
- b) Graficar los pares (E, P) en un diagrama x, y. En el eje “y” se ubica la escala de consumo energético y en el eje “x” la escala de producción.
- c) Utilizando el método de los mínimos cuadrados o algún paquete estadístico, determinar el coeficiente de correlación entre E y P. Trazar la recta que más ajuste a los puntos situados en el diagrama o línea de tendencia.
- d) Calcular con un paquete estadístico la pendiente y el intercepto de la recta, o analíticamente expresando su ecuación de la forma:

$$E = m.P + E_0$$

Donde:

E - consumo de energía en el período seleccionado

P - producción asociada en el período seleccionado

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

E_0 – intercepto de la línea en el eje y, que significa la energía no asociada a la producción.

$m.P$ – es la energía utilizada en el proceso productivo.

En la tabla 14 se ven los datos de producción en kg, y los datos de consumo energético en kWh, por cada uno de los 12 meses desde enero a diciembre del año 2011 para la planta C.I. Real S.A., lo cual es el primer paso para realizar el gráfico E vs P; la figura 22 muestra el diagrama terminado de manera sencilla empleando el paquete estadístico Microsoft Excel, siguiendo los pasos descritos anteriormente, se aprecia que cada uno de los 12 puntos en el plano representa un par (P, E) tomando como variable independiente la

producción (P) y como variable dependiente el consumo energético (E).

MES	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	CONSUMO (kWh)
1	142.050	44.440
2	134.050	40.040
3	168.550	55.000
4	162.220	50.160
5	169.120	50.600
6	159.980	47.960
7	159.290	46.640
8	173.340	50.160
9	222.440	66.880
10	217.660	63.360
11	214.230	61.600
12	208.230	59.840
PROMEDIO	177.597	53.057

Tabla 14. Tabla, Producción y Consumo durante los 12 meses del año 2011

También se puede observar la línea que representa el coeficiente de correlación, calculada por el software estadístico, cuya ecuación de la recta es de la naturaleza:

$$E = mP + E_0$$

Se puede ver en la figura 22, el resultado calculado por el software como:

$$E = 0,266P + 5733 \text{ (kWh / mes)}$$

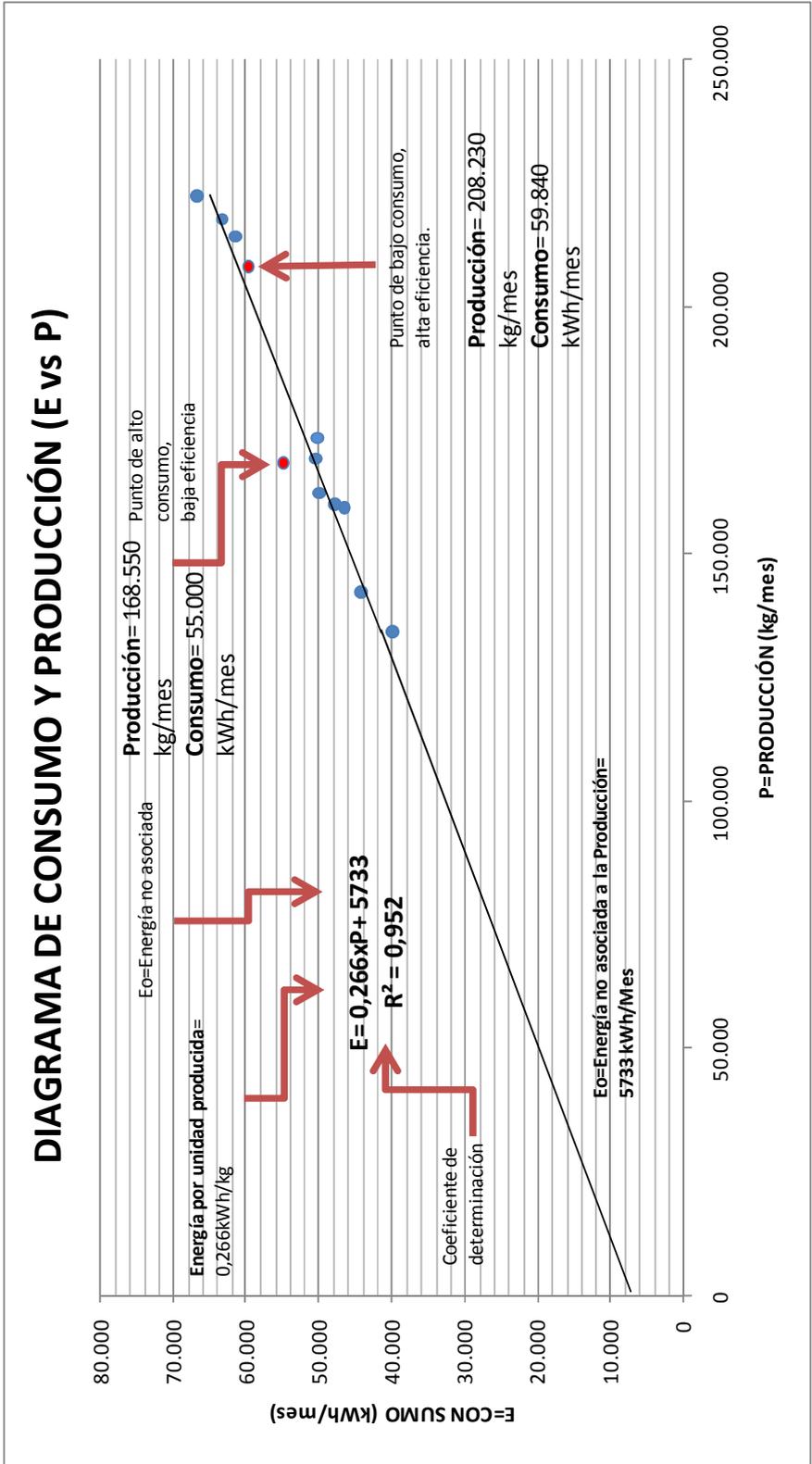


Figura 22. Diagrama de consumo vs producción (E vs. P)

Lograr interpretar completamente esta expresión ofrece conclusiones interesantes. Antes se había mencionado que la pendiente de la recta es la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción, por lo tanto se observa que: $m = 0,266 \text{ kWh / kg}$. Significa que esta es la energía eléctrica consumida por cada unidad producida. O bien se puede decir que para que la planta de C.I. Real S.A. produzca 1kg de su producto químico, necesita emplear 0,266 kWh de energía eléctrica; de igual forma, al interpretar este resultado a la inversa, se dice entonces que 1kWh de energía eléctrica, es útil para producir 3,76 kg de producto químico.

Por otro lado, la ecuación de la recta también es necesaria para obtener el intercepto de la línea en el eje vertical " E_0 ", cuyo valor de 5.733 kWh / mes es la energía no asociada a la producción; lo ideal es que este valor sea cero, sin embargo, en el contexto real esto no es posible pero se recomienda que este valor sea tan pequeño como se pueda, dicho valor varía con el tipo de producción y de proceso tecnológico utilizado para una producción dada. Constituye un parámetro a monitorear y controlar.

Una manera más clara de entender la magnitud de esta Energía no Asociada a la producción, es llevando su valor a un término porcentual con la siguiente fórmula: $e_0 = (E_0/E) \times 100\%$

De donde,

e_0 : Porcentaje de la energía no asociada a la producción.

E_0 : Energía no asociada a la producción.

E : Es el valor del consumo medio de energía, del cual en la tabla 14, se puede ver su valor como: 53.057 kWh.

Por lo tanto,

$$e_0 = (5.733/53.057) \times 100\% = 10,81\%$$

Este resultado quiere decir que poco más del 10% del consumo de energía eléctrica que paga C.I. Real S.A a la empresa comercializadora, no pertenece a la producción en planta.

La energía no asociada al proceso productivo en la empresa C.I Real S.A. puede ser por los siguientes factores:

- Iluminación de plantas: La planta física en general requiere permanecer iluminada en horas de producción y en horas de no producción por lo tanto esto se convierte en un consumo adicional que no está relacionado con la producción.
- El consumo de energía eléctrica en equipos de oficina y equipos de aire acondicionado también es un consumo que no está relacionado con la producción.
- Energía usada en servicios de mantenimiento: En ocasiones los días domingo se para la producción y se realizan labores de mantenimiento, en este caso se requiere encender el sistema de aire comprimido para probar el funcionamiento de las máquinas, esto genera un consumo eléctrico que no está asociado a la producción.
- Precalentamiento de equipos y sistemas de tuberías: Existen varios procesos para garantizar la calidad del producto, como lo es el saneamiento de tuberías y equipos en caliente. Este saneamiento requiere calentar agua y productos químicos para realizar procesos de desinfección, por lo tanto desde el punto de vista de consumo de energía eléctrica esto se convierte en un consumo no asociado a la producción.

Siguiendo con el análisis del diagrama de consumo y producción, este brinda la posibilidad de identificar el mes en el que se obtuvo la eficiencia más baja, que es aquel punto en el plano (P,E) que se distancia más hacia arriba y en forma perpendicular de la línea que representa el coeficiente de correlación, se observa que el punto está señalado por una flecha en la figura 22, sus coordenadas son las siguientes:

Producción (P) = 168.550 kg/mes
Consumo (E) = 55.000 kWh/mes

Punto de Menor Eficiencia.

Al identificar estos valores en la tabla 14, se observa que corresponde al mes de MARZO, lo que reafirma el resultado obtenido anteriormente con el gráfico de Consumo – Producción en el tiempo (E – P Vs. T).

Por su parte, el mes en que se obtuvo la eficiencia más alta, que es el punto en el plano (P, E) que se distancia más hacia abajo y en forma perpendicular de la línea que representa el coeficiente de correlación; se ve que dicho punto está señalado con una flecha en la figura 22, sus coordenadas son las

siguientes:

Producción (P) = 208.230 kg/mes

Punto de Mayor Eficiencia.

Consumo (E) = 59.840kWh/mes

Al identificar estos valores en la tabla 14, se observa que corresponde al mes de DICIEMBRE.

8.1.4.3. Uso del diagrama E vs P para la identificación de metas.

Resulta bastante motivador tener presente una meta que ayude a perseguir valores alcanzables de eficiencia energética en la empresa, el hecho de conocer que tal idea es posible, y más aun contar con dicho indicador de manera cuantitativa, facilita mucho más la tarea.

La meta de consumo para un nivel de producción dado se determina con aquellos pares (P, E) que están por debajo de la línea de tendencia de Consumo – Producción analizados durante los 12 meses, los cuales se relacionan a continuación:

E vs P META		
MES	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	CONSUMO (kWh)
FEB	134.050	40.040
MAY	169.120	50.600
JUN	159.980	47.960
JUL	159.290	46.640
AGO	173.340	50.160
OCT	217.660	63.360
NOV	214.230	61.600
DIC	208.230	59.840
PROMEDIO	179.487,50	52.525

Tabla 15. Datos Consumo – Producción Meta

Como datos relevantes de la tabla 15, se pueden destacar los siguientes:

Producción Máxima: 217.660 kg

Producción Mínima: 134.050 kg

Producción Promedio: 179.487,5 kg

Consumo de Energía Máxima: 63.360 kWh
 Consumo de Energía Mínima: 40.040 kWh
 Consumo de Energía Promedio: 52.525 kWh

Al determinar el nivel de correlación que posee el conjunto de datos de la tabla 15, mediante el paquete estadístico de Excel, se obtiene una correlación muy alta de 0,997 (tabla 16), mucho más alta que la correlación obtenida anteriormente con el total de los datos.

	Columna 1	Columna 2
Columna 1		1
Columna 2	0,99729828	1

Tabla 16. Coeficiente de Correlación para los datos de identificación de metas.

Al igual que se hizo anteriormente, se representan cada par (P, E) en el plano de coordenadas, obteniéndose la figura 23, en donde se aprecia la línea correspondiente al coeficiente de correlación, calculada por el software estadístico, cuya ecuación de la recta es de la naturaleza:

$$E_{\text{meta}} = m_{\text{meta}}P + E_{0\text{meta}} \text{ (kWh/mes)}$$

De donde,

E_{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 (ton/mes)

El resultado obtenido para esta ecuación es:

$$E_{\text{meta}} = 0,269P + 4698 \text{ (kWh/mes)}$$

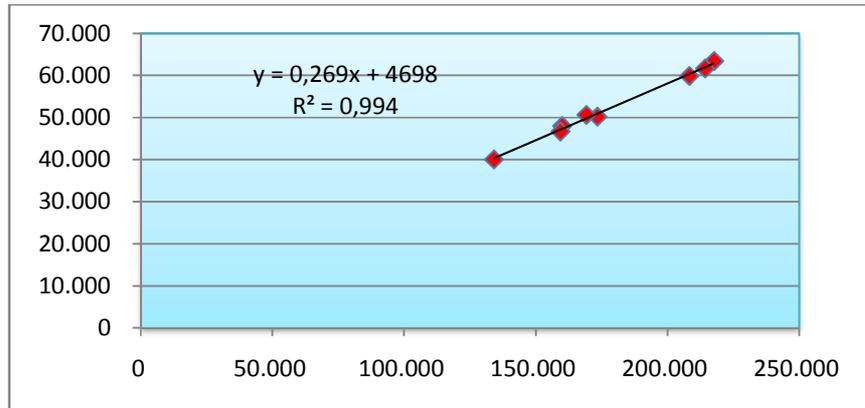


Figura 23. Línea de tendencia del consumo meta

Al hacer una comparación de la línea de tendencia del consumo promedio, y la línea de tendencia del consumo meta, se obtiene el gráfico de la figura 24.

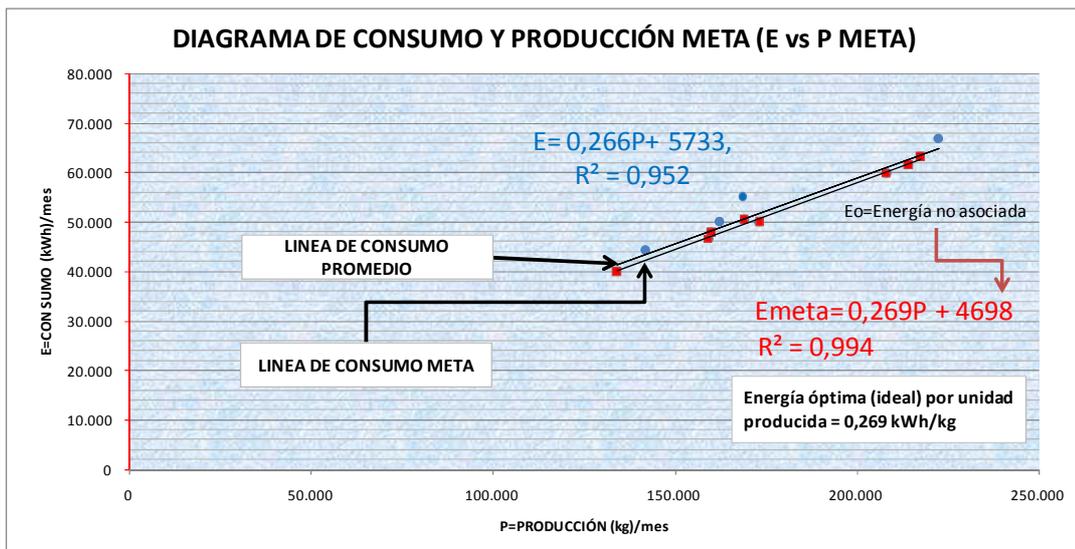


Figura 24. Línea de tendencia del consumo promedio y consumo meta

Se tiene entonces, la ecuación de la línea de consumo promedio:

$$E = 0,266P + 5733 \text{ (kWh/mes)}$$

Y la ecuación de la línea de tendencia del consumo meta:

$$E_{meta} = 0,269P + 4698 \text{ (kWh/mes)}$$

Con estas 2 ecuaciones, se puede hallar el consumo de energía por

cumplimiento de la meta, de la siguiente manera:

$$\text{Meta de ahorro} = 5733 \text{ kWh/mes} - 4698 \text{ kWh/mes} = 1035 \text{ kWh/mes}$$

El anterior resultado indica que existe un potencial de ahorro mensual del consumo de energía eléctrica en C.I. Real S.A. de 1035 kWh/mes, lo que traducido en términos porcentuales representa:

$$\text{Porcentaje de Ahorro Energético} = \frac{\text{Meta de Ahorro}}{\text{Consumo Promedio/mes}} \times 100\% \text{ entonces,}$$

$$\text{Porcentaje de Ahorro energético} = \frac{1035 \text{ kWh/mes}}{52525 \text{ kWh/mes}} \times 100\%$$

$$\boxed{\text{Porcentaje de Ahorro Energético} = 2\%}$$

En la siguiente tabla se muestra el pago total mensual por concepto de energía eléctrica a lo largo del año 2011 en C.I. Real S.A.

FECHA	DIAS	MES	PAGO RECIBO	AHORRO 2%
25/01/2011	32	ENE	\$ 14.047.970	\$ 280.959
23/02/2011	29	FEB	\$ 12.369.900	\$ 247.398
25/03/2011	30	MAR	\$ 18.119.250	\$ 362.385
26/04/2011	32	ABR	\$ 16.955.980	\$ 339.120
26/05/2011	30	MAY	\$ 16.898.450	\$ 337.969
25/06/2011	30	JUN	\$ 16.061.540	\$ 321.231
26/07/2011	31	JUL	\$ 15.808.140	\$ 316.163
24/08/2011	29	AGO	\$ 17.102.370	\$ 342.047
26/09/2011	33	SEP	\$ 22.466.960	\$ 449.339
27/10/2011	31	OCT	\$ 21.158.370	\$ 423.167
25/11/2011	29	NOV	\$ 20.888.150	\$ 417.763
26/12/2011	31	DIC	\$ 21.378.710	\$ 427.574
PROMEDIO MENSUAL			\$ 17.771.316	\$ 355.426
TOTAL ANUAL			\$ 213.255.790	\$ 4.265.116

Tabla 17. Pago Mensual de factura por consumo de energía eléctrica

Al aplicar el potencial de ahorro del 2% en cada mes, se ve que al final de año se obtiene un ahorro relativamente modesto de Cuatro Millones Doscientos Sesenta y Cinco Mil Pesos Colombianos M/Cte (\$4.265.116), es muy acertado destacar que para el año 2011, C.I. Real S.A. realizó una modernización de su planta en un 95%; casi el total de sus maquinas son

nuevas, con motores de gran eficiencia (93% aprox.), por esta razón no se hallaron perdidas energéticas por concepto de escapes de vapor, escapes de aire comprimido, ni en su sistema de refrigeración. Todo lo anterior justifica en cierta medida su nivel de eficiencia bastante loable, sin embargo, se pueden encontrar PYMES que solo un ahorro del 2% por rubro energético le representa ganancias millonarias cuando su pago mensual en servicio de energía eléctrica es elevado, sumado a que puedan tener un incremento mayor en Energía no Asociada a la Producción y su meta de ahorro pueda ser más significativa.

A continuación en la tabla 18 se presenta un resumen de todos los datos obtenidos en esta sección:

CONSUMO PROMEDIO (ENERGÍA ELÉCTRICA)	
coeficiente de determinación (R2)	0,952
$y = m \cdot x + b$ ó $E = m \cdot P + E_0$	
Pendiente (m)	0,266
Intercepto (E ₀)	5.733
CONSUMO META	
coeficiente de determinación (R2)	0,994
$y = m \cdot x + b$ ó $E = m \cdot P + E_0$	
Pendiente (m)	0,269
Intercepto (E ₀)	4698
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (kWh/mes)	53.057
PRODUCCIÓN MENSUAL PROMEDIO (kg/mes)	177.597
COSTO PROMEDIO FACTURA DE ENERGÍA (\$/mes)	\$ 17.771.316
PORCENTAJE DE ENERGÍA NO ASOCIADA A LA PRODUCCIÓN (%)	10,81%
META DE AHORRO ENERGÉTICO (kWh/mes)	1035
PORCENTAJE DE AHORRO ENERGÉTICO	2%
POTENCIAL DE AHORRO ANUAL (ENERGÍA ELÉCTRICA)	\$ 4.265.116

Tabla 18. Resumen de resultados obtenidos en diagramas E vs P.

8.1.5. DIAGRAMA INDICE DE CONSUMO-PRODUCCIÓN (IC vs P).

Después de haber determinado que el conjunto de datos de consumo y producción poseen un nivel de correlación significativo, y haber obtenido el grafico E vs. P, se puede proceder al análisis del diagrama Ic vs. P, cuya

expresión de la función $Ic = f(P)$ se obtiene de la siguiente manera:

$E = mP + E_0$, al dividir toda la ecuación sobre la producción se tiene,

$$Ic = \frac{E}{P}$$

$$Ic = \frac{mP}{P} + \frac{E_0}{P} \Rightarrow$$

$$Ic = m + \frac{E_0}{P}$$

De esta ecuación se puede ver que el índice de consumo depende tanto del nivel de producción como de la energía no asociada a la producción, no obstante de la ecuación $E(P)$ se observa que a medida que la producción disminuye, también lo hará el consumo de energía eléctrica, pero llega un momento en que si disminuye demasiado la producción, el gasto energético por unidad de producto aumenta, debido a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción, respecto a la energía productiva.

De igual manera, al aumentar el nivel de producción en la planta, lleva a un estado de rentabilidad favorable para la empresa, debido a que la magnitud de la energía no asociada a la producción se va haciendo más irrelevante, al punto que el gasto por unidad de producto va disminuyendo a medida que la producción aumenta, pero esto no puede suceder desbocadamente sino que se limita con el valor de la pendiente en la ecuación $E(P)$, es por ello que el gráfico Ic vs. P es una hipérbola equilátera con asíntota en el eje "x", al valor de la pendiente m .

8.1.5.1. Utilidad del Diagrama IC vs. P.

El gráfico IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, y estandarizar procesos productivos a niveles de eficiencia energética superiores, además de:

- Establecer metas de índices de consumos en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.

- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.
- Determinar factores que influyen en las variaciones del índice de consumo a nivel de empresa, área o equipo.

8.1.5.2. ¿Cómo elaborar un gráfico IC vs P?

1. Se determina y traza la curva teórica $IC=f(P)$ a partir de la expresión $E=f(P)$.
2. Se determinan los pares de datos reales (E/P, P) de los registros de datos de E y P utilizados para realizar el diagrama E vs P.
3. Se dibujan sobre el diagrama IC vs P los pares de datos (P, E/P).

MES	PRODUCCIÓN TOTAL (kg)	CONSUMO (kWh)	P	IC= E/P	TEORICO $E/P=m+Eo/P$ $Ic(p)=0,266+5733/P$
1	142.050	44.440	142.050	0,3128	0,3064
2	134.050	40.040	134.050	0,2987	0,3088
3	168.550	55.000	168.550	0,3263	0,3000
4	162.220	50.160	162.220	0,3092	0,3013
5	169.120	50.600	169.120	0,2992	0,2999
6	159.980	47.960	159.980	0,2998	0,3018
7	159.290	46.640	159.290	0,2928	0,3020
8	173.340	50.160	173.340	0,2894	0,2991
9	222.440	66.880	222.440	0,3007	0,2918
10	217.660	63.360	217.660	0,2911	0,2923
11	214.230	61.600	214.230	0,2875	0,2928
12	208.230	59.840	208.230	0,2874	0,2935
PROMEDIO	177.597	53.057	177.597	0,2996	0,2991

Tabla 19. Datos de índice teórico real y teórico

En la tabla 19 se observa el grupo de datos necesarios para obtener el gráfico Ic vs. P de la figura 25, en la figura en mención se halla la curva teórica, obtenida con los datos de la columna 6, y los pares (P , E/P) en torno a ella son datos reales correspondientes a la columna 4 y 5, se puede observar que de estos valores resultan magnitudes altas del índice de consumo (eje vertical) cuando se trata de niveles de producción bajos; además, un dato importantísimo en cada gráfico Ic vs P es la identificación del “punto crítico” (indicado con el círculo rojo en el gráfico cuando la producción $P=169.120$ kg) que se determina como aquel punto previo a un incremento significativo de los índices de consumo para bajas producciones. En los valores mayores a esta cantidad de producción determinada por el punto crítico, el consumo energético no varía descabelladamente en relación con la producción.

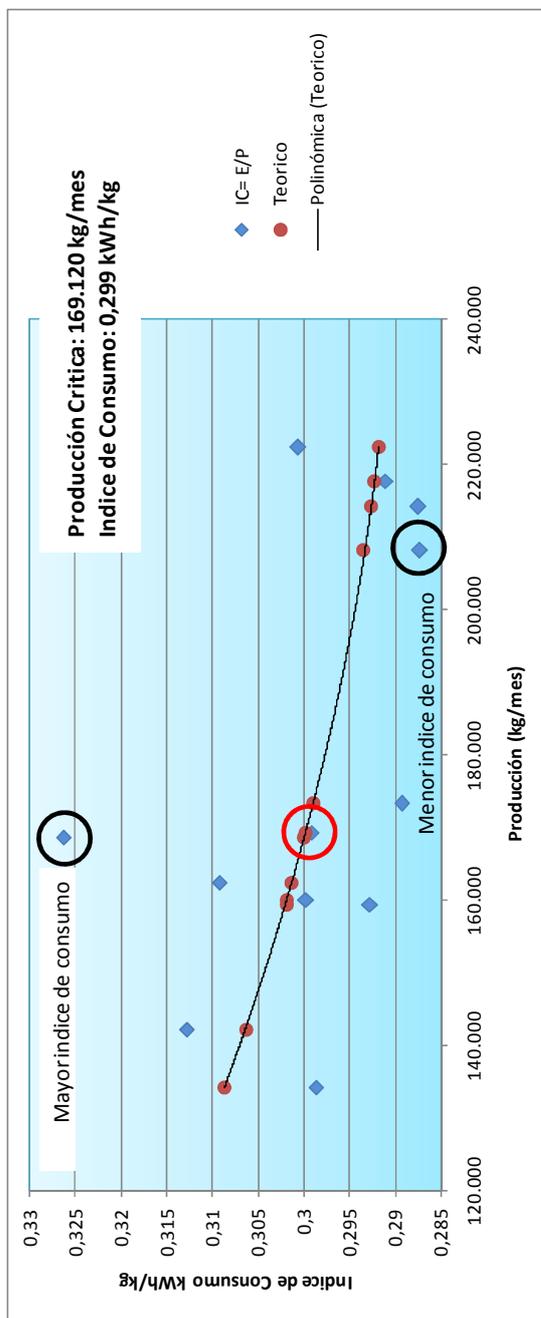


Figura 25. Diagrama índice de consumo - producción (Ic vs. P)

Niveles de producción menores al punto crítico resultan ineficientes e incrementan el índice de consumo de la empresa, pues se incrementa el peso relativo de la energía no asociada a la producción respecto al consumo neto productivo, es por ello que la empresa C.I. Real S.A. al tener

conocimiento de este dato de vital importancia, debe procurar mantener niveles de producción por encima de 169.120 kg mensuales en pro de mantener un margen adecuado de rentabilidad al darse mejor eficiencia en sus procesos productivos.

Adicionalmente, en la figura 25 se observa un incremento del índice de consumo de 0,287 a 0,326 kWh de energía eléctrica por kilogramo de producto químico producido (12%), cuando la producción total mensual se reduce de 208.230 kg/mes a 168.550 kg/mes, es decir un 20%; eso ocurre en el intervalo de los 2 puntos de menor y mayor índice de consumo, distinguidos con el círculo negro.

8.1.6. GRAFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULATIVAS (CUSUM).

La suma acumulada (CUSUM) representa la diferencia entre la línea base de comparación (consumo estándar) y el consumo real durante un período de tiempo. Esta técnica no sólo proporciona una línea de tendencia, sino también el cálculo de los ahorros y pérdidas incurridos hasta la fecha, y las variaciones de eficiencia en los datos mostrados.

La tendencia es cuando se observa que los datos estudiados presentan preferencia a estar de una forma u otra, es decir cuando se ven datos susceptibles a elevarse en el grafico esa es una tendencia al aumento en largo plazo.

El gráfico CUSUM sigue una tendencia y fluctuación aleatoria de energía y entre más cercano se mantengan los valores a cero, representa mayor eficiencia en el proceso que aquellos puntos muy superiores a cero. Esta tendencia va a seguir un patrón normal hasta que ocurra un evento de tal manera que altere el patrón de consumo, dicho efecto puede ser una medida de ahorro energético, o por el contrario, puede llevar a un empeoramiento de la eficiencia energética.

8.1.6.1. Utilidad del Gráfico CUSUM.

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.

- Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual
- respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

8.1.6.2. ¿Cómo realizar un gráfico de tendencia?

- Seleccionar el período base de comparación.
- Determinar para el período seleccionado la expresión de relación del consumo de energía y la producción asociada: $E = mP + E_0$, con un coeficiente de correlación significativo.
- Recopilar los valores de E y P para el período actual donde se evaluará la tendencia.
- Elaborar la tabla de valores de tendencia la cual se puede observar a continuación:

Ea	Pa	Et=mPa+Eo	Ea - Et	MES	Suma acumulativa ((Ea-Et)i+(Ea-Et)i-1)
44.440	142.050	43.585	855	1	855
40.040	134.050	41.453	-1413,00	2	-558,00
55.000	168.550	49.791	5209,00	3	3796,00
50.160	162.220	50.373	-213,00	4	4996,00
50.600	169.120	45.589	5011,00	5	4798,00
47.960	159.980	48.575	-615,00	6	4396,00
46.640	159.290	43.168	3472,00	7	2857,00
50.160	173.340	52.537	-2377,00	8	1095,00
66.880	222.440	61.533	5347,00	9	2970,00
63.360	217.660	66.109	-2749,00	10	2598,00
61.600	214.230	57.471	4129,00	11	1380,00
59.840	208.230	63.969	-4129,00	12	0,00

Tabla 20. Tabla de tendencia

De donde,

Ea: energía consumida en el período actual

Pa: producción realizada asociada a Ea, en el período actual.

ET: energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual, Pa.

m, E₀: pendiente y energía no asociada de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

(Ea- ET): diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Suma acumulativa: se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia Ea- ET.

- Realizar el gráfico en un sistema de coordenadas x, y. En el eje x se registran los períodos (mes 1, mes 2 ...) y en el eje y el valor de la suma acumulativa.

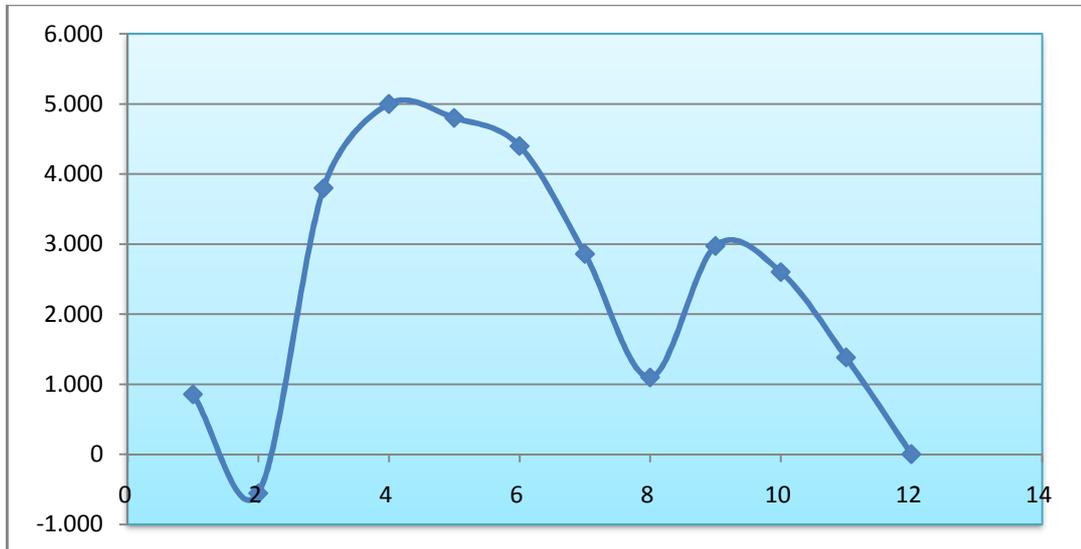


Figura 26. Gráfico de sumas acumulativas

La figura 26 muestra un gráfico CUSUM para la empresa C.I. Real S.A. en el año 2011. Al observar el gráfico, los cambios en la dirección de la línea indican eventos que son relevantes en términos de consumo de energía, tales como: la implementación de la medida de ahorro de energía, un aumento en los niveles de producción, etc. Obviamente, el conocimiento interno de la empresa es necesario para explicar lo que realmente sucedió. Este gráfico refleja lo que realmente sucedió con la eficiencia energética ese año. Se puede ver que en los dos primeros meses de 2011, el desempeño fue bastante normal, pero ocurrió el incremento más exorbitante de ineficiencia en el mes de MARZO, y siguió aumentando en abril, empezando a declinar desde el mes de mayo hasta el mes de agosto, y luego disminuyó súbitamente en septiembre, sin embargo presentó significativas mejoras en el rendimiento desde el mes de octubre hasta DICIEMBRE donde ocurrió el nivel más alto de mejoramiento en el nivel de eficiencia.

8.1.7. DIAGRAMA DE PARETO.

Es una gráfica de un conjunto de datos representados en orden descendente, con el fin de ayudar a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar para tomar decisiones de mejora. También se conoce como “Diagrama ABC” o “Diagrama 20-80”.

Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas “vitales” para actuar prioritariamente sobre él.

8.1.7.1. Utilidad del Diagrama de Pareto.

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

8.1.7.2. ¿Cómo preparar un diagrama de Pareto?

- Determinar las categorías de elementos de los datos que van a ser registrados en el diagrama.
- Tabular los datos y calcular los números acumulativos
- Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.
- Calcular la magnitud total del conjunto de factores.
- Calcular el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado.
- El primero de ellos se calcula como:
$$\% = (\text{magnitud del factor} / \text{magnitud total de los factores}) \times 100$$
- El porcentaje acumulado para cada uno de los factores se obtiene sumando los porcentajes de los factores anteriores de la lista más el porcentaje del propio factor del que se trate.
- Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal. Situar en el eje vertical

izquierdo la magnitud de cada factor. La escala del eje está comprendida entre cero y la magnitud total de los factores. En el derecho se representan el porcentaje acumulado de los factores, por tanto, la escala es de cero a 100. El punto que representa a 100 en el eje derecho está alineado con el que muestra la magnitud total de los factores detectados en el eje izquierdo. Por último, el eje horizontal muestra los factores empezando por el de mayor importancia.

- Se trazan las barras correspondientes a cada factor. La altura de cada barra representa su magnitud por medio del eje vertical izquierdo.
- Se representa el gráfico lineal que representa el porcentaje acumulado calculado anteriormente. Este gráfico se rige por el eje vertical derecho.
- Escribir junto al diagrama cualquier información necesaria, sea sobre el diagrama o sobre los datos.

Siguiendo los pasos anteriores, en la tabla 21 se logró tabular los datos correspondientes a todas las áreas consumidoras en la planta de C.I. Real S.A. donde se indica el consumo correspondiente a cada una de ellas y su equivalente en porcentaje respecto al total de consumo, en la última columna se muestra el valor de porcentaje acumulativo.

ÁREAS DE C.I. REAL S.A.				
ITEM	AREAS	CONSUMO (kWh)	PORCENTAJE (%)	VALOR ACUMULADO
1	ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA	27.268	52%	52%
2	ÁREA #1: SALES	21.462	41%	93%
3	ÁREA #2: ENCAPSULADOS	3.212	6%	99%
4	OTROS	632	1%	100%
TOTAL		52.574	100%	N/A

Tabla 21. Tabulación de datos para el diagrama de Pareto para áreas consumidoras en planta.

En el gráfico que resulta de aplicar los datos de la tabla anterior (figura 27), puede verse básicamente que el área que representa aproximadamente un 80% de los defectos del consumo energético en C.I. Real S.A. es en la Zona de Potencia, se distingue porque hasta allí es donde corta la línea horizontal negra; por lo tanto si la empresa centra su atención en esta área es muy factible que logre reducir en un 80% el número de defectos.

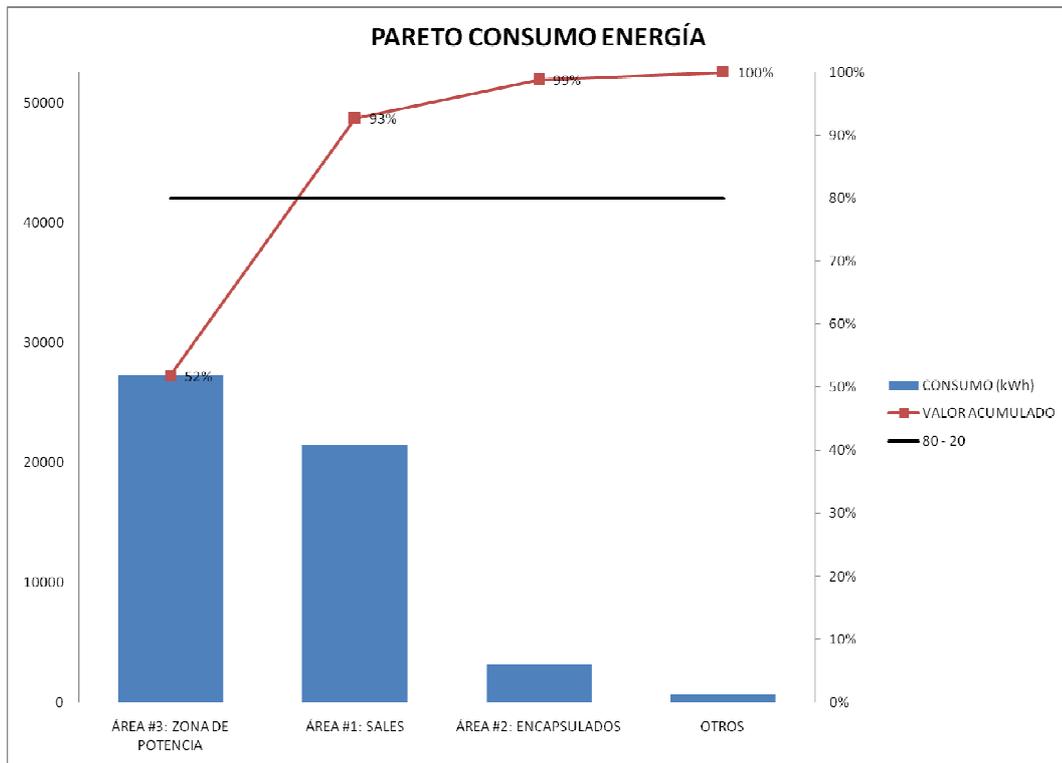


Figura 27. Diagrama de Pareto para áreas consumidoras en planta.

8.1.8. ESTRATIFICACIÓN.

De acuerdo con el principio de Pareto existen unos cuantos problemas vitales que son originados por pocas causas clave, pero resulta necesario identificarlos mediante análisis adecuados. Uno de estos análisis es la *estratificación o clasificación de datos*.

Estatificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agregándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de los mismos, a fin de localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso. Por ejemplo, los problemas pueden analizarse de acuerdo con tipos de falla, métodos de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, materiales o cualquier otro factor que proporcione una pista cerca de dónde centrar los esfuerzos de mejora y cuáles son las causas vitales.

la estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de forma que sea posible localizar diferencias, prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema. La estratificación recoge la idea del

diagrama de Pareto y la generaliza como una estrategia de análisis y búsqueda. No se aplica en el contexto de diagrama de Pareto, más bien es una estrategia común a todas las herramientas básicas. Por ejemplo, un histograma multimodal puede ser la manifestación de diferentes estratos que originan los datos bajo análisis.

8.1.8.1. Utilidad de la Estratificación.

- Discriminar las causas que están provocando el efecto estudiado.
- Conocer el árbol de causas de un problema o efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

8.1.8.2. Uso del método de estratificación para el control y reducción de los consumos y costos energéticos:

- Identificar el número mínimo de equipos que provocan la mayor parte de los consumos totales equivalentes de energía de la empresa.
- Identificar el número mínimo de las causas de pérdidas que provocan la mayor parte de los sobre consumos de energía de la empresa.
- Identificar el número mínimo de áreas o equipos que provocan los mayores costos de energía de la empresa.
- Identificar factores o variables de control que pueden influir sobre los consumos, pérdidas y costos energéticos.
- Identificar causas de comportamientos no esperados de las variaciones de los consumos energéticos.

ÁREA #3: ZONA DE POTENCIA				
ITEM	EQUIPOS	CONSUMO (kWh)	PORCENTAJE (%)	VALOR ACUMULADO
1	Compresor de aire #2	5.371,20	19,70%	19,70%
2	Torre de enfriamiento:	5.371,20	19,70%	39,40%
3	Torre de enfriamiento:	5.371,20	19,70%	59,09%
4	Compresor de aire #1	3.544,99	13,00%	72,09%
5	Caldera de Vapor: Motor	3.544,99	13,00%	85,10%
6	Motobomba de agua	2.309,62	8,47%	93,57%
7	Caldera de Vapor: Blower	1.611,36	5,91%	99,47%
8	Caldera de aceite	143,23	0,53%	100%
TOTAL		27.267,79	100%	N/A

Tabla 22. Tabulación de datos para el análisis de estratificación en equipos de Zona de Potencia.

Del diagrama de Pareto obtenido anteriormente para las áreas consumidoras en planta de C.I. Real S.A. se pudo identificar que el área más relevante para hacer una estratificación corresponde a la Zona de Potencia, por esta razón se procedió a la tabulación de datos de esta zona en la Tabla 22.

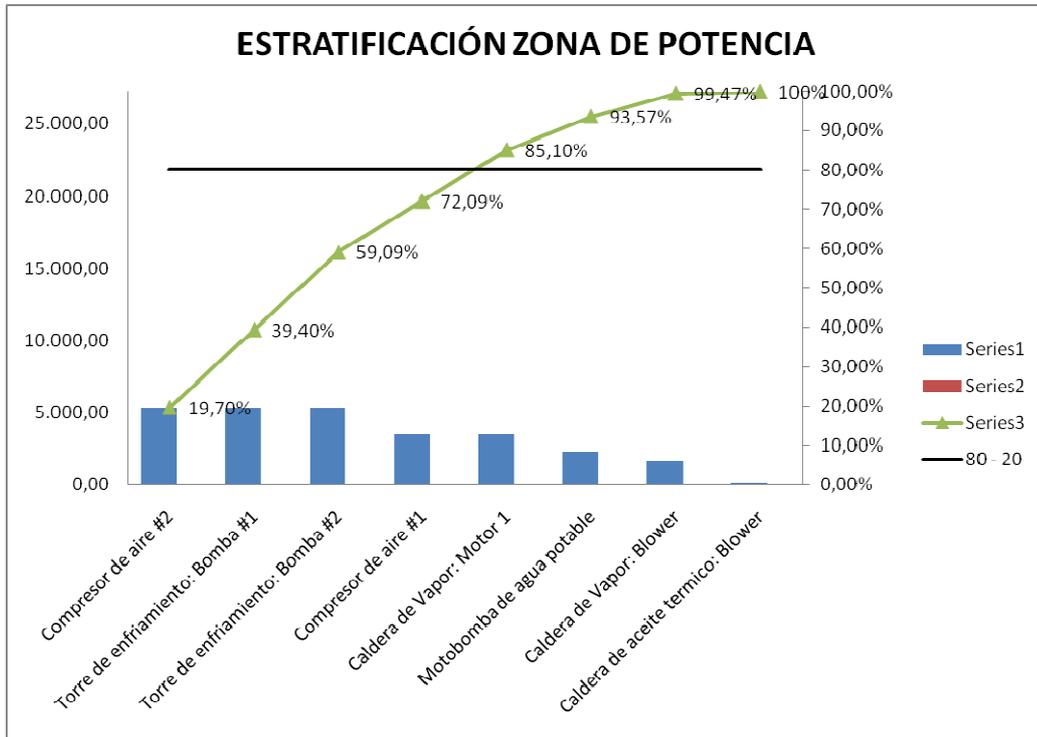


Figura 28. Diagrama de estratificación para equipos de Zona de Potencia.

En el gráfico que resulta de aplicar los datos de la tabla anterior (figura 28), puede verse básicamente que un 20% de los equipos en la Zona de Potencia: Compressor de Aire #1, Compressor de aire #2, Torre de Enfriamiento #1, Torre de Enfriamiento #2; representan aproximadamente un 80% de los defectos del consumo energético en esta zona, se distinguen porque hasta allí es donde corta la línea horizontal negra; por lo tanto estos son los 4 equipos principales en donde debe enfocarse la atención en pro de mejorar la eficiencia energética de la empresa, como se observa, la estratificación ayuda a la comprensión de los fenómenos más relevantes que se deben atacar.

9. PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTAS PARA ORGANIZAR UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO.

El procedimiento a seguir para la organización de un sistema de monitoreo y control energético consta de las siguientes etapas:

1. Establecimiento de los objetos de control:

la selección de los objetos de control se realiza de la siguiente forma:

- Establecimiento del diagrama energético – productivo de la empresa.
- Establecimiento de la estructura de consumo de la empresa por portadores energéticos.
- Selección del 20% de los equipos y áreas que provocan el 80% del consumo y los costos energéticos.

2. Establecer indicadores de control:

- Identificación de posibles indicadores de control de empresa y de áreas a partir del diagrama energético – productivo. Ej.: índice de consumo, índice de costos, energía no asociada, consumo, etc.
- Selección de los indicadores de control mediante la aplicación de los diagramas de correlación correspondientes (para aquellos que lo requieran).

3. Establecer las variables de control:

- Seleccionar las posibles variables de control a partir del diagrama energético productivo del proceso y los indicadores de proceso del departamento de producción de la empresa.
- Identificar las variables de control a partir de los diagramas de correlación de estas variables con los indicadores de control energético seleccionados.
- Determinar gráfica y analíticamente la relación entre las variables identificadas y los indicadores de control.
- Determinar la influencia de las variables de control sobre los indicadores de control.

4. Establecer herramientas de medición de indicadores de control:

- Definir períodos de medición.
- Definir la toma y el flujo de la información.

- Establecer la toma de medición: medición directa, cálculos, estimaciones, balances.
- Definir la forma de registro.

5. Establecer estándares:

Realizar la toma de datos de períodos productivos típicos de la empresa, y establecer para los indicadores de control seleccionados lo siguiente:

- Gráfico de control (para determinar el valor promedio y límites superior e inferior del estándar).
- Estándar vs. producción (para determinar la variación del estándar con el nivel de producción).
- Diagrama de correlación estándar vs. producción (para determinar la ecuación que rige la variación del índice de control con respecto a la producción en el período estándar con un nivel de correlación significativo).
- Determinar el índice de consumo promedio estándar y la producción promedio estándar (para el período tomado como estándar o base de comparación).

6. Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares:

- Gráfico de control (graficar valores reales del resultado sobre el valor medio y los límites superiores e inferiores estándares).
- Gráfico de tendencia (graficar tendencia del valor real del resultado respecto al estándar).
- Gráfico IC vs. P (graficar puntos reales de IC y P sobre la curva estándar de IC_s vs. P_s).
- Evaluar la ecuación de desviación relativa del consumo: $(C_p - C_r)$ (determinar la desviación relativa del consumo real con respecto al seleccionado como estándar).

7. Establecer herramientas para determinación de causas de la desviación del indicador respecto al estándar:

- Análisis de anomalías en el gráfico de control.
- Análisis de causas de la desviación relativa del consumo.
- Análisis de la influencia del valor real de las variables de control sobre los indicadores de control.
- Conclusiones cualitativas y recomendaciones para corregir las desviaciones.

10. SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

En este capítulo se desarrolla el mismo análisis realizado anteriormente, utilizando el software de caracterización energética. Este software tiene como objeto identificar el comportamiento de los consumos (kWh) a través del tiempo, comparando producciones (kg) y consumos pasados con los actuales. Además de identificar los potenciales globales de mejora en la eficiencia energética.

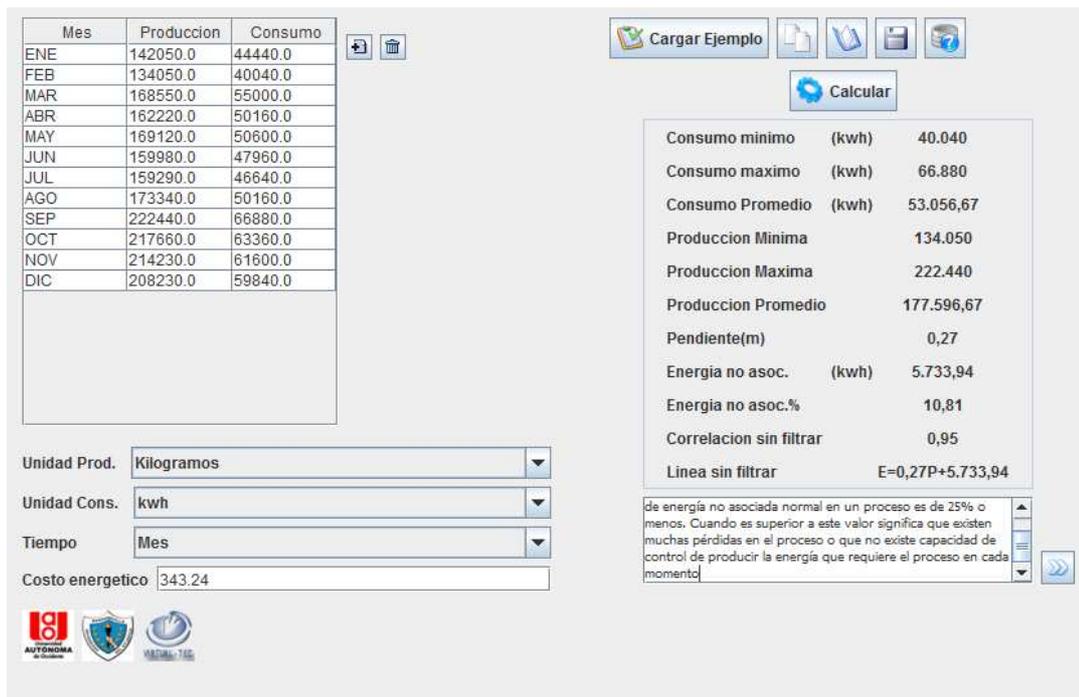


Figura 29. Resultado software de caracterización energética.

La figura 29, muestra consumos y producciones promedio, energía no asociada a la producción y una ecuación de tendencia que sirve para calcular el consumo para una producción determinada.

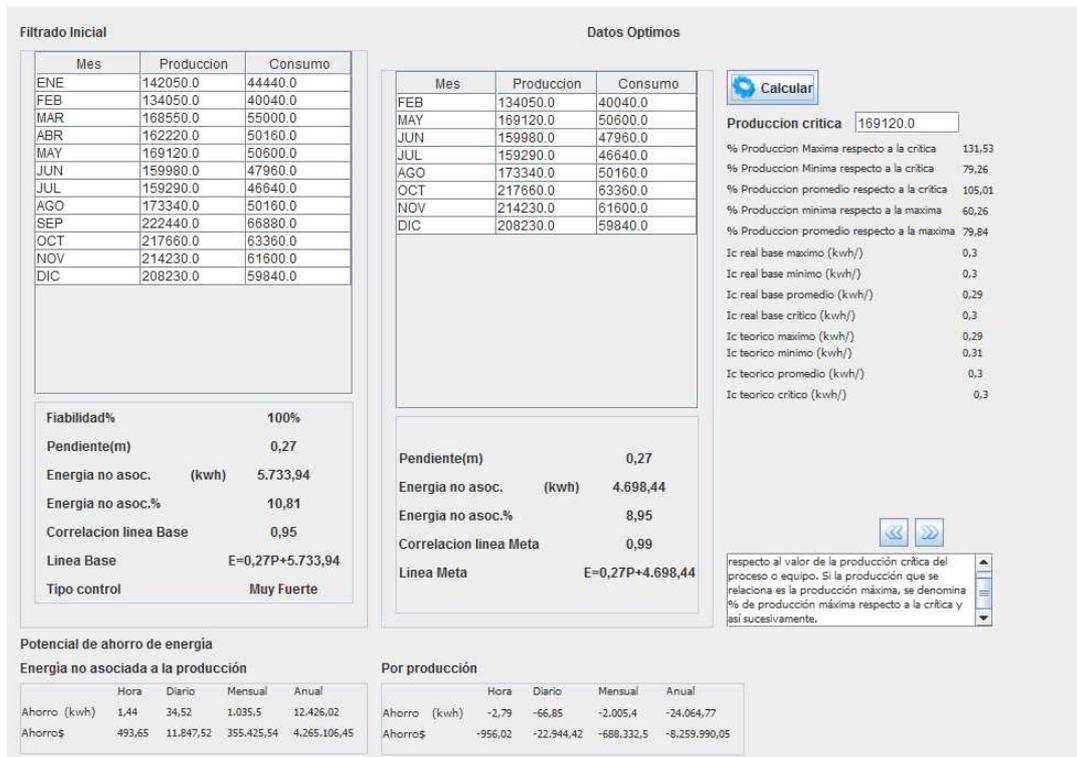


Figura 30. Índice de consumo software de caracterización energética.

La figura 30 relaciona índices de consumo promedio y potenciales de ahorro de energía por producción y no asociado a la producción.

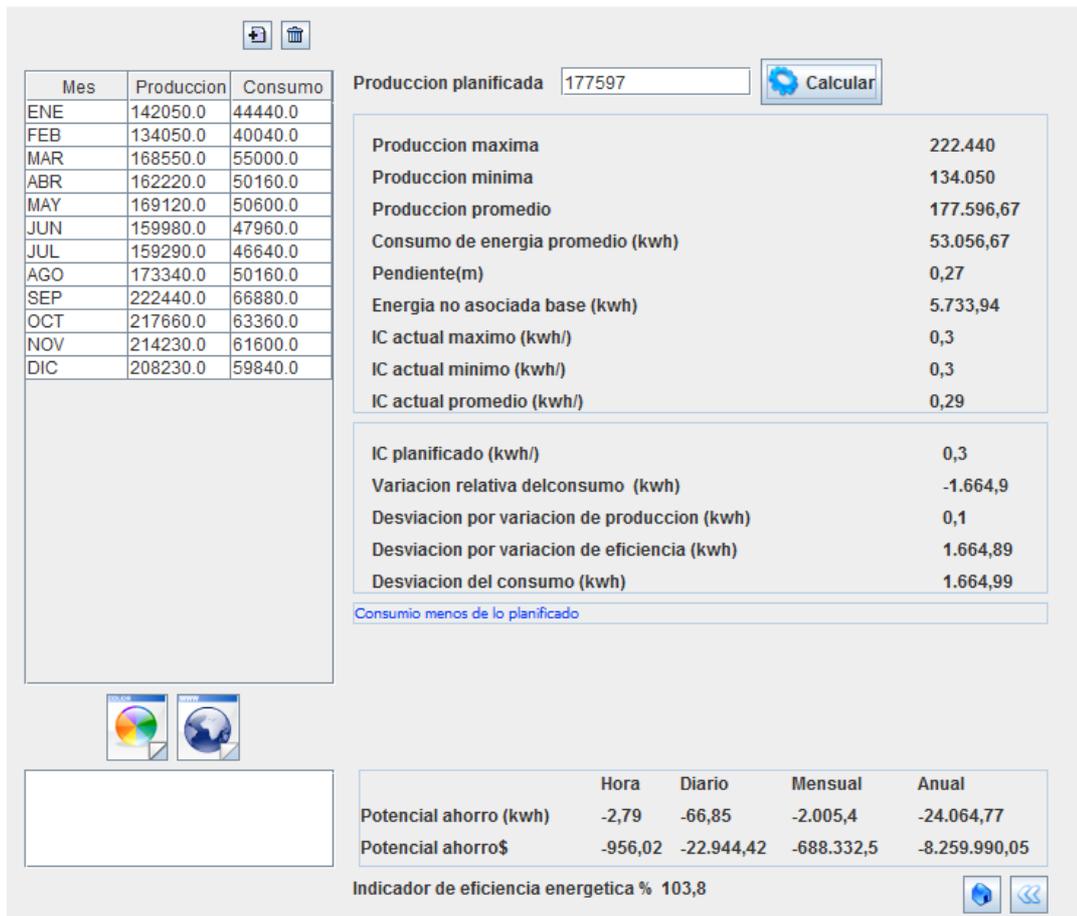


Figura 31. Tendencias software de caracterización energética.

La figura 31 relaciona consumos y producciones futuras y da como resultado los potenciales de ahorro si se llevan a cabo las metas requeridas para obtener dichos resultados.

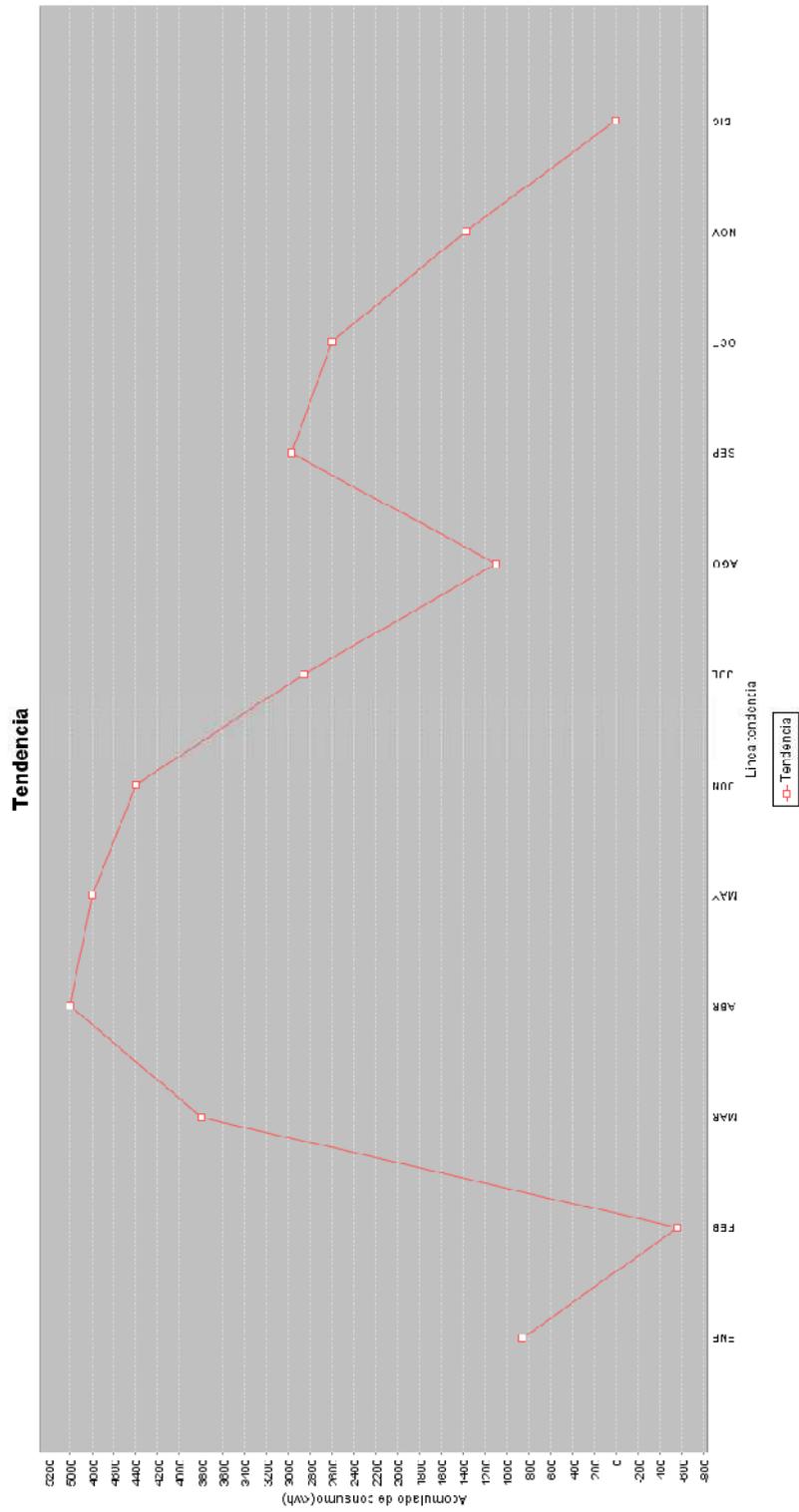


Figura 32. Gráfico de Sumas acumulativas proporcionado por Software de Caracterización energética.

10.1. REPORTE DE SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA.

Fecha	2012-07-11
Costo del Energético\$:	343,24

Valores Periodo Base (Datos Filtrados)	
Producción Máxima	222.440
Producción Mínimo	134.050
Producción Promedio	177.596,67
Consumo de Energia Máximo (kwh)	66.880
Consumo de Energia Mínimo (kwh)	40.040
Consumo de Energia Promedio (kwh)	53.056,67
Fiabilidad Inicial	100

Linea Base	$E = 0,27P_i + 5.733,94$
Correlación	$R^2=0,95$
Tipo de Control	Muy Fuerte

Energía No Asociada a la Producción Periodo Base	
Energía no asociada (kwh)	5.733,94
Energía no asociada %	10,81

Valores Línea Meta	
Producción Máxima	217.660
Producción Mínimo	134.050
Producción Promedio	179.487,5
Consumo de Energia Máximo (kwh)	63.360
Consumo de Energia Mínimo (kwh)	40.040
Consumo de Energia Promedio (kwh)	52.525

Linea Base	$E = 0,27P_i + 4.698,44$
Correlación	$R^2=0,99$

Energía No Asociada a la Producción Línea Meta		
Energía no asociada (kwh)	4.698,44	
Energía no asociada %	8,95	
Potenciales de Ahorro de Energía		
Por reducción de Energía No Asociada a la Producción		
	Ahorro (kwh)	Ahorro \$
Hora	1,44	493,65
Diario	34,52	11.847,52
Mensual	1.035,5	355.425,54
Anual	12.426,02	4.265.106,45
Por Planeación Adecuada de la Producción		
Producción Planificada:	0	
	Ahorro (kwh)	Ahorro \$
Hora	-2,79	-956,02
Diario	-66,85	-22.944,42
Mensual	-2.005,4	-688.332,5
Anual	-24.064,77	-8.259.990,05
Valores de Índice de Consumo		
Producción Crítica:	169.120	
IC a Producción Máxima ((kwh)/)	0,29	
IC a Producción Mínima ((kwh)/)	0,31	
IC a Producción Promedio ((kwh)/)	0,3	
IC a Producción Crítica ((kwh)/)	0,3	

Valores Relativos de Producción	
Producción Promedio respecto a la Crítica %	105,01
Producción Promedio respecto a la Máxima %	79,84
Indicador de Eficiencia Energética (%)	103,8
Valores Periodo Actual	
Producción Máxima	222.440
Producción Mínimo	134.050
Producción Promedio	177.596,67
Consumo de Energía Máximo (kwh)	66.880
Consumo de Energía Mínimo (kwh)	40.040
Consumo de Energía Promedio (kwh)	53.056,67

Tabla 23.Reporte de Software de Caracterización Energética

El periodo que se analizó en el software de 12 meses (enero a diciembre de 2011) tiene un máximo de kilogramos producidos en el mes de septiembre cuyo valor es de 222.440 kg, obtuvo su resultado mínimo de kilogramos producidos en el mes de febrero con un valor de 134.050 kg, y un valor promedio de kilogramos producidos de 177.596,67. Respecto al consumo en Kwh, el consumo máximo fue de 66.880 kWh en el mes de septiembre, el consumo mínimo fue de 40.040 kWh ocurrido en el mes de febrero y un valor promedio de consumo de 53.056,67 kWh. Se puede apreciar que los consumos mayores y menores son consecuentes, debido a que ocurren en los mismos meses: septiembre y febrero respectivamente.

La ecuación de comportamiento de producción y consumo arrojada por el software ($E = 0,27Pi + 5.733,94$) es prácticamente idéntica a la obtenida con el paquete estadístico de Excel analizada anteriormente, esta ecuación proporciona un valor de energía no asociada a la producción de 5.733,94Kwh, siendo equivalente al 10,81% del consumo total.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los análisis planteados en este proyecto, y los resultados obtenidos en la caracterización energética de la empresa C.I. Real S.A. son de gran valor para dicha empresa y para cualquier otra, debido a que al aplicar en detalle las herramientas propuestas por el Sistema de Gestión Integral de la Energía, se convierte en un elemento útil para que la gerencia realice actividades encaminadas al Uso Racional de la energía Eléctrica, además es muy importante hacer llegar la cultura de ahorro energético a todos los servidores de la empresa desde el nivel más alto hasta el más bajo, lo que se considera una excelente práctica, que se puede llevar a cabo con un costo muy bajo o nulo y se pueden generar cambios significativos;

Llevando a cabo buenas prácticas para generar eficiencia de energía eléctrica, de acuerdo a los valores de línea meta se puede llegar a un consumo máximo de 63.360 kWh, un consumo mínimo de 40.040 kWh y un consumo promedio de 52.525 kWh, asumiendo una producción máxima de 217.660 kg de productos químicos, una producción mínima de 134.050 kg y una producción promedio de 179.487,5 kg. De esta manera se obtendrá un valor de consumo de energía no asociada a la producción de 4.698,44Kwh, por lo tanto el ahorro de energía eléctrica será de aproximadamente un 2% equivalente a 4.265.106,45 millones de pesos anuales.

Es importante hacer énfasis en el buen nivel de eficiencia energética que maneja esta empresa C.I. Real S.A. debido a una reestructuración del 95% de sus máquinas y equipos para el año 2011, no obstante si por ejemplo se tiene una empresa que mensualmente consume en energía eléctrica \$50.000.000, esto le representa al año \$600.000.000 de pesos, por lo cual un 2% de ahorro anual para esta empresa representa \$12.000.000; esto se da, para el caso que dicha empresa maneje un nivel de energía no asociada a la producción igual al de C.I. Real S.A. Ahora, si se hace el mismo ejercicio suponiendo que la empresa no tiene un nivel de eficiencia tan alto, y se encuentra dentro un estado típico, en este caso el ahorro meta pasaría de estar en un muy buen 2% a estar alrededor del 10% (dato estimado); en esta ocasión el ahorro anual de los \$600.000.000 llega a ser de nada más y nada menos que \$60.000.000, lo que equivale a ahorrar mensualmente \$5.000.000 concerniente al rubro de energía eléctrica, lo que sin lugar a dudas ayuda a que la empresa en cuestión, se haga más competitiva y brinde mejores precios en sus productos.

Por otro lado, se logró determinar de manera puntual mediante la estratificación (aplicando el diagrama de Pareto), los equipos mayores consumidores de la energía eléctrica con los cuales se puede empezar a realizar mejoras significativas, análisis que es de gran importancia para los

jefes de producción, mantenimiento y gerente de planta para encaminar y priorizar diferentes proyectos de mejora.

La realización del diagnóstico de recorrido permitió identificar el estado actual de la empresa en términos de gestión energética. El desarrollo en general de la caracterización y el uso de las herramientas de gestión propuestas por el programa, permitieron determinar el valor de energía no asociada a la producción.

Las alternativas que se pueden utilizar en C.I. REAL S.A. para que alcance un Uso eficiente y Racional de la energía en primera medida es lograr cambios de hábitos en el uso final de la energía con la tecnología existente, pero primordialmente enfocándose en los equipos principales: Torres de enfriamiento, compresores de aire, Caldera de Vapor; lo anterior se puede complementar con soluciones URE tales como:

- Eliminando esquemas de consumo irracionales.
- Utilizando sistemas de cogeneración.
- Seleccionando las alternativas de adecuada potencia.
- Automatizando.

Uno de los mayores inconvenientes que se presentaron durante la ejecución del presente proyecto de grado, se debió a que por lo general son escasos los estudios de este tipo de caracterización energética en PYME, específicamente en Colombia la bibliografía de este tema es aún muy corta, sin embargo a medida que se iba avanzando en la investigación, se fue comprendiendo aun más la importancia de las herramientas propuestas por el "Manual de Procedimientos para la Caracterización y Diagnóstico Energético" elaborado por el grupo de Kaí de la Universidad del Atlántico. Todas estas herramientas serán de gran utilidad para toda empresa que desee certificarse en la norma de Gestión de la Energía, ISO 50001, que en poco tiempo comenzará a exigirse en el territorio nacional. Todo lo anterior, abre caminos muy importantes en el campo de la ingeniería eléctrica, debido a que se creará una nueva fuente de ingresos para aquellos que se formalicen académicamente en este sector.

RECOMENDACIONES PARA HACER USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Con las herramientas de Caracterización Energética en la industria, no se pretende que no se utilice la energía eléctrica, sino que se use mejor corrigiendo situaciones anómalas que le permitirá a la empresa reducir

costos, y contribuir al beneficio del medio ambiente, a continuación se indican algunos aspectos de mejoras especificados por departamento.

➤ **PLANEACIÓN**

Actualmente el departamento de mantenimiento enfoca su plan de trabajo a reducir las fallas de los equipos para garantizar la mayor disponibilidad de estos y de esta manera aumentar el valor de eficiencia de línea. Para lograr un uso racional y eficiente de la energía eléctrica se recomienda hacer un plan de mantenimiento paralelo al actual, encaminado a la eficiencia energética y no a la reducción de fallas.

En la actualidad la programación de la producción se realiza sin tener en cuenta los costos del kilowatio/hora, por lo tanto se recomienda programar las producciones de alto consumo de energía en horarios donde su costo sea menor.

➤ **ADMINISTRACIÓN**

- Se recomienda implementar un programa de incentivos para empleados que aporten con el uso racional y eficiente de la energía eléctrica ya sea generando proyectos o teniendo una cultura de ahorro.
- C.I. Real S.A. no ha implementado ningún proyecto de energías alternativas. Llevar a cabo proyectos de este tipo es una opción importante para generar ahorro en consumo de energía eléctrica, inicialmente se recomienda instalar paneles solares aprovechando el nivel de radiación de la ciudad de Cartagena de indias que posee las condiciones ideales para alimentar circuitos de iluminación.
- Reforzar los aislamientos de los cerramientos exteriores. Utilizar polarizados para los vidrios que disminuyen el flujo de calor hacia el interior.
- Utilizar toldos, cortinas y persianas que puedan reducir el calentamiento interno, impidiendo que la radiación directa del sol. El consumo de energía puede reducirse hasta en un 30 % si se evita la entrada excesiva de calor.
- No dejar encendidos los equipos de cómputo. Hay equipos de última tecnología que tienen sensores de presencia, los cuales detectan si no hay nadie, desactivándose a los pocos minutos.

➤ ILUMINACIÓN

La implantación de sistemas de control reduce los costes energéticos y de mantenimiento de la instalación, e incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación. Este control permite realizar encendidos selectivos y regulación de las luminarias durante diferentes periodos de actividad, o según el tipo de actividad cambiante a desarrollar. Estos sistemas apagan, encienden y regulan según detectores de movimiento y presencia, otros poseen células de nivel accionadas por la luz natural u otros se pueden programar de acuerdo a horarios preestablecidos. La utilización de estas técnicas es muy aconsejable y supone ahorros en energía muy importantes de hasta el 65%, dependiendo del tipo de instalación. Actualmente C.I. Real S.A. cuenta con sistema temporizado de encendido y apagado solo en alumbrado externo y área de operaciones.

- Se recomienda desconectar completamente la alimentación de voltaje de todas las lámparas quemadas para que no generen consumo.
- Se recomienda hacer un programa periódico, para realizar el cambio y limpieza de difusores o acrílicos de lámparas.
- Se recomienda aprovechar la luz natural para evitar encendido de lámparas en horas diurnas, esto se puede lograr instalando mayor cantidad de tejas translúcidas de policarbonato.
- Se recomienda hacer un estudio para cuantificar el nivel de iluminación en áreas comunes y estimar la posibilidad de reducirlo.
- Se recomienda independizar los circuitos de alumbrado.
- Se recomienda implementar pantallas de LED en la planta de operaciones, actualmente la empresa cuenta con 20 reflectores tipo High Bay de metal halide 200W, 220V, en el Área de propionato de Calcio, y 15 reflectores en el área de encapsulados, es factible sustituir cada una de estos reflectores por unos con MultiLED tipo SMD de 70W, los cuales ayudan a un ahorro energético bastante significativo y a la vez son más amigables con el medio ambiente, al no contener gases contaminantes.

Para ampliar la información referente al tema de Gestión Integral de la Energía se puede visitar la página web de las siguientes entidades colombianas:

- Sistema de Información de Eficiencia energética y Energías Alternativas: <http://www.si3ea.gov.co/>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME): <http://www1.upme.gov.co/>
- Sistema de Información Minero Energético Colombiano (SIMEC): <http://www.simec.gov.co/>
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE): <http://www.olade.org/portal-eficiencia-energetica/experiencias-regionales-colombia>

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Procedimientos para la Caracterización y diagnóstico energético. Grupo de gestión Eficiente de Energía, Kaí. Facultad de Ingeniería Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, 2011.
- Herramientas para el Análisis de Caracterización de la Eficiencia Energética. Grupo de gestión Eficiente de Energía, Kaí. Facultad de Ingeniería Universidad del Atlántico; Grupo De Investigación En Energías, GIEN, Colombia, 2012.
- El Verdadero Costo de la Energía. Aníbal E. Borroto Nordelo, Aníbal J. Borroto Bermúdez. Revista Mundo Eléctrico Colombiano. 1999.
- Herramientas para Establecer un Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Juan Carlos Campos Avella. Diplomado en Gestión Energética, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, 2000.
- Administración de Energía: Auditorías Energéticas y Cogeneración. Aníbal Borroto Nordelo, Especialización en Ciencias Térmicas, Universidad de Valle, Cali, Colombia, 1997.
- Estadística para Administración, segunda edición. Mark L. Berenson, David M, Levine, Timothy C. Krehbiel. Bernard M. Baruch College, Zicklin School of Business City University of New York.

ANEXOS

Anexo A

DIARIO OFICIAL 44.573

LEY 697 03/10/2001

Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

El Congreso de Colombia,

DECRETA:

Artículo 1°. Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

Artículo 2°. El Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, URE, a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia URE y el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.

Artículo 3°. Definiciones. Para efectos de interpretar y aplicar la presente ley se entiende por 1. URE: 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 incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible. 2. Uso eficiente de la energía:

Es la utilización de la energía, de tal manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y/o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad, vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. 3. Desarrollo sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la

calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

4. Aprovechamiento óptimo: Consiste en buscar la mayor relación beneficio-coste en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. 5. Fuente energética: Todo elemento físico del cual se puede obtener energía, con el objeto de aprovecharla.

Se dividen en fuentes energéticas convencionales y no convencionales. 6. Cadena Energética: Es el conjunto de todos los procesos y actividades tendientes al aprovechamiento de la energía que comienza con la fuente energética misma y se extiende hasta su uso final. 7. 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. 8. Fuentes convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes convencionales de energía aquellas utilizadas de forma intensiva y ampliamente comercializadas en el país. 9. Fuentes no convencionales de energía: Para efectos de la presente ley son fuentes no convencionales de energía, aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. 10. Energía Solar: Llámese energía solar, a la energía transportada por las ondas electromagnéticas provenientes del sol. 11. Energía Eólica: Llámese energía eólica, a la energía que puede obtenerse de las corrientes de viento. 12. Geotérmica: Es la energía que puede obtenerse del calor del subsuelo terrestre. 13. Biomasa: Es cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico y toda materia vegetal originada a por el proceso de fotosíntesis, así como de los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos. 14. Pequeños aprovechamientos hidroenergéticos: Es la energía potencial de un caudal hidráulico en un salto determinado que no supere el equivalente a los 10 MW.

Artículo 4°. Entidad responsable. El Ministerio de Minas y Energía, será la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía de acuerdo a lo dispuesto en la presente ley, y cuyo objetivo es: 1. Promover y asesorar los proyectos URE, presentados por personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, de acuerdo con los lineamientos del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energía no convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad económica, financiera, tecnológica y ambiental. 2. Promover el uso de energías no convencionales

dentro del programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales (PROURE), estudiando la viabilidad tecnológica, ambiental y económica.

Artículo 5°. Creación de PROURE. Créase el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales —PROUREII, que diseñará el Ministerio de Minas y Energía, cuyo objeto es aplicar gradualmente programas para que toda la cadena energética, esté cumpliendo permanentemente con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Artículo 6°. Obligaciones especiales de las empresas de servicios públicos. Además de las obligaciones que se desprendan de programas particulares que se diseñen, las Empresas de Servicios Públicos que generen, suministren y comercialicen energía eléctrica y gas y realicen programas URE, tendrán la obligación especial dentro del contexto de esta ley, de realizar programas URE para los usuarios considerando el aspecto técnico y financiero del mismo y asesorar a sus usuarios para la implementación de los programas URE que deban realizar en cumplimiento de la presente ley.

Artículo 7°. Estímulos y sanciones. 1. Para la investigación: El Gobierno Nacional propenderá por la creación de programas de investigación en el Uso Racional y Eficiente de la Energía a través de Colciencias, según lo establecido en la Ley 29 de 1990 y el Decreto 393 de 1991. 2. Para la educación: El ICETEX beneficiará con el otorgamiento de préstamos a los estudiantes que quieran estudiar carreras o especializaciones orientado en forma específica a aplicación en el campo URE. 3. Reconocimiento Público: 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. El Ministerio de Minas y Energía dará amplio despliegue a los galardonados en los medios de comunicación más importantes del país. 4. Generales: El Gobierno Nacional establecerá los incentivos e impondrá las sanciones, de acuerdo con el programa de uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 8°. Divulgación. El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con las entidades públicas y privadas pertinentes diseñara estrategias para la educación y fomento del Uso Racional y Eficiente de la Energía dentro de la ciudadanía, con base en campañas de información utilizando medios masivos de comunicación y otros canales idóneos. Las empresas de servicios públicos que presten servicios de Energía eléctrica y gas deberán imprimir en la carátula de recibo de factura o cobro, mensajes motivando, el Uso racional y Eficiente de la Energía y sus beneficios con la preservación del medio ambiente.

Artículo 9°. Promoción del uso de fuentes no convencionales de energía. El Ministerio de Minas y Energía formulará los lineamientos de las políticas, estrategias e instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas.

Artículo 10. El Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo URE, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Artículo 11. Vigencia. La presente ley rige a partir de la fecha de su promulgación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

El Presidente del honorable Senado de la República, Carlos García Orejuela. El Secretario General del honorable Senado de la República, Manuel Enríquez Rosero. El Presidente de la honorable Cámara de Representantes, Guillermo Gaviria Zapata. El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes, Angelino Lizcano Rivera. **REPUBLICA DE COLOMBIA – GOBIERNO NACIONAL** Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 3 de octubre de 2001.

ANDRES PASTRANA ARANGO

El Ministro de Minas y Energía,

LUÍS RAMIRO VALENCIA COSSIO

Anexo B. Calificador de niveles de gestión energética en Sistemas de Información

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
Hay gestión a la vista del cumplimiento del presupuesto y los indicadores de eficiencia energética en las áreas claves de la empresa y a nivel de empresa						2
Existe una buena comunicación oral y escrita a través de los diferentes niveles de la compañía.						3
En el sistema de información general de la empresa están incorporados los indicadores energéticos.						3
Existe un sistema de información de la empresa diseñado para satisfacer los requerimientos funcionales de información de la Gerencia General y de todos los departamentos en forma oportuna y confiable.						3
La empresa está actualizada en materia de nuevos desarrollos en programas y equipos de cómputo y tiene el personal capacitado para manejarlos.						2
El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee la empresa responde a las necesidades de información de las áreas y es óptimo con relación al tiempo de proceso y seguridad.						2
En el sistema de información de la empresa, o en forma independiente, existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación, superintendencia y gerencia de procesos.						1
La Gerencia ha definido las rutas y los reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde esta incluido el de eficiencia energética.						1
Calificar						2,12

Anexo C. Calificador de niveles de gestión energética en Representación de la Gerencia para la Eficiencia Energética.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
Existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en la empresa.						1
Existe una evaluación y un registro diario o semanal de los comportamientos de los presupuestos, indicadores de eficiencia y consumos absolutos de energía a nivel de áreas y a nivel de empresa.						1
Existe retroalimentación del representante de gerencia a las áreas y la gerencia sobre los resultados del monitoreo del comportamiento de los indicadores, presupuestos y consumos en cada área y la empresa.						1
Existe una actividad mensual para evaluación del comportamiento de indicadores, presupuestos y consumos, así como de la marcha de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.						1
Existen chequeos periódicos ante gerencia de las buenas prácticas de gestión empresarial por la eficiencia energética, documentado y registrado.						1
Existe coaching del representante de la gerencia para la eficiencia energética a los proyectos de mejora en cada área y a nivel de empresa.						1
Existen auditorías por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas.						1
Se realiza el ajuste de las metas de eficiencia de la compañía cada año productivo en función de los resultados alcanzados por cada área y la empresa.						1
Existe un árbol de indicadores energéticos a nivel de empresa que permite evaluar el impacto de cada área en el indicador general de la empresa.						1
Existen actividades de promoción a proyectos de mejora de la eficiencia energética identificando y divulgando incentivos financieros, tributarios específicos y vigentes a nivel nacional, invitando a especialistas externos a diagnósticos, programando talleres o workshop sobre temas de mejora de eficiencia en procesos críticos específicos o realizando visitas a otras						2
Se confecciona mensualmente por el representante de gerencia la información divulgativa sobre el desempeño de la gestión energética por áreas y a nivel de empresa y se retroalimenta al personal.						1
Calificar						1,09

Anexo D. Calificador de niveles de gestión energética en Producción y Operación.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
<p>Producción y la gerencia de la empresa conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y se hace seguimiento y registro diario a los mismos.</p>						
						2
<p>Están establecidos los criterios y procedimientos para que producción pueda planificar sus procesos siempre en la dirección del menor gasto energético económicamente posible.(menores frecuencias de arranques y paradas, menores cambios de productos, menores cambios de materias primas, mayores ratas de producción etc.)</p>						
						2
<p>Producción conoce la capacidad nominal de su maquinaria y equipo por cada línea de producción y planea el rango deseado de su utilización teniendo en cuenta no solo factores productivos, sino también cuanto se incrementa el índice de consumo</p>						
						2
<p>Existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diario a nivel de operación que permite corregir desviaciones de estos respecto a la meta logable.</p>						
						2
<p>Existen procedimientos establecidos en cada área para que los operadores actúen siempre en la dirección del menor gasto energético posible ante eventos operacionales no continuos.</p>						
						2
<p>Están capacitados y entrenados los operadores y supervisores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora. Existen procedimientos para documentar y tramitar los resultados de los autodiagnósticos.</p>						
						2
<p>La empresa evalúa la posibilidad de comprar material semiprocado teniendo en cuenta el impacto energético de esta</p>						
						1
<p>La empresa tiene planes de contingencia para ampliar su capacidad de producción más allá de su potencial actual para responder a una demanda superior a su capacidad de producción y ha considerado en los mismos el impacto en los consumos energéticos y la eficiencia energética de la nueva maquinaria.</p>						
						2
<p>La empresa tiene un sistema para documentar y divulgar eventos de paradas, sus causas, tiempos y acciones correctivas.</p>						
						2
Calificar						1,89

Anexo E. Calificador de niveles de gestión energética en Planeación.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
<p>Existe un política energética insertada en la política general de la empresa o de forma independiente.</p>						
						1
<p>Existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales de la empresa o de forma independiente a estos.</p>						
						1
<p>Existen metas a nivel de empresa y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales de la empresa.</p>						
						1
<p>Existe un presupuesto de consumo e energía para la empresa y en cada centro de costo, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de venta, de producción y de los índices de consumo esperados de cada producto, de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee la empresa.</p>						
						1
<p>El presupuesto de energía anual de la empresa tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área o centro de costo.</p>						
						1
<p>Están identificadas y cuantificadas en cada área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.</p>						
						1
<p>Existe un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética que puede alcanzar el área o centro de costo en función del nivel de producción presupuestado.</p>						
						1
<p>Los presupuestos de consumo y eficiencia energética son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.</p>						
						1
Calificar						1

Anexo F. Calificador de niveles de gestión energética en Mantenimiento

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO	
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica	
Gestión Ambiental		Sistemas de Información	
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento
			Aseguramiento de la calidad
			Comercialización y Compras
			Contabilidad y Finanzas

Página 1 Página 2

<p>Existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permite medir los gastos energéticos unitarios de los productos o semiproductos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo.</p>	1
<p>Existe documentación técnica del fabricante de los equipos claves de consumo con las recomendaciones de mantenimiento, operación, arranques, paradas, sistemas de control etc... y es conocida y aplicada correctamente por sus operadores.</p>	3
<p>Existe implementado un sistema de mantenimiento autónomo a los equipos y los operadores cuentan con un procedimiento para informar los daños, inconformidades o eventos observados en sus equipos a partir del chequeo del mantenimiento autónomo a sus equipos.</p>	3
<p>Los operadores realizan mantenimiento autónomo de sus equipos principales a partir de listas de chequeo predeterminadas, evitando paradas o incrementos de consumos por suciedad de filtros, fugas, pases de válvulas, desajuste de uniones etc...</p>	3
<p>Los tiempos de recibo de la información de requerimiento de mantenimiento, presencia en sitio del mantenedor y reparación de la falla, inconformidad o evento reportado, se consideran adecuados en la empresa.</p>	2
<p>Existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.</p>	2
<p>Se organiza y planifica el programa de mantenimiento planificado correctivo, preventivo o predictivo, a todos los equipos y maquinaria en función del orden de prioridad establecido y los resultados son debidamente documentados.</p>	3
<p>La empresa mantiene un inventario de partes y repuestos claves para equipos críticos.</p>	2

<p>La empresa establece su programa de mantenimiento bajo el concepto del mantenimiento total productivo (MTP).</p>	3
<p>El área de mantenimiento utiliza las posibilidades que le brindan los incentivos que establecen la ley URE 697 de 2001 y el decreto 3683 de 2003 para incrementar la frecuencia de diagnóstico y bajar sus costos.</p>	1
<p>La planta, los procesos y los equipos están diseñados para procurar un ambiente seguro para el trabajador y cuenta con la instrumentación suficiente para que el mismo pueda operar seguro y eficiente.</p>	3
<p>La empresa realiza, documenta y registra auditorias energéticas anualmente para conocer el estado de eficiencia energética de sus equipos claves y actualizar sus planes de mantenimiento y de proyectos de mejora de la eficiencia.</p>	2
<p>La empresa ha realizado un estudio de aplicación, aplica y mantiene, todas las formas de energía renovable económicamente rentables y técnicamente posibles en sus procesos productivos.</p>	1

Calificar 2.23

Anexo G. Calificador de niveles de gestión energética en Innovación y Gestión Tecnológica.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
Están identificados los proyectos de recuperación de residuos energéticos a nivel de áreas y de la empresa.						3
Se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales de la empresa y están identificados los proyectos de mejora de los mismos.						1
Se conoce la eficiencia energética de los procesos productivos energo intensivos de la empresa, existe un bechmarking de sus indicadores y están identificados los proyectos requeridos para la mejora de la eficiencia energética.						1
Están identificadas tecnológicamente las potenciales mejoras productivas del proceso para el incremento de la productividad y sus proyectos asociados.						3
La empresa ha participado en misiones comerciales a otros países, observador en ferias internacionales (relacionadas con el negocio) y una de sus misiones es hacer benchmarking de la eficiencia energética de los procesos e índices de consumo						2
Existe un procedimiento para la revisión de los proyectos productivos o sociales de la empresa que garantiza su ejecución con la mayor eficiencia energética posible económicamente.						2
Existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos en la empresa sobre la eficiencia energética del área y de la empresa antes que estas se produzcan.						1
Existe un proceso formal de investigación de nuevas materias primas, tecnologías de procesos de producción y tecnologías energéticas eficientes.						2
La empresa tiene un programa evaluado técnica y económicamente de adquisición de equipos, tecnologías y modernización de sus procesos de producción considerando en le mismo el incremento de la eficiencia energética.						1
Existe un ente en la empresa que se encarga del desarrollo de la vigilancia tecnológica.						1
Existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.						1
Calificar						1,64

Anexo H. Calificador de niveles de gestión energética en Gestión Humana.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
La empresa tiene un organigrama escrito e implantado donde las líneas de autoridad y responsabilidad formal y no formal están claramente definidas. En el mismo se incluye lo referente a la gestión energética.						1
La empresa tiene unas políticas y manuales de procedimientos escritos, conocidos y acatados por todo el personal. Entre los manuales se encuentra un manual de gestión energética.						1
La empresa tiene identificada las necesidades de capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener la eficiencia energética de sus procesos y equipos y los índices de						1
La empresa tiene un programa definido para la capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener y mejorar la eficiencia energética y los índices de consumo en los niveles						1
Existen indicadores de desempeño energético a nivel de compañía y de áreas claramente entendidos por todos y que su divulgación permite conocer la situación mensual de los mismos.						1
Los indicadores de desempeño energético forman parte de los calificadores para la obtención de bonificaciones por resultados en la empresa.						1
La empresa logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los costos energéticos.						1
Es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y de la empresa.						1
La empresa ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética.						1
La empresa cuenta con medios diferentes a la factura energética mensual, para medir cuantitativamente el incremento de la cultura energética en cada una de sus áreas claves.						3
La empresa involucra anualmente sus recursos humanos en ejercicios dirigidos de actualización, crítica e innovación de sus procedimientos y procesos para el incremento de la eficiencia energética.						1
Las habilidades personales, las calificaciones, el deseo de superación, la creatividad y la productividad son criterios claves para la remuneración y promoción del personal, así como para la definición de la escala salarial.						3
Calificar						1,33

Anexo I. Calificador de niveles de gestión energética en Gerencia.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
Existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de empresa y a nivel de áreas.		1				
Existen indicadores energéticos a nivel de empresa y a nivel de áreas que son chequeados con igual frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros de la empresa.		1				
Existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.		1				
Existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área.		2				
Existe un procedimiento para efectuar el monitoreo de los indicadores energéticos diarios a nivel de áreas productivas o centros de costo.		1				
Existen líderes y equipos en cada área encargados de analizar la información del resultado del monitoreo, tomar decisiones operativas, evaluar el resultado del accionamiento de las variables de control e identificar nuevos potenciales de incremento		1				
Existe una estructura formal o no formal en la empresa para atender la eficiencia energética a nivel de áreas y a nivel de		2				
Están definidas las responsabilidades y autoridades de las personas que componen la estructura de la empresa para atender la eficiencia energética.		2				
Están definidas las responsabilidades y los procedimientos que garantizan la eficiencia energética de la empresa en las áreas de: compras y comercialización, proyectos, gestión humana, salud y seguridad,, producción y operación, mantenimiento, gestión ambiental, contabilidad y finanzas, calidad y divulgación.		1				
Calificar						1,33

Anexo J. Calificador de niveles de gestión energética en Gestión Ambiental.

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas
La empresa conoce las normas ambientales que la controlan y tiene establecidos los procedimientos y procesos para cumplirlas.		3				
La cultura y la estrategia productiva y gerencial de la compañía involucra aspectos, impactos y riesgos ambientales.		3				
La empresa mide el desempeño ambiental frente a metas y estándares preacordados.		2				
Uno de los aspectos del desempeño ambiental que mide la empresa es la eficiencia energética de sus procesos.		1				
La empresa considera las regulaciones ambientales y el impacto en la eficiencia energética cuando desarrolla nuevos productos y servicios, o realiza cambios en su infraestructura física.		2				
Para la selección, instalación, operación y mantenimiento de equipos se realizan consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos.		3				
Se definen y documentan las tareas, responsabilidades, competencias y procedimientos específicos que aseguren el cumplimiento de las normas ambientales, tanto internas como externas.		3				
La empresa trata de minimizar el consumo de energía, agua y materias primas contaminantes mediante la mejora de sus procesos productivos, el reciclaje, la sustitución de insumos, el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías.		3				
La empresa ha medido la cuantía del desperdicio, sabe en qué etapa del proceso es generado y ha formulado planes para reducirlo.		2				
La empresa cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.		2				
Calificar						2,4

Anexo K. Calificador de niveles de gestión energética en Contabilidad y Finanzas

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO	
Gestión Humana	Innovación y Gestión tecnológica	Gestión Ambiental	Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento
		Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras
			Contabilidad y Finanzas

Página 1
Página 2

Existe la infraestructura de medición y contable de las salidas y entradas de recursos y materiales requeridas para hacer de cada etapa del proceso productivo un centro de costo.	3
Se conocen los costos de los energéticos secundarios (aire comprimido, vapor, agua caliente, agua fría, aire frío, electricidad autogenerada) y primarios (gas natural, electricidad) utilizados en cada área o centro de costo y a nivel de empresa.	1
Se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que consume realmente el área y no por prorrateo.	1
Existe la posibilidad de contabilizar y registrar diariamente la producción realizada y el consumo de cada energético consumido para esa producción en cada centro de costo.	3
Existe implementado en cada área un sistema de contabilidad energética relacionando los consumos con las producciones realizadas que permite evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos, el valor de sus pérdidas y la tendencia de	3
Se retroalimenta a los centros de costo de su desempeño diario de eficiencia, pérdidas e indicadores de consumo.	3
Existe un procedimiento para prefacturación, verificar la factura energética en la empresa y para aprobación del pago de la misma.	1
El presupuesto de energía primaria térmica y eléctrica esta desagregado por áreas y se hace seguimiento periódico en cada área de su cumplimiento.	3
El sistema de contabilidad y costos provee información confiable, suficiente, oportuna y precisa sobre los costos unitarios de energía de los productos a nivel de empresa y de los semiproductos a nivel de áreas para la toma de decisiones.	3
La Gerencia General recibe los informes de resultados contables en los primeros días del mes siguiente. Un informe del resultado contable consiste en la tendencia de los costos energéticos por producto dentro de los costos de producción.	3
Existe un sistema claro para definir los costos energéticos en las áreas y en la empresa, dependiendo de las características de los productos y de los procesos.	3
Los productos de exportación se costean en forma diferente que los productos que van al mercado doméstico.	1
El sistema de costos de la compañía permite determinar claramente el impacto en el rendimiento, gastos operacionales y utilidad neta de la eficiencia energética y los índices de consumo de los productos elaborados a nivel de empresa y los	3
La empresa tiene una planeación financiera formal en la cual tienen en cuenta entre sus presupuestos de gastos las inversiones en eficiencia energética y en sus presupuestos de ingresos el incremento de la eficiencia energética de sus	1
La empresa conoce la rentabilidad de cada producto o línea de producto y el impacto en la misma de los costos energéticos unitarios.	3
Se comparan mensualmente los resultados financieros con los presupuestos, se analizan las variaciones y se toman acciones correctivas. En particular se compara el presupuesto de energía por áreas con el desempeño real diario y mensual.	3
La empresa evalúa la utilidad de sus inversiones en equipos, otros activos fijos y en general de sus inversiones, incluidas las de eficiencia energética.	2
El área financiera y la gerencia de la empresa conocen y aplican, si es el caso, las exenciones tributarias vigentes para los proyectos o inversiones destinadas al incremento de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental.	1
El área financiera y la gerencia de la empresa conocen y aplican, si es el caso, los incentivos de mercado que establecen las regulaciones del MDL, Colciencias y Bancoldex para proyectos de eficiencia energética y reducción de impactos ambientales.	1
El área contable y la gerencia de la empresa conocen y aplican las regulaciones de la CREG que impactan los energéticos primarios que paga la empresa para sus procesos productivos.	1
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: flex-end;"> Calificar 2,15 </div>	

Anexo L. Calificador de niveles de gestión energética en Comercialización y Compras

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana	Innovación y Gestión tecnológica			Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas

Página 1
Página 2

Existe un procedimiento para la compra de energía en la empresa.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Existe un procedimiento para el seguimiento al cumplimiento del contrato de energía de la empresa con sus proveedores.	<input style="width: 100%;" type="text" value="2"/>
Existe un procedimiento especial para la compra de equipos o accesorios consumidores de energía que garantiza la adquisición más eficiente posible económicamente.	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
Existen criterios formales para la planificación de la compra de materias primas, materiales y repuestos (pronósticos de venta, disponibilidad, plazo de entrega, etc.) teniendo en cuenta el impacto de los mismos en los consumos energéticos de la empresa.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Esta cuantificado cuanto puede impactar la gestión de abastecimiento en el consumo y eficiencia energética de la empresa.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
La empresa tiene un plan de contingencia para proveerse de energía en el caso que se incrementen sus compromisos comerciales.	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
En general, el criterio usado para seleccionar proveedores de materia prima y materiales es, en su orden, (1) calidad, (2) servicio, (3) precio y (4) condiciones de pago (5) impacto en el consumo y eficiencia energética de los procesos.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Como resultado de negociaciones con los proveedores se programan las entregas de materias primas para mantener el inventario en un nivel óptimo según necesidades y la mayor tasa de producción posible.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Existe un nivel óptimo de inventarios y en el mismo se ha considerado el impacto de los índices de consumo y la variación de los costos unitarios de la energía de los productos con la variación de la tasa de producción de la maquinaria.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Existe un nivel óptimo de inventario de materias primas, trabajo en proceso y producto terminado para reducir las pérdidas originadas en el mal manejo y se ha considerado también en el mismo la variación de los índices de consumo y el costo	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
Se tiene el seguimiento en la empresa de cuanto han variado en los últimos 2 años los costos de energéticos para iguales niveles de producción, por tipo de producto realizado.	<input style="width: 100%;" type="text" value="3"/>
La empresa en sus catálogos de venta incluye sus logros e indicadores de control de emisiones, de eficiencia energética o del adecuado uso de los recursos naturales y energéticos en la producción.	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
La empresa ha analizado y asegurado el abastecimiento energético rentable para sus productos para los próximos 5 y 10 años, teniendo en cuenta la evolución de los precios de los productos en el mercado internacional y de los costos de la	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
La empresa cuenta con una fuente de proveedores o asesores de servicios energéticos especializados con capacidad profesional y debidamente certificados que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
La empresa cuenta con una fuente de proveedores de equipos de medición y control para las variables de sus procesos que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.	<input style="width: 100%;" type="text" value="1"/>
<div style="display: inline-block; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-right: 5px;"> Calificar </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; display: inline-block;">2,13</div>	

Anexo M. Calificador de niveles de gestión energética en Aseguramiento de la Calidad

Calificador de Niveles de Gestión Energética de la Empresa

Representante de la Gerencia para la Eficiencia Energética		CALIFICACIÓN TOTAL PROMEDIO				
Gestión Humana		Innovación y Gestión tecnológica		Gestión Ambiental		Sistemas de Información
Planeación	Gerencia	Producción y operación	Mantenimiento	Aseguramiento de la calidad	Comercialización y Compras	Contabilidad y Finanzas

<p>La Gerencia General tiene como filosofía impulsar programas de calidad en la empresa y para ello capacita adecuadamente a todos los empleados en aspectos de calidad y de mejoramiento continuo incluyendo temas de eficiencia energética de los procesos de compra, planeación, operación, producción, mantenimiento.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="3"/>
<p>Las normas de calidad para todos los productos de la empresa incluyen aspectos de la eficiencia energética, como el control de pérdidas, de efluentes energéticos e índices de consumos y están debidamente documentadas y son conocidas y aplicadas por las personas responsables de su cumplimiento.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="1"/>
<p>Los productos de la empresa cumplen con las normas técnicas establecidas para el sector y existe un benchmarking en cuanto a índices de consumo energético conocido por todos.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="2"/>
<p>El sistema de calidad involucra los controles necesarios para identificar y medir defectos y sus causas en los procesos de producción, los retroalimenta para implementar acciones correctivas y les hace seguimiento.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="3"/>
<p>En el proceso de selección de materias primas existen especificaciones técnicas y se aplican los controles necesarios para verificar la calidad y retroalimentar el proceso de selección y compra. Entre los elementos a controlar se encuentran aquellos que impactan los consumos energéticos en los procesos como: humedad, valor calórico, composición, textura, granulometría, impurezas etc...</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="3"/>
<p>Existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="2"/>
<p>Los resultados de las pruebas e inspecciones de calidad son claramente documentados a través del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta que los productos estén listos para su entrega. En estas inspecciones son evaluados también los aspectos de control de pérdidas energéticas, efluentes energéticos e índices de consumo.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="2"/>
<p>La empresa dispone de información de sus competidores en cuanto a calidad del producto y composición de los precios, especialmente el componente energético de los mismos.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="1"/>
<p>La empresa esta certificada con las normas ISO14000.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="1"/>
<p>La empresa esta certificada con las normas ISO 9000.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="3"/>
<p>La empresa promueve auditorías periódicas para mantener y mejorar el cumplimiento de las normas ISO.</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="3"/>
<p>La empresa aplica voluntariamente una norma de gestión energética (Ej. MSE-2000).</p>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text" value="1"/>

2,08

**Anexo N. Informe de prácticas con calificación deficiente
(menor o igual a 2) software de calificación de niveles de gestión
energética en la empresa.**

PLANEACIÓN	Calificación:1
No existe un política energética insertada en la política general de la empresa o de forma independiente.	
No existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales de la empresa o de forma independiente a estos.	
No existen metas a nivel de empresa y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales de la empresa.	
No existe un presupuesto de consumo e energía para la empresa y en cada centro de costo, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de venta, de producción y de los índices de consumo esperados de cada producto, de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee la empresa.	
El presupuesto de energía anual de la empresa no tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área o centro de costo.	
No están identificadas y cuantificadas en cada área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.	
No existe un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética que puede alcanzar el área o centro de costo en función del nivel de producción.	
Los presupuestos de consumo y eficiencia energética no son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.	

GERENCIA	Calificación:1,33
No existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de empresa y a nivel de áreas.	
No existen indicadores energéticos a nivel de empresa y a nivel de áreas que son chequeados con igual frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros de la empresa.	
No existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.	
No existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área.	
No existe un procedimiento para efectuar el monitoreo de los indicadores energéticos diarios a nivel de áreas productivas o centros de costo.	
No existen líderes y equipos en cada área encargados de analizar la información del resultado del monitoreo, tomar decisiones operativas, evaluar el resultado del accionamiento de las variables de control e identificar nuevos potenciales de incremento de la eficiencia energética.	
No existe una estructura formal o no formal en la empresa para atender la eficiencia energética a nivel de áreas y a nivel de empresa.	
No están definidas las responsabilidades y autoridades de las personas que componen la estructura de la empresa para atender la eficiencia energética.	
No están definidas las responsabilidades y los procedimientos que garantizan la eficiencia energética de la empresa en las áreas de: compras y comercialización, proyectos, gestión humana, salud y seguridad, producción y operación, mantenimiento, gestión ambiental, contabilidad y finanzas, calidad y divulgación.	

PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN	Calificación:1,89
Producción y la gerencia de la empresa no conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y	

<p>cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y se hace seguimiento y registro diario a los mismos.</p>
<p>Están establecidos los criterios y procedimientos para que producción pueda planificar sus procesos siempre en la dirección del menor gasto energético económicamente posible. (menores frecuencias de arranques y paradas, menores cambios de productos, menores cambios de materias primas, mayores ratas de producción etc..)</p>
<p>Producción no conoce la capacidad nominal de su maquinaria y equipo por cada línea de producción y planea el rango deseado de su utilización teniendo en cuenta no solo factores productivos, sino también cuanto se incrementa el índice de consumo con la reducción del factor de carga.</p>
<p>No existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diario a nivel de operación que permite corregir desviaciones de estos respecto a la meta lograble.</p>
<p>No existen procedimientos establecidos en cada área para que los operadores actúen siempre en la dirección del menor gasto energético posible ante eventos operacionales no continuos.</p>
<p>No están capacitados y entrenados los operadores y supervisores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora. Existen procedimientos para documentar y tramitar los resultados de los autodiagnósticos.</p>
<p>La empresa no evalúa la posibilidad de comprar material semiprocesado teniendo en cuenta el impacto energético de esta estrategia.</p>
<p>La empresa no tiene planes de contingencia para ampliar su capacidad de producción más allá de su potencial actual para responder a una demanda superior a su capacidad de producción y ha considerado en los mismos el impacto en los consumos energéticos y la eficiencia energética de la nueva maquinaria.</p>
<p>La empresa no tiene un sistema para documentar y divulgar eventos de paradas,</p>

sus causas, tiempos y acciones correctivas.

MANTENIMIENTO	Calificación:2,23
No existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permite medir los gastos energéticos unitarios de los productos o semiproductos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo.	
Los tiempos de recibo de la información de requerimiento de mantenimiento, presencia en sitio del mantenedor y reparación de la falla, inconformidad o evento reportado, no se consideran adecuados en la empresa.	
No existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.	
La empresa no mantiene un inventario de partes y repuestos claves para equipos críticos.	
El área de mantenimiento no utiliza las posibilidades que le brindan los incentivos que establecen la ley URE 697 de 2001 y el decreto 3683 de 2003 para incrementar la frecuencia de diagnóstico y bajar sus costos.	
La empresa no realiza, no documenta ni registra auditorias energéticas anualmente para conocer el estado de eficiencia energética de sus equipos claves y actualizar sus planes de mantenimiento y de proyectos de mejora de la eficiencia.	
La empresa no ha realizado un estudio de aplicación, aplica y mantiene, todas las formas de energía renovable económicamente rentables y técnicamente posibles en sus procesos productivos.	

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Calificación:2,08
Las normas de calidad para todos los productos de la empresa no incluyen aspectos de la eficiencia energética, como el control de pérdidas, de efluentes	

energéticos e índices de consumos y están debidamente documentadas y son conocidas y aplicadas por las personas responsables de su cumplimiento.
Los productos de la empresa no cumplen con las normas técnicas establecidas para el sector y existe un benchmarking en cuanto a índices de consumo energético conocido por todos.
No existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.
Los resultados de las pruebas e inspecciones de calidad no son claramente documentados a través del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta que los productos estén listos para su entrega. En estas inspecciones no son evaluados los aspectos de control de pérdidas energéticas, efluentes energéticos e índices de consumo.
La empresa no dispone de información de sus competidores en cuanto a calidad del producto y composición de los precios, especialmente el componente energético de los mismos.
La empresa no esta certificada con las normas ISO14000.
La empresa no aplica voluntariamente una norma de gestión energética (Ej. MSE-2000).

COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS	Calificación:2,13
No existe un procedimiento para el seguimiento al cumplimiento del contrato de energía de la empresa con sus proveedores.	
No existe un procedimiento especial para la compra de equipos o accesorios consumidores de energía que garantiza la adquisición más eficiente posible económicamente.	
La empresa no tiene un plan de contingencia para proveerse de energía en el caso que se incrementen sus compromisos comerciales.	
La empresa no ha analizado y asegurado el abastecimiento energético rentable	

para sus productos para los próximos 5 y 10 años, teniendo en cuenta la evolución de los precios de los productos en el mercado internacional y de los costos de la energía primaria en el mercado interno.
La empresa no cuenta con una fuente de proveedores o asesores de servicios energéticos especializados con capacidad profesional y debidamente certificados que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.
La empresa no cuenta con una fuente de proveedores de equipos de medición y control para las variables de sus procesos que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.
La empresa en sus catálogos de venta no incluye sus logros e indicadores de control de emisiones, de eficiencia energética o del adecuado uso de los recursos naturales y energéticos en la producción.

CONTABILIDAD Y FINANZAS	Calificación:2,15
No se conocen los costos de los energéticos secundarios (aire comprimido, vapor, agua caliente, agua fría, aire frío, electricidad autogenerada) y primarios (gas natural, electricidad) utilizados en cada área o centro de costo y a nivel de empresa.	
No se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que consume realmente el área y no por prorrateo.	
No existe un procedimiento para prefacturación, verificar la factura energética en la empresa y para aprobación del pago de la misma.	
Los productos de exportación no se costean en forma diferente que los productos que van al mercado doméstico.	
La empresa no tiene una planeación financiera formal en la cual tienen en cuenta entre sus presupuestos de gastos las inversiones en eficiencia energética y en sus presupuestos de ingresos el incremento de la eficiencia energética de sus procesos.	
La empresa no evalúa la utilidad de sus inversiones en equipos, otros activos	

fijos y en general de sus inversiones, incluidas las de eficiencia energética.
El área financiera y la gerencia de la empresa no conocen ni aplican, si es el caso, las exenciones tributarias vigentes para los proyectos o inversiones destinadas al incremento de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental.
El área financiera y la gerencia de la empresa no conocen ni aplican, si es el caso, los incentivos de mercado que establecen las regulaciones del MDL, Colciencias y Bancoldex para proyectos de eficiencia energética y reducción de impactos ambientales.
El área contable y la gerencia de la empresa no conocen ni aplican las regulaciones de la CREG que impactan los energéticos primarios que paga la empresa para sus procesos productivos.

GESTIÓN HUMANA	Calificación: 1,33
La empresa no tiene un organigrama escrito e implantado donde las líneas de autoridad y responsabilidad formal y no formal están claramente definidas. En el mismo se incluye lo referente a la gestión energética.	
La empresa no tiene unas políticas y manuales de procedimientos escritos, conocidos y acatados por todo el personal. Entre los manuales se encuentra un manual de gestión energética.	
La empresa no tiene identificada las necesidades de capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener la eficiencia energética de sus procesos y equipos y los índices de consumo en los niveles presupuestad	
La empresa no tiene un programa definido para la capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener y mejorar la eficiencia energética y los índices de consumo en los niveles presupuestados.	
No existen indicadores de desempeño energético a nivel de compañía y de áreas claramente entendidos por todos y que su divulgación permite conocer la situación mensual de los mismos.	

Los indicadores de desempeño energético no forman parte de los calificadores para la obtención de bonificaciones por resultados en la empresa
La empresa no logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los costos energéticos.
No es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y de la empresa.
La empresa no ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética.
La empresa no involucra anualmente sus recursos humanos en ejercicios dirigidos de actualización, crítica e innovación de sus procedimientos y procesos para el incremento de la eficiencia energética.

INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA	Calificación:1,64
No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales de la empresa y están identificados los proyectos de mejora de los mismos.	
No se conoce la eficiencia energética de los procesos productivos energo intensivos de la empresa, existe un bechmarking de sus indicadores y están identificados los proyectos requeridos para la mejora de la eficiencia energética.	
La empresa no ha participado en misiones comerciales a otros países, observador en ferias internacionales (relacionadas con el negocio) y una de sus misiones es hacer benchmarking de le eficiencia energética de los procesos e índices de consumo de sus productos.	
No existe un procedimiento para la revisión de los proyectos productivos o sociales de la empresa que garantiza su ejecución con la mayor eficiencia energética posible económicamente.	
No existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos en la empresa sobre la eficiencia energética del área y de la empresa antes que estas se produzcan.	

No existe un proceso formal de investigación de nuevas materias primas, tecnologías de procesos de producción y tecnologías energéticas eficientes.
La empresa no tiene un programa evaluado técnica y económicamente de adquisición de equipos, tecnologías y modernización de sus procesos de producción considerando en le mismo el incremento de la eficiencia energética.
No existe un ente en la empresa que se encarga del desarrollo de la vigilancia tecnológica.
No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.

GESTIÓN AMBIENTAL	Calificación:2,4
La empresa no mide el desempeño ambiental frente a metas y estándares preacordados.	
Uno de los aspectos del desempeño ambiental que no mide la empresa es la eficiencia energética de sus procesos.	
La empresa no considera las regulaciones ambientales y el impacto en la eficiencia energética cuando desarrolla nuevos productos y servicios, o realiza cambios en su infraestructura física.	
La empresa no ha medido la cuantía del desperdicio, sabe en qué etapa del proceso es generado y ha formulado planes para reducirlo.	
La empresa no cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.	

SISTEMAS DE INFORMACIÓN	Calificación:2,12
No hay gestión a la vista del cumplimiento del presupuesto y los indicadores de eficiencia energética en las áreas claves de la empresa y a nivel de empresa	
La empresa no está actualizada en materia de nuevos desarrollos en programas y equipos de cómputo y tiene el personal capacitado para manejarlos.	

El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee la empresa no responde a las necesidades de información de las áreas y es óptimo con relación al tiempo de proceso y seguridad.
En el sistema de información de la empresa, o en forma independiente, no existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación, superintendencia y gerencia de procesos.
La Gerencia no ha definido las rutas y los reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde esta incluido el de eficiencia energética.

REP DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Calificación:1,09
No existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en la empresa.	
No existe una evaluación y un registro diario o semanal de los comportamientos de los presupuestos, indicadores de eficiencia y consumos absolutos de energía a nivel de áreas y a nivel de empresa.	
No existe retroalimentación del representante de gerencia a las áreas y la gerencia sobre los resultados del monitoreo del comportamiento de los indicadores, presupuestos y consumos en cada área y la empresa.	
No existe una actividad mensual para evaluación del comportamiento de indicadores, presupuestos y consumos, así como de la marcha de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.	
No existen chequeos periódicos ante gerencia de las buenas prácticas de gestión empresarial por la eficiencia energética, documentado y registrado.	
No existe coaching del representante de la gerencia para la eficiencia energética a los proyectos de mejora en cada área y a nivel de empresa.	
No existen auditorias por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas.	

No se realiza el ajuste de las metas de eficiencia de la compañía cada año productivo en función de los resultados alcanzados por cada área y la empresa.	
No existen inddicadores energéticos a nivel de empresa que permite evaluar el impacto de cada área en el indicador general de la empresa.	
No existen actividades de promoción a proyectos de mejora de la eficiencia energética identificando y divulgando incentivos financieros, tributarios específicos y vigentes a nivel nacional, invitando a especialistas externos a diagnósticos, programando talleres o workshop sobre temas de mejora de eficiencia en procesos críticos específicos o realizando visitas a otras empresas del grupo empresarial con resultados observables.	
No se confecciona mensualmente por el representante de gerencia la información divulgativa sobre el desempeño de la gestión energética por áreas y a nivel de empresa y se retroalimenta al personal.	

CALIFICACIÓN TOTAL	1,78
---------------------------	-------------

Anexo O. Factura de servicio: Energía empresarial de la costa



energía empresarial de la costa S. A. e. S. P.
 NIT: 900.044.461-6
 Oficina Telefónica 24 horas: 011-271-374600
 Dirección: Calle 77B No. 59B-27, Piso 1, P.BX. (51) 3611655 FAX: (51) 3611649
 www.energiaempresarial.com.co
 CUIT: CARTAGENA Caj. 300 Sect. 188C

RECIBIDO Fecha: 20-05-2012 17:53 Costo: 0,00
 Corvo: 8013 - ENERGIA EMPRESARIAL DE LA COSTA
 011-271-374600
 Valor Tot: \$ 13,259,900.00

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: C.I. REAL S.A.
 NIT o C.C.: 8002200418 NIC Cliente: 7576242
 Dirección de Envío: MZ C LT 9 ZONA IND. MAMONAL KM6
 Municipio: CARTAGENA Departamento: EOLIVAR
 Contrato No.: OFE-05142-MM90 Ejecutivo de Ventas: JOSE RICARDO HURTADO
 Usos: INDUSTRIAL Nivel de tensión: II 13.2 KV
 Operador de Red: 0

INFORMACIÓN DE ESTA FACTURA

FACTURA DE VENTA No. EE62221204056999
 Ciudad y Fecha: 11-05-2012
 Periodo Facturación: 01-04-2012 30-04-2012
 Días facturados: 30
 Pagar antes del: 24-05-2012
 Tasa interés por mora: 2.20
 Id Cobro: 757624004-75

CAIDAD DE LA ENERGÍA

CIRCUITO/TRANSFORMADOR	Unid.	Mes	Acumulado del Periodo	Máximo Admisible Periodo	Unidades a compensar	CRO	Cmp
Nombre Código Grupo	Horas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MEMBRILLAL 2 1 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DETALLE DEL COBRO

CONCEPTOS FACTURADOS	VALORES
GENERACION	6,723,445
COMERCIALIZACION	160,726
TRANSPORTE NACIONAL	1,073,556
TRANSPORTE REGIONAL	3,423,444
OTROS CARGOS REGULADOS	84,041
PERDIDAS RECONOCIDAS	446,273
Aproximación A Decenas Energia	-2
SUBTOTAL ENERGIA	12,620,460
Impuesto Alum. Publico	531,424
Aproximación A Decenas Alumbrado	-4
SUBTOTAL COBROS OTRAS ENTIDADES	631,420
FACTURAS ANTERIORES POR PAGAR	13,259,900
TOTAL FACTURACION MES	13,259,900
SALDO ACTUAL	13,259,900

SON: TRECE MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS PESOS M/CTE
 Saldo Actual: TRECE MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS PESOS M/CTE

ESTO TE INTERESA

la energía que mueve la industria de Colombia

Somos una comercializadora de energía exclusiva para clientes no regulados, que nació hace 6 años para incrementar la eficiencia energética del sector empresarial.



ENERGÍA EMPRESARIAL

Representante legal: *Eni Z. Arce*

CANCELADO

CONTABILIZADO 08-15-2012

Documento No. 08-15-2012

Rte. Pte. % S/

Rte. Ica. % S/

Rte. Iva. 5% % S/

Código 23300 13,259,900

Chaqueta No. _____

COC P.F.

FORMATO 1: DETALLE DE PRESENTE FACTURA
INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: C.I. REAL S.A.
Nitro C.U.I.: 8002200418
Nitro Cliente: 7576242

CONSUMOS		G=GENERACIÓN Liquidación de Energía			CO=COMERCIALIZACIÓN			P=PÉRDIDAS RECONOCIDAS	
Consumo Energía Activa Nivel de Tensión:		Contratado a precio fijo (10)			Contratado a precio fijo			Total a pagar comercialización (000)	
		Energía consumida kWh - Mes	Precio por kWh actualizado (COP)	Multiplicador ajuste	Energía comercializada kWh - Mes	Precio comercialización COP/kWh	Subtotales pesos	Tarifa	Total
49,470		49,470	135.90	6,723,445	49,470	2.04	100,726	9.43	446,273

Y=TRANSPORTE NACIONAL				D=TRANSPORTE REGIONAL			
FRANJA HORARIA	Consumo kWh-Mes	Valor del Precio \$/kWh	Subtotal a pagar \$	FRANJA HORARIA	Consumo kWh-Mes	Valor del Precio \$/kWh	Subtotal a pagar \$
Máxima	12,804	25.20	322,626	Máxima	6,412	69.20	443,726
Media	26,143	21.78	569,352	Media	43,058	69.20	2,979,718
Mínima	10,523	17.26	181,576	Mínima			
Total Transporte Nacional	49,470	21.70	1,073,554	Total Transporte Regional	49,470	69.20	3,423,444

O=OTROS CARGOS REGULADOS				CONTRIBUCIÓN		R=COBRO ENERGÍA REACTIVA		
DESCRIPCIÓN	Consumo Energía kWh-Mes	Valor \$/kWh (valor actualizado)	Subtotal a pagar \$	Tarifa Ley	20.00	Energía Activa kWh	Energía Reactiva kWh	Recargos y Penalizaciones
Restricciones	49,470	17.00	841,041	G+CO+P+T+D+O	0	Total	49,470	734
	841,041					Tarifa por kilovatio		0.00
Total Otros Cargos Reg.				Total:	0	Total a pagar por Energía Reactiva:		0

REGISTRO HISTÓRICO							
	PROMEDIO 2012-01	2012-02	2012-03	2012-04			
Energía Activa kWh /mes	44,618	21,626	62,460	49,470	0	0	0
Energía Reactiva kWh/m	040	338	1,474	734	0	0	0
Demanda Máxima kW	116	113	113	123	0	0	0
Factor de Potencia	1.000						
Factor de Carga	0.000						
Tarifa Promedio sin contribución	255.28						
Tarifa Promedio (\$/kWh)	255.28						
IPR de Referencia	118.45						

FACTURACION SERVICIO DE ASEO	DESEMPEÑO DEL SERVICIO:	PRODUCCION (TDI) ULTIMOS 3 MESES	FACTURACION ULTIMOS 3 MESES
:	:	:	:
:	:	:	:
:	:	:	:
:	:	:	:
Subtotal:			

Canales de contacto

Oficina Telefónica
01 8000 913737
24 horas de lunes a domingo y festivos



Te invitamos a ponerte en contacto con nosotros a través de los siguientes canales:

- Nuestro **CENTRO DE SERVICIO AL CLIENTE**, una oficina telefónica a tu disposición las **24 horas de lunes a domingo y festivos**.
- Nuestros ejecutivos de venta un equipo de profesionales dispuestos a ofrecerte los mejores planes y servicios para tu negocio.
- Nuestra **Página Web: www.energiaempresarial.com.co**, donde encontrarás información útil y actualizada acerca de nuestros proyectos y procesos.

En caso de no tener respuesta con los canales antes mencionados, favor comunicarte con:
 Dirección de Ventas: Lissette Bustamante 3114351602
 Gerencia comercial: María Martha Quiñones 3114351478