



EMPRESA PLASTIMEC

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA EMPRESA PLASTIMEC Y LAS BASES PARA EL MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE PLÁSTICO.

TESIS DE MAESTRÍA

Autor. Ing. Antonio Jiménez Ramos
Tutor. Dr. Aníbal Borroto Norbelo

Cienfuegos Julio de 2009.
"Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución"

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo es un reconocimiento al colectivo de profesores del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos que con mucha paciencia han atendido en cada momento las dudas que con respecto a las distintas asignaturas he tenido, a mi familia, a mis compañeros y la Revolución por haberme permitido llegar hasta aquí y con ello poder dar un mayor aporte científico al desarrollo de nuestro país.

SINTESIS

En este trabajo se realizó una caracterización de la situación energética anterior y actual de la Empresa PLASTIMEC, contando la misma con 5 portadores de los cuales los principales son la electricidad y el diesel, con un promedio entre ambos del 90 al 95% del consumo total, una vez iniciado el Proyecto de Gestión Total Eficiente de la Energía y una valoración del estado de actuación, motivación, capacitación, gestión tecnológica e impacto ambiental producto de la implementación del sistema fueron declarado 9 puestos claves con 36 equipos, 49 operarios y 10 jefes.

Se solucionaron 2 problemas del diagnostico energético preliminar con un ahorro monetario de 5731.40 pesos, en energía eléctrica se ahorraron 70.68 MWh/año con una carga contaminante dejadas de emitir al medio de 44,53 ton CO₂, con un costo de implementación de 629.80 pesos el ahorro representa el 4,1 % de los gastos energéticos totales de la empresa.

Se evidenció la positiva evolución que han tenido los indicadores de eficiencia energética de la empresa como resultado de una mejor gestión de la energía, pues los índices obtenidos a través de la historia en la empresa son de 0,441 kWh/ml, en condiciones controladas se obtuvieron 0.420 kWh/ml proponiéndose como índice a alcanzar el de 0,416 Kwh/ml, teniendo en cuenta la elevación del control, la preparación del personal, el mejoramiento técnico del equipamiento, y el tipo de materia prima a procesar, lo cual representa un mejoramiento de 0.004 kWh./ml con respecto al índice controlado, y 0,025

respecto al histórico. Se crearon las bases estadística para un sistema de monitoreo y control energético, basado en índices de consumo para distintas variables en las máquinas extrusoras, y en valores normativos establecidos a partir de los valores de los índices históricos, controlados y no controlados. El cual será aplicado a la nueva tecnología que se introducirá en la empresa.

TABLA DE CONTENIDO	Pág.
PORTADA	1
RECONOCIMIENTOS	2
SINTESIS	3
INTRODUCCIÓN	5-9
CAPITULO 1. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL DE LOS PLÁSTICOS.	
1.2 Introducción a los plásticos	10-28
1.3 Introducción a la tecnología de Extrusión	28-36
1.3 Tecnologías utilizadas en la extrusión de plásticos.	36-37
CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA, ESTRUCTURAS DE CONSUMO, DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PRELIMINAR Y PUESTOS CLAVES	
2.1 Introducción	38
2.2 Caracterización de la gestión energética en el centro.	39
2.3 Estructura de consumo de los portadores energéticos del centro. Costos que representan.	39-41
2.4 Relación de los portadores energéticos.	41
2.5 Estructura de gastos de los portadores energéticos en los primeros cuatro meses de 2008	42-43
2.6 Diagnóstico energético preliminar.	44-45
2.7 Determinación de los puestos claves.	45-49
2.8 Determinación de los puestos claves	49
2.9 Establecimiento de los índices de consumo en cada Puesto Clave	49
2.10 Solución a problemas del diagnóstico energético preliminar	50-55
CAPITULO 3. CALCULO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y BASES PARA EL MONITOREO	
3.1 Introducción	56
3.2 Estadísticas de las producciones	57-64
3.1 Bases del sistema de monitoreo y control energético para la tecnología de extrusión	65-69
CONCLUSIONES.	70-72
RECOMENDACIONES.	73
BIBLIOGRAFÍA	74-77

INTRODUCCIÓN

Las fuentes de energía por excelencia durante el siglo XX fueron la hulla y el petróleo por su alta concentración unitaria y ventajas. Esta etapa hasta los 80 se caracterizó por sus bajos precios y permitió a los países hoy desarrollados, económicamente más fuertes, conseguir altos niveles de desarrollo de la industria, en aras de tener menores costos de producción sobre la base de una economía de escala.

La etapa de los 90 hasta la actualidad se ha caracterizado por la elevación de la eficiencia energética y el ahorro total de la energía para lograr lo óptimo en los procesos productivos, lo cual no fue necesario en la primera etapa, ni posible técnica y económicamente, pero si muy necesario lograrlo en esta por los altos riesgos en que esta incurriendo la sociedad por el uso desmedido de la energía.

El siglo XXI sin dudas contribuirá en la aplicación masiva de nuevas formas de energía renovables y el incremento de la eficiencia de los procesos consumidores, y estará reafirmada la tendencia actual para el desarrollo energético, el equilibrio de las 3 E: 1. Energía que se necesita para el desarrollo, 2. Economía posible, 3. Entorno sin dañar existiendo esta conciencia ya en la mayoría de los empresarios en el mundo entero.

Esta tendencia actual del desarrollo energético hace necesario que los países, reelaboren sus políticas energéticas y lleven a cabo un desarrollo energético sostenible o sustentable de acuerdo a las características de cada uno de ellos.

Con relación a los consumos energéticos en los plásticos ha sucedido lo mismo que en el resto de las aplicaciones tecnológicas. En las décadas antes del 80 la preocupación por los consumos energéticos fue muy pobre debido a la abundancia de los hidrocarburos aparentemente y los pocos cuidados que existían a cerca del medio ambiente. Estos trabajos comenzaron a profundizarse a partir de la década del 90, basados en nuevas formas de vínculos con el medio ambiente y la influencia de éste sobre los fenómenos globales. De ahí que la preocupación fuese dirigida a la disminución de los consumos energéticos, tanto en la obtención de la materia prima, como en su procesamiento para bienes de uso y consumo, por lo que en la actualidad se está trabajando en la disminución energética a la hora de la fabricación de las distintas materias primas, pretendiendo lograrlas con bajos puntos de fusión o ablandamientos y manteniendo o logrando superiores calidades además de mantener monitoreos constantes de los principales componentes de los equipamientos altos consumidores de energía.

Se están teniendo en cuenta aspectos que antes no se tenían, como la temperatura, la humedad en las regiones, para que la fabricación se corresponda con las características de los lugares donde se explotará el equipo.

En la mayoría de las industrias en el mundo controlar costos se hace difícil para la sustentabilidad y los beneficios. Con el incremento de los costos de la energía, los elevados precios de las materias primas y los impactos del cambio climático, la necesidad de controlar y reducir el consumo de energía es más

importante que nunca. Por ello, los costos energéticos pueden ser controlados y reducidos a menudo, implantando medidas que no requieren una inversión significativa. En muchos casos las mejoras se pueden llevar a cabo con un costo bajo o sin costo alguno, mediante la introducción de pequeños cambios en el funcionamiento de un proceso o un equipo, para optimizar su rendimiento.

En el caso de la empresa PLASTIMEC existen grandes oportunidades de ahorro, las cuales se han detectado en el diagnóstico energético preliminar, por lo que se han tomado y se continúan tomando medidas dirigidas al mejoramiento de los índices de consumo y a la eliminación de pérdidas en el equipamiento, sobre la base de la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Una de las insuficiencias fundamentales encontradas durante la aplicación de esta Tecnología es la carencia en la empresa de sistemas de monitoreo y control energético en las diferentes líneas de producción, basados en índices de consumo y valores normativos de los mismos y con un enfoque de mejora continua.

Por tanto, constituye un **problema científico**, el cual será objeto de solución en la presente tesis, el hecho de que no se dispone en la Empresa PLASTIMEC de un sistema de monitoreo y control energético en las líneas de extrusión, basado en índices de consumo que reflejen de forma efectiva la eficiencia energética de los mismos, con valores normativos científicamente fundamentados, con las herramientas necesarias para su funcionamiento y establecidas las variables de

control sobre las cuales actuar para hacer coincidir los resultados con los objetivos previstos.

La presente tesis parte de la **hipótesis** de que si la empresa contara con un sistema de monitoreo y control energético efectivo en las líneas de extrusión, se posibilitaría el seguimiento del comportamiento de la eficiencia energética en las líneas de extrusión, la detección de las desviaciones y comportamientos anómalos y el diagnóstico y acción correctiva para lograr el mejoramiento continuo de su eficiencia energética.

En función de darle solución al problema científico planteado en la presente investigación se definieron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Implementación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Empresa PLASTIMEC y establecer las bases para el monitoreo y control energético en las líneas de extrusión de plástico.

Objetivos específicos:

1. Dejar caracterizada la gestión energética de la empresa para la implementación de la TGTEE con sus estructuras de consumo, diagnóstico energético preliminar y sus puestos claves. Solución a problemas del diagnóstico inicial hasta el cierre de la empresa.
2. Definir los índices de consumo para las líneas de extrusión de plástico para las diferentes producciones ejecutadas en la empresa y Establecer los valores normativos de los índices de consumo a partir de los valores

históricos, de los valores obtenidos en producciones controladas y no controladas durante el desarrollo de la investigación, y de una reducción a alcanzar para la mejora continua del proceso.

3. Establecer las herramientas para la comparación del comportamiento de la eficiencia energética en las líneas de extrusión con los valores normativos y la detección de desviaciones y comportamientos anómalos definiendo los factores claves que determinan la eficiencia energética de las líneas de extrusión de plástico.
4. Establecer las variables de control y su relación con los índices de consumo, sobre las cuales actuar para hacer coincidir los resultados con los valores normativos.

CAPITULO 1. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL EN LOS PLÁSTICOS.

1.1 Introducción a los plásticos.

El primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en los Estados Unidos, cuando se ofrecieron 10 000 dólares a quien produjera un sustituto del marfil (cuyas reservas se agotaban) para la fabricación de bolas de billar. Ganó el premio John Hyatt, quien inventó un tipo de plástico al que llamó celuloide.

El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin el celuloide no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX. El celuloide puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico. En 1907 Leo Baekeland inventó la baquelita, el primer plástico calificado como termo fijo o termoestable: plásticos que pueden ser fundidos y moldeados mientras están calientes, pero que no pueden ser ablandados por el calor y moldeados de nuevo una vez que han fraguado. La baquelita es aislante y resistente al agua, a los ácidos y al calor moderado. Debido a estas características se extendió rápidamente a numerosos objetos de uso doméstico y componentes eléctricos de uso general.

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP). Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para tuberías de todo tipo. Al agregarles diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y juguetes. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes. Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico. También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Du Pont, el que descubrió que dos sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico podían formar un polímero que bombeado a través de agujeros y estirados podían formar hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria

textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. Al nylon le siguieron otras fibras sintéticas como por ejemplo el orlón y el acrilán. En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

Plásticos Utilizados en la empresa PLASTIMEC

Mencionaremos algunos plásticos usados por nuestra empresa en la fabricación de productos, con una síntesis de sus características.

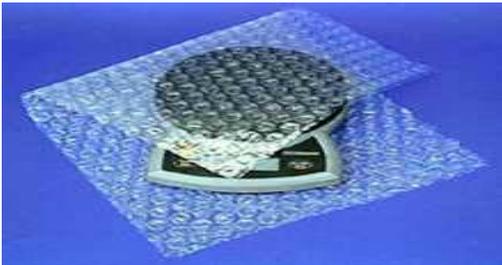
POLIETILENO (PE)

Existen fundamentalmente tres tipos de polietileno:

PE de Alta Densidad: Es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas bastantes juntas. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, fuerte y resistente a golpes y productos químicos. Su temperatura de ablandamiento es de 120° C. Se utiliza para fabricar envases de distintos tipos de fontanería, tuberías flexibles, prendas textiles, contenedores de basura, papeles, etc. Todos ellos son productos de gran resistencia y no atacables por los agentes químicos.



PE de Mediana Densidad: Se emplea en la fabricación de tuberías subterráneas de gas natural los cuales son fáciles de identificar por su color amarillo así como para otros tipos de fluidos.



PE de Baja Densidad: Es un polímero con cadenas de moléculas menos ligadas y más dispersas. Es un plástico incoloro, inodoro, no toxico, más blando y flexible que el de alta densidad.



Esta materia prima se comporta de manera muy estable por lo cual las producciones son muy elevadas con bajos gastos energéticos ya que su temperatura de ablandamiento es baja como se expresó anteriormente.

POLIPROPILENO (PP)



Es un plástico muy duro y resistente. Es opaco y con gran resistencia al calor, pues se ablanda a una temperatura más elevada (150 °C). Es muy resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados por lo que es empleado como material de bisagras. También resiste muy bien los productos corrosivos, este plástico es muy versátil, pues es utilizado para fluidos tanto fríos como calientes. Es de significar que la tecnología de procesamiento de este tipo de plástico solo existía en Cuba en Plastimec.

POLIESTIRENO (PS)

Es un plástico más frágil, que se puede colorear y tiene una buena resistencia mecánica, puesto que resiste muy bien los golpes. Sus formas de presentación más usuales son la laminar. Se usa para fabricar envases, tapaderas de bisutería, componentes electrónicos y otros elementos que precisan una gran ligereza, muebles de jardín, mobiliario de terraza de bares, etc., Material también con bajo punto de ablandamiento, fue muy usado por nosotros en las producciones desechables, como platos, cucharas, tenedores, vasos y otros, puede ser utilizado como espumado.



POLICLORURO DE VINILO (PVC)

El PVC es el material plástico más versátil, pues puede ser fabricado con muy diversas características, añadiéndole aditivos que se las proporcionen. Es muy estable, duradero y resistente, pudiéndose hacer menos rígido y más elástico si se le añaden un aditivo más plastificante. Se ablanda y deforma a baja temperatura, entre los 80 y 95 °C, teniendo una gran resistencia a los líquidos corrosivos, por lo que es utilizado para la construcción de depósitos y cañerías de desagüe, así como perfiles tuberías de varios diámetros, puede ser espumado, laminado etc.



LAS POLIAMIDAS (PA)

La poliamida mas conocida es el nylon. Puede presentarse de diferentes formas aunque los dos mas conocidos son la rígida y la fibra. Es duro y resiste tanto al rozamiento y al desgaste como a los agentes químicos. En su presentación rígida se utiliza para fabricar piezas de transmisión de movimientos tales como ruedas de todo tipo (convencionales, etc.), tornillos, piezas de maquinaria, piezas de electrodomésticos, herramientas y utensilios caseros, la hemos utilizado en la fabricación de aspersores, bujes, esféricas para carros y otros usos, es un plástico muy caro y con una elevada temperatura de ablandamiento, por lo cual tiene altos índices de consumo para su procesamiento.



Aplicaciones del plástico

Los plásticos tienen cada vez más aplicaciones en los sectores industriales y de consumo.

Empaquetado. Una de las aplicaciones principales del plástico es el empaquetado. Se comercializa una buena cantidad de polietileno de baja densidad en forma de rollos de plástico transparente para envoltorios.

El polietileno de alta densidad se usa para películas plásticas más gruesas, como la que se emplea en las bolsas de basura. Se utilizan también en el empaquetado: el polipropileno, el poli estireno, el poli cloruro de vinilo (PVC) y el poli cloruro de vinilideno. Este último se usa en aplicaciones que requieren estanqueidad, ya que no permite el paso de gases (por ejemplo, el oxígeno) hacia dentro o hacia fuera del paquete. De la misma forma, el polipropileno es una buena barrera contra el vapor de agua; tiene aplicaciones domésticas y se emplea en forma de fibra para fabricar alfombras y sogas.

Construcción. La construcción es otro de los sectores que más utilizan todo tipo de plásticos, incluidos los de empaquetado descrito anteriormente. El polietileno de alta densidad se usa en tuberías, del mismo modo que el PVC. Éste se emplea también en forma de láminas como material de construcción. Muchos plásticos se utilizan para aislar cables e hilos, y el poli estireno aplicado en forma de espuma sirve para aislar paredes y techos. También se hacen con plástico marcos para puertas, ventanas y techos, molduras y otros artículos.

Otros sectores industriales, en especial la fabricación de motores, dependen también de estos materiales. Algunos plásticos muy resistentes se utilizan para fabricar piezas de motores, como colectores de toma de aire, tubos de combustible, botes de emisión, bombas de combustible y aparatos electrónicos. Muchas carrocerías de automóviles están hechas con plástico reforzado con fibra de vidrio. Los plásticos se emplean también para fabricar carcasas para equipos de oficina, dispositivos electrónicos, accesorios pequeños y herramientas. Entre las aplicaciones del plástico en productos de consumo se encuentran los juguetes, las maletas y artículos deportivos.

Propiedades termomecánicas de los polímeros

El comportamiento mecánico de los polímeros está condicionado por diversos factores:

Naturaleza química de las unidades elementales del polímero: Dependiendo de esta naturaleza pueden formarse o no enlaces tipo puente de hidrógeno entre las cadenas.

Distribución del tamaño de las cadenas: Esta distribución viene caracterizada por dos parámetros, peso molecular medio y polidispersidad

Grado de entrecruzamiento de las cadenas: El grado de entrecruzamiento podrá ser controlado por aditivos especiales conocidos como plastificantes (p. ej. azufre en el caucho).

Los polímeros isómeros son polímeros que tienen esencialmente la misma composición de porcentaje, pero difieren en la colocación de los átomos o grupos de átomos en las moléculas.

Los polímeros isómeros del tipo vinilo pueden diferenciarse en las orientaciones relativas (cabeza a cola, cabeza a cabeza, cola a cola, o mezclas al azar de las dos.) de los segmentos consecutivos (unidades monómeras.):

Cabeza a cola - $\text{CH}_2\text{-CHX-CH}_2\text{-CHX-CH}_2\text{-CHX-CH}_2\text{-CHX}$

Cabeza a cabeza y cola a cola - $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHX-CHX-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHX-CHX-CH}_2$, o en la orientación de sustituyentes o cadenas laterales con respecto al plano de la cadena axial hipotéticamente extendida.

La isomería cis-trans puede ocurrir, y probablemente ocurre, para cualquier polímero que tenga ligaduras dobles distintas a las que existen en los grupos vinilo pendientes (los unidos a la cadena principal).

Tacticidad

El término tacticidad se refiere al ordenamiento espacial de las unidades estructurales. El mejor ejemplo es el polipropileno, que antes de 1955 no tenía ninguna utilidad. En ese año, Giulio Natta, en Milán, utilizó para hacer polipropileno, los catalizadores que Karl Ziegler había desarrollado para el polietileno.

Esos catalizadores, hechos a base de cloruro de titanio y tri-alquil-aluminio, acomodan a los monómeros de tal manera que todos los grupos metilos quedan colocados del mismo lado en la cadena. En esta forma, NAFTA creó el polipropileno isotáctico, que tiene excelentes propiedades mecánicas. Hasta ese momento, con los procedimientos convencionales, sólo se había podido hacer polímeros atácticos, sin regularidad estructural. El polipropileno atáctico es un material ceroso, con pésimas propiedades mecánicas. Otros catalizadores permiten colocar los grupos alternadamente, formando polímeros que se llaman sindiotácticos, los cuales, como los isotácticos, tienen muy buenas propiedades.

Obtención y fabricación del plástico

La fabricación de los plásticos y sus manufacturados implica cuatro pasos básicos:

1. Obtención de las materias primas.
2. Síntesis del polímero básico.
3. Obtención del polímero como un producto utilizable industrialmente
4. Moldeo o deformación del plástico hasta su forma definitiva.

1. Obtención de las materias primas

En un principio, la mayoría de los plásticos se fabricaban a partir de resinas de origen vegetal, como la celulosa (del algodón), el furfural (de la cáscara de la avena), aceites de semillas y derivados del almidón o del carbón. La caseína de

la leche era uno de los materiales no vegetales utilizados. A pesar de que la producción del nailon se basaba originalmente en el carbón, el aire y el agua, y de que el nailon 11 se fabrica todavía con semillas de ricino, la mayoría de los plásticos se elaboran hoy con derivados del petróleo. Las materias primas derivadas del petróleo son tan baratas como abundantes. No obstante, dado que las existencias mundiales de petróleo tienen un límite, se están investigando otras fuentes de materias primas, como la gasificación del carbón.

2. Síntesis del polímero básico

1. El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización.
2. Los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de condensación y las de adición. Estos métodos pueden llevarse a cabo de varias maneras.
3. En la polimerización en masa se polimeriza sólo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido
4. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que se coagula seguidamente.
5. En la polimerización por interfase los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles y la polimerización tiene lugar en la interfase entre los dos líquidos.

Aditivos

Con frecuencia se utilizan aditivos químicos para conseguir una propiedad determinada.

Los aditivos más comunes son:

- Los antioxidantes protegen el polímero de degradaciones químicas causadas por el oxígeno o el ozono.
- Los estabilizadores protegen al polímero de la intemperie.
- Los plastificantes producen un polímero más flexible.
- Los lubricantes reducen la fricción.
- Los pigmentos colorean los plásticos.

Además de estos aditivos, algunas sustancias ignífugas y antiestáticas se utilizan también como aditivos.

3. Obtención del polímero como un producto utilizable industrialmente

Muchos plásticos se fabrican en forma de material compuesto, lo que implica la adición de algún material de refuerzo (normalmente fibras de vidrio o de carbono) a la matriz de la resina plástica. Los materiales compuestos tienen la resistencia y la estabilidad de los metales, pero por lo general son más ligeros. Las espumas plásticas, compuestas de plástico y gas, proporcionan una masa de gran tamaño pero muy ligera.

5. Moldeo o deformación del plástico hasta su forma definitiva.

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: tiempo, temperatura y deformación.

La naturaleza de muchos de estos procesos es cíclica, si bien algunos pueden clasificarse como continuos o semicontinuos.

Algunas características para el trabajo con plásticos conocidos.

Material	Símbolo	Temp. Fusión	Temp. Trabajo
Cloruro de polivinilo	PVC	130-160	180-210
Polietileno baja	PE	~110	150-260
Polietileno alta	PE	~130	220-230
Polipropileno	PP	~165	180-240
Poli estireno	PS	130-160	180-260
Poliamida	PA	~255	240-280

Una de las operaciones más comunes es la extrusión. Una máquina de extrusión consiste en un aparato que bombea el plástico a través de un molde

con la forma deseada. Los productos extrusionados, como por ejemplo los tubos, tienen una sección con forma regular. La máquina de extrusión también realiza otras operaciones, como moldeo por soplado o moldeo por inyección.

Otros procesos utilizados son el moldeo por compresión, en el que la presión fuerza al plástico a adoptar una forma concreta, y el moldeo por transferencia, en el que un pistón introduce el plástico fundido a presión en un molde.

Problemas con los plásticos

Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que desechamos ya sea el envase, porque es descartable, o bien cuando tiramos objetos de plástico porque se nos han roto.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan. Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos nos alertan sobre esto. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas 6 ó 7 toneladas de plásticos compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar. Dentro del total de plásticos desechables que hoy van a la basura se destaca en los últimos años el

aumento sostenido de los envases de PET, proveniente fundamentalmente de botellas desechables de aguas de mesa, aceites y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Las empresas, buscando reducir costos y amparadas en la falta de legislación, vienen sustituyendo los envases de vidrio por los de plástico retornables en un comienzo, y no retornables posteriormente. Esta decisión implica un permanente cambio en la composición de la basura.

Reciclaje y reutilización del plástico

Si bien existen más de cien tipos de plásticos, los más comunes son sólo seis, y se los identifica con un número dentro de un triángulo a los efectos de facilitar su clasificación para el reciclado, ya que las características diferentes de los plásticos exigen generalmente un reciclaje por separado.

Polietileno Tereftalato (PET) Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post-condensar, existiendo diversos colores para estos usos. Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.).

Polietileno de Alta Densidad (PEAD) El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Roto moldeo. Envases para: detergentes, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados,

bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.

Cloruro de Polivinilo (PVC) Se produce a partir de dos materias primas naturales: gas 43% y sal común 57%. Para su procesamiento es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado) Cloruro de Sodio (2 NaCl) Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa.

Polietileno de Baja Densidad (PEBD) Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión y Roto moldeo. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones. Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para: Agro (recubrimiento de Acequias), envasamiento automático de alimentos y productos industriales (leche, agua, plásticos, etc.).

Polipropileno (PP) El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copo limeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado Punto de Fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio, etc.), se potencian sus propiedades hasta

transformarlo en un polímero de ingeniería. (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termo formado.)

Poli estireno PS Cristal (PS) Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), cristalino y de alto brillo. **PS Alto Impacto:** Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Poli butadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección, Extrusión/Termo formado, Soplado. Potes para lácteos (yogurt, postres, etc.), helados, dulces, etc. Envases varios, vasos, bandejas de supermercados y rotiserías. Heladeras: contrapuestas, anaqueles. Cosmética: envases, máquinas de afeitar descartables. Bazar: platos, cubiertos, bandejas, etc.

1.2. Introducción a la tecnología de Extrusión.

Definición:

Es un proceso continuo, en que la resina es fundida por la acción de temperatura y fricción, es forzada a pasar por un dado que le proporciona una forma definida, y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes.

Se fabrican por este proceso: tubos, perfiles, películas, manguera, láminas, filamentos y pellets.

Ventajas y restricciones:

Presenta alta productividad y es el proceso más importante de obtención de formas plásticas en volumen de producción. Su operación es de las más sencillas, ya que una vez establecidas las condiciones de operación la

producción continúa sin problemas siempre y cuando no exista un disturbio mayor. El costo de la maquinaria de extrusión es moderado, en comparación con otros procesos como inyección, soplado o calandreo, y con una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores.

La restricción principal es que los productos obtenidos por extrusión deben tener una sección transversal constante en cualquier punto de su longitud (tubo, lámina) o periódica (tubería corrugada); quedan excluidos todos aquellos con formas irregulares o no uniformes. La mayor parte de los productos obtenidos de una línea de extrusión requieren de procesos posteriores con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, como en el caso del sellado y cortado, para la obtención de bolsas a partir de película tubular o la formación de la unión o socket en el caso de la tubería.

Aplicaciones Actuales:

A continuación, se enlistan algunos productos que se encuentran en el mercado, transformados por el proceso de extrusión:

Bolsa (comercial, supermercado)

Película plástica para uso diverso

Película para arropado de cultivos

Bolsa para envase de alimentos y productos de alto consumos

Tubería Eléctrica

Tubería para conducción de agua y drenaje

Manguera para jardín

Manguera para uso médico

Recubrimiento

Alambre para uso eléctrico y telefónico

Perfil

Hojas para persiana

Ventanearía

Canales de flujo de Agua

Lámina y Película Plana

Manteles para mesa e individuales

Cinta Adhesiva

Flejes para embalaje

Monofilamento

Filamentos

Alfombra (Filamento de las alfombras)

Descripción del Proceso:

Dentro del proceso de extrusión, varias partes debe identificarse con el fin de aprender sus funciones principales, saber sus características en el caso de elegir un equipo y detectar donde se puede generar un problema en el momento de la operación.

La extrusión, por su versatilidad y amplia aplicación, suele dividirse en varios tipos, dependiendo de la forma del dado y del producto extraído.

Así la extrusión puede ser:

De tubo y perfil

De película tubular

De lámina y película plana

Recubrimiento de cable

De Monofilamento

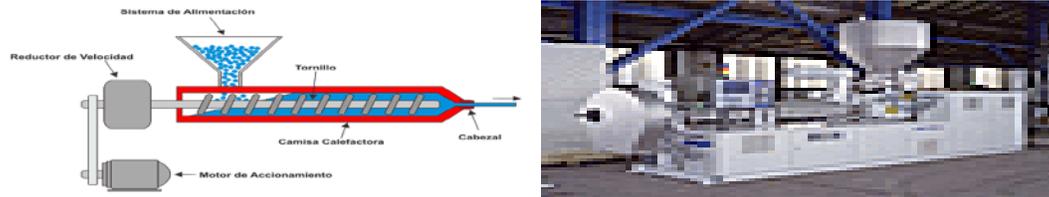
Para pelletización y fabricación de compuestos.

Independientemente del tipo de extrusión que se quiera analizar, todos guardan similitud hasta llegar al dado extrusor. Básicamente, la extrusión consta de un eje metálico central con álabes helicoidales llamado husillo o tordillo, instalado dentro de un cilindro metálico revestido con una camisa de resistencias eléctricas.

En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva para la materia prima, generalmente de forma cónica; en ese mismo extremo se encuentra el sistema de accionamiento del husillo, compuesto por un motor y un sistema de reducción de velocidad.

En la punta del tornillo, se ubica la salida del material y el dado que forma finalmente plástico.

Descripción del equipo:



Tolva o Sistema de alimentación.

La tolva es el depósito de materia prima en donde se colocan los pellets de material plástico para la alimentación continua del extrusor.

Debe tener dimensiones adecuadas para ser completamente funcional; los diseños mal planeados, principalmente en los ángulos de bajada de material, pueden provocar estancamientos de material y paros en la producción. En materiales que se compactan fácilmente, una tolva con sistema vibratorio puede resolver el problema, rompiendo los puentes de material formados y permitiendo la caída del material a la garganta de alimentación. Si el material a procesar es problemático aún con la tolva con sistema vibratorio, la tolva tipo cramer es la única que puede formar el material a fluir, empleando un tornillo para lograr la alimentación.

Las tolvas de secado son usadas para eliminar la humedad del material que está siendo procesado, sustituyen a equipos de secado independientes de la máquina. En sistemas de extrusión con mayor grado de automatización, se cuenta con sistemas de transporte de material desde contenedores hasta la tolva, por medios neumáticos o mecánicos. Otros equipos auxiliares son los dosificadores de aditivos a la tolva y los imanes o magnetos para la obstrucción

del paso de materiales ferrosos, que puedan dañar el husillo y otras partes internas del extrusor.

Barril O Cañón:

Es un cilindro metálico que aloja al husillo y constituye el cuerpo principal de una máquina de extrusión. El barril debe tener una compatibilidad y resistencia al material que esté procesando, es decir, ser de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste.

La dureza del cañón se consigue utilizando aceros de diferentes tipos y cuando es necesario se aplican métodos de endurecimiento superficial de las paredes internas del cañón, que son las que están expuestas a los efectos de la abrasión y la corrosión durante la operación del equipo.

El cañón cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias, en algunos casos va complementado con un sistema de enfriamiento que puede ser flujo de líquido o por ventiladores de aire. Todo el sistema de calentamiento es controlado desde un tablero, donde la temperatura de proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado.

Para la mejor conservación de la temperatura a lo largo del cañón y prevenir cambios en la calidad de la producción por variaciones en la temperatura ambiente, se acostumbra aislar el cuerpo del cañón con algún material de baja conductividad térmica como la fibra de vidrio o el fieltro.

Husillo:

Gracias a los intensos estudios del comportamiento del flujo de los polímeros, el husillo ha evolucionado ampliamente desde el auge de la industrial plástica hasta el grado de convertirse en la parte que contiene la mayor tecnología dentro de una máquina de extrusión. Por esto, es la pieza que en el alto grado determina el éxito de una operación de extrusión.

Alabes o Filetes :

Los álabes o filetes, que recorren el husillo de un extremo al otro, son los verdaderos impulsores del material a través del extrusor. Las dimensiones y formas que éstos tengan, determinará el tipo de material que se pueda procesar y la calidad de mezclado de la masa al salir del equipo.

Profundidad del Filete en la Zona de Alimentación:

Es la distancia entre el extremo del filete y la parte central o raíz del husillo. En esta parte, los filetes son muy pronunciados con el objeto de transportar una gran cantidad de material al interior del extrusor, aceptado el material sin fundir y aire que está atrapado entre el material sólido.

Profundidad del Filete en la zona de Descarga o Dosificación:

En la mayoría de los casos, es mucho menor a la profundidad de filete en la alimentación. Ellos tienen como consecuencia la reducción del volumen en que el material es transportado, ejerciendo una compresión sobre el material plástico. Esta compresión es útil para mejorar el mezclado del material y para la expulsión del aire que entra junto con la materia prima alimentada.

Relación de Compresión:

La relación entre la profundidad del filete en la alimentación y la profundidad del filete en la descarga, se denomina relación de compresión. El resultado de este cociente es siempre mayor a uno y puede llegar incluso hasta 4.5 en ciertos materiales.

Longitud :

Tienen una importancia especial; influye en el desempeño productivo de la máquina y en el costo de ésta. Funcionalmente, al aumentar la longitud del husillo y consecuentemente la del extrusor, también aumenta la capacidad de plastificación y la productividad de la máquina. Esto significa que operando dos extrusores en las mismas condiciones de R.P.M. y temperatura que sólo se distinguen en longitud, uno de menor longitud es posible no tenga capacidad de fundir o plastificar el material después de recorrer todo el extrusor, mientras que el extrusor de mayor longitud ocupará la longitud adicional para continuar la plastificación y dosificará el material perfectamente fundido, en condiciones de fluir por el dado.

Otro aspecto que se mejora al incrementar la longitud es la calidad de mezclado y homogeneización del material. De esta forma, en un extrusor pequeño la longitud no es suficiente para fundir el material al llegar al final del mismo y el plástico se dosifica mal mezclado, en las mismas condiciones, un extrusor mayor fundirá el material antes de llegar al final y en el espacio sobrante seguirá mezclando hasta entregarlo homogéneo. Esto es importante cuando se procesan materiales pigmentados o con lotes maestros (master batch), de cargas o aditivos que requieran incorporarse perfectamente en el producto.

Diámetro:

Es la dimensión que influye directamente en la capacidad de producción de la máquina generalmente crece en proporción con la longitud del equipo. A diámetros mayores, la capacidad en kg/h es presumiblemente superior. Al incrementar esta dimensión debe hacerlo también la longitud de husillo, ya que el aumento de la productividad debe ser apoyada por una mejor capacidad de plastificación.

Como consecuencia de la importancia que tienen la longitud y el diámetro del equipo, y con base en la estrecha relación que guardan entre sí, se acostumbra especificar las dimensiones principales del husillo como una relación longitud / diámetro (L/D).

1.3 Tecnologías utilizadas para la producción de tuberías plásticas rígidas y flexibles.

La empresa cuenta para las máquinas extrusoras con tecnología rusa, italiana y española, de las cuales la española es la menos atrasada y cuenta con más de 10 años de explotación. Internacionalmente los países más avanzados en estas tecnologías son Alemania, EE.UU e Italia. Todos estos países fabrican estos equipos con diferentes flujos a la entrada del equipo, es decir la cantidad de kilogramos de material que es capaz de procesar por hora (kg/h).

La nueva empresa que se construye tendrá máquinas de última generación, construidas con los requerimientos de tropicalización. Estas serán de procedencia alemana, mientras la parte electrónica se producirá en Austria, pero al igual que todas, los parámetros de flujo son los de entrada y salida

teórica, por tanto al igual que las anteriores la eficiencia en la explotación dependerá de la preparación, el control y el monitoreo que se le imponga al sistema, algo que tiene que ser riguroso, pues los consumos planificados están por encima de los 9 MWh día con un índice de explotación para el equipamiento superior al 75%. Esto solo puede lograrse si se definen adecuadamente los diámetros de tuberías apropiados para cada una de las máquinas y los tipos de perfiles a fabricar según los diseños, además de hacer una buena selección del equipamiento auxiliar a utilizar y la correcta selección del sistema de iluminación en cada una de las naves.

CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA, ESTRUCTURAS DE CONSUMO, DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PRELIMINAR Y PUESTOS CLAVES. SOLUCIÓN A PROBLEMAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

2.1 Introducción.

La Empresa Plastimec fue inaugurada el 9 de abril de 1979, con tecnología búlgara, soviética y alemana. En esta época las construcciones y las industrias en general eran extremadamente grandes, con estructuras energéticas acorde con las dimensiones de estas empresas y sobre todo con servicios energéticos centralizados, por lo cual al producirse el envejecimiento de la tecnología con ella envejecían sus redes provocando grandes pérdidas energéticas.

Fue construida a un costo de 20 millones de pesos para producir 9000 km de tuberías anuales de distintos diámetros y espesores con sus accesorios, tanto plásticos como metálicos no ferrosos y 300 000 aspersores.

Actualmente la producción de la empresa mantiene algunos de estos surtidos y ha introducido nuevas tecnologías, como la extrusión de polipropileno, termo formado desechable y carpinterías plásticas de PVC y Aluminio.

2.2 Caracterización de la gestión energética en el centro.

En Plastimec el banco de problemas energéticos es un aspecto de trabajo diario en las tareas administrativas y a nivel del Forum, como este abarca todas las UEB los consumos de energía son controlados a este nivel y a nivel de centro en función de los portadores energéticos. La eficiencia energética se analiza en los consejillos de producción, tanto a nivel central como en las áreas, así como en todos los consejos de dirección.

Las principales insuficiencias que directamente influyen en que se logre una gestión energética eficiente son:

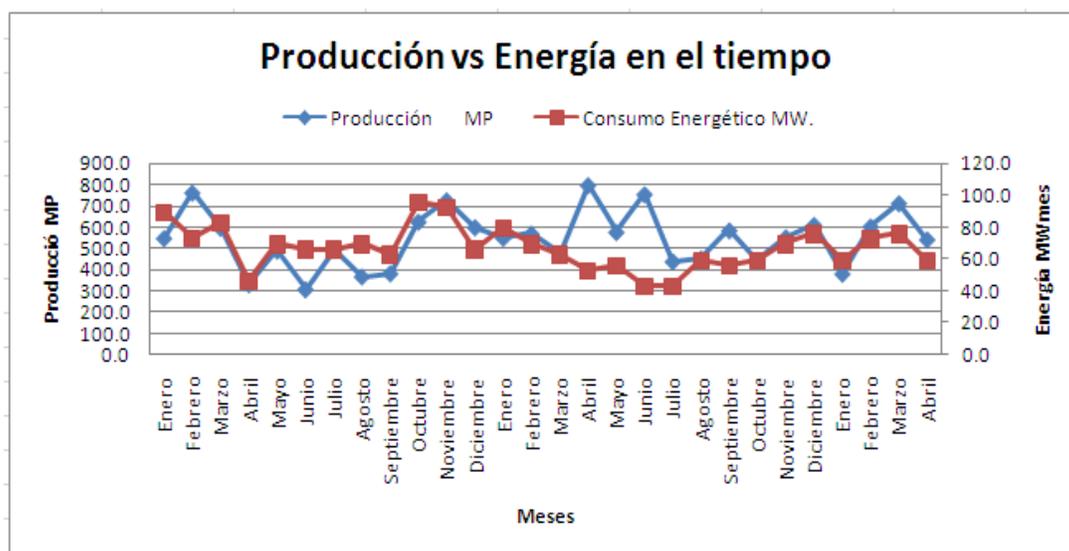
- Tecnología obsoleta.
- Falta de instrumentos de medición y control.
- Falta de presupuesto para inversiones en materia de gestión energética.
- No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía.
- Es bajo el nivel de concientización general sobre la importancia del ahorro de energía. “La eficiencia energética no es problema de todos”.
- No existen estructuras formales o no formales para el trabajo por la eficiencia energética.
- Bajo nivel de capacitación en administración energética de obreros, técnicos y directivos.

2.3 Estructura de consumo de portadores energéticos del centro. Costos que representan.

Comportamiento Energía y Producción en los años 2006, 2007 y 2008.

Años Meses	2006		2007		2008	
	Producción M P	Consumo Energético M W h.	Producción M P	Consumo Energético M W h.	Producción M P	Consumo Energético M W h.
Enero	547.8	89.3	550.0	79.2	380.4	59.4
Febrero	763.0	73.0	570.1	69.3	602.6	72.6
Marzo	596.5	82.8	475.1	62.7	712.8	75.9
Abril	330.2	46.2	798.2	52.8	541.7	59.4
Mayo	488.5	69.3	577.2	56.1		
Junio	306.8	66.0	755.4	42.9		
Julio	491.1	66.0	438.6	42.9		
Agosto	367.2	69.3	451.4	59.4		
Septiembre	382.0	62.7	584.8	56.1		
Octubre	626.0	95.7	445.5	59.4		
Noviembre	727.0	92.4	552.4	69.3		
Diciembre	600.0	66.0	610.6	75.9		
TOTAL	6226.1	878.7	6809.3	726.0	2237.5	267.3

A continuación se muestra el gráfico correspondiente a los años 2006, 2007 y 2008.



Como se puede apreciar en el gráfico, en los años 2006 y hasta el tercer trimestre de 2007 el comportamiento era errático y no existía correspondencia entre consumo energético y producción ejecutada. Sin embargo, a partir de

octubre 2007 y hasta el cierre de la fábrica la correlación entre consumo energético y producción es equilibrado y existe armonía.

2.4 Relación de los portadores energéticos

Los principales portadores energéticos de la empresa son:

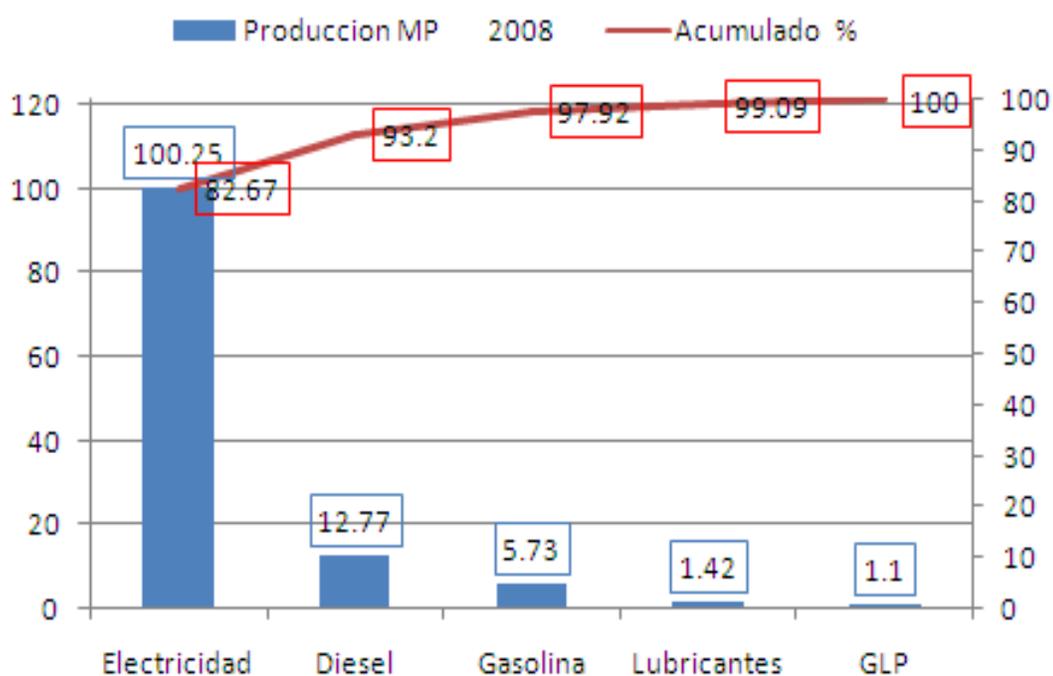
Electricidad, diesel, gasolina, lubricantes y GLP.

2.5 Establecimiento de la estructura de consumo de los portadores energéticos.

En el primer cuatrimestre de 2008 el consumo de portadores energéticos fue de 121.27 toneladas de combustible equivalente, desglosadas de la siguiente forma:

Portador	TCE	%	% Acumulado
Electricidad	100.25	82.67	82.67
Diesel	12.77	10.53	93.20
Gasolina	5.73	4.72	97.92
Lubricantes	1.42	1.17	99.09
GLP	1.10	0.91	100,00
Total	121.27	100,00	

A continuación se muestra el diagrama de Pareto en toneladas de combustible equivalentes para el primer cuatrimestre del 2008.

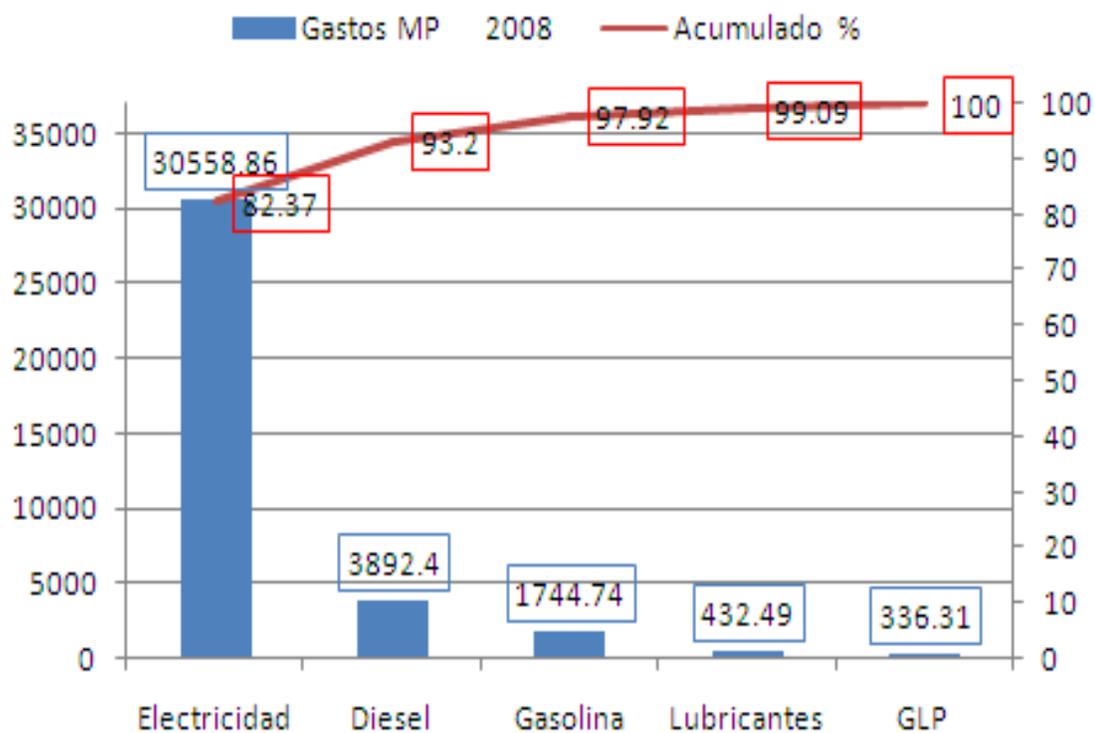


Como puede apreciarse el principal portador es la electricidad con 82,67 %, seguido por el diesel con 12.77 %, sumando juntos un 95.44%, lo que ha sido una tendencia desde años anteriores.

2.6 Estructura de gastos de los portadores energéticos en los primeros cuatro meses de 2008.

Portador	Pesos	%	Acumulado
Electricidad	30558.86	82,37	82,37
Diesel	3892.40	10,53	93,20
Gasolina	1744.74	4,72	97,92
Lubricantes	432.49	1,17	99,09
GLP	336.31	0,91	100,00
Total	36964.8	100,00	

Diagrama de Pareto para gastos de los principales portadores energéticos en el primer cuatrimestre de 2008.



Como se puede observar en cuanto a gastos la electricidad representa el principal portador con el 82.37 %, seguido por el diesel logrando entre ambos un 93.2 % en el primer cuatrimestre del 2008.

2.7 Diagnóstico energético preliminar.

Proyecto de Medidas	Ahorro Econ.	Ahorro Energético kWh./mes	% Sobre Gastos Energ.	Impacto Ambiental
Sustitución de 2 de 6 motores subcargados en extrusoras.	129.60	1400	1.18	882 kg- CO ₂ 5.6 kg-SO ₂ 3.5 kg - NO _x
Sustitución de focos de 250 W por lámparas de 32 W.	40.80	48	0.37	30.24 kg- CO ₂ 0.2 kg-SO ₂ 0.12 kg - NO _x
Sustitución de bombillos de 250 W por tejas traslúcidas.	51.00	60	0.46	37.8 kg- CO ₂ 0.24 kg-SO ₂ 0.15 kg - NO _x
Sustitución de Aires Acondicionado.	70.20	780	0.63	491.4 kg- CO ₂ 3.12 kg-SO ₂ 1.95 kg - NO _x
Traslado del bombeo a horas de la madrugada.	6.72		0.06	
Sustitución de resistencias eléctricas en extrusoras e inyectoras.	138.24	1536	1.25	967.68 kg- CO ₂ 6.14 kg-SO ₂ 3.84 kg - NO _x
Eliminación de salideros en los chilles y compresores de aires.	4.50	50	0.04	31.5 kg- CO ₂ 0.2 kg-SO ₂ 0.125 kg - NO _x
Estudio para la eliminación de los transformadores sub cargados				
Capacitación del personal para el uso eficiente de los equipos altos consumidores.				
Sustitución de calderos por ollas de presión para la cocina ahorro de GLP.	60.00		0.54	
Utilización de los hornos por campañas.	42.48	472	0.38	297.36 kg- CO ₂ 1.8 kg-SO ₂ 1.18 kg - NO _x

Poner metros contadores a cada puesto clave o a grupos de ellos.				
Utilización de los instrumentos de medición correctos en cada puesto clave				
Colocación de capacitares fijos para compensar consumo de reactivo.	4000.00			
TOTAL	4543.54	5306	5.72	3603.60 kg-CO ₂ 22.88 kg-SO ₂ 14.30 kg - NO _x

2.8 Determinación de los puestos claves.

Los Puestos Claves se identificaron a partir de la determinación de los consumos de electricidad por equipos, sobre una base de consumo anual.

Se relacionan los equipos o conjuntos de equipos en orden de prioridad de acuerdo al consumo real medido en cada lugar y se identificaron aquellos que más consumen, hasta llegar a cubrir 83.7 % del consumo del portador energético principal.

Para cada Puesto Clave se determinó el % que representa su consumo de energía con respecto al total del portador principal y al total de energía consumida en el Centro.

EQUIPO	% GASTO	TOTAL
EXTRUSORA	32.30	283.80
INYECTORAS	19.20	168.79
COMPRESORES	10.10	88.70
CHILLER	12.40	108.90
MOLINOS	7.60	66.80
HORNOS	2.10	18.40
TOTAL	83.70	735.39

TOTAL DE MWh./Año 2006 CONSUMIDOS **878.67**

GASTOS ENERGETICOS POR PUESTO CLAVES EN EL 2007. MWh./Año

EQUIPO	% GASTO	TOTAL
EXTRUSORA	33.20	237.20
INYECTORAS	18.10	127.84
COMPRESORES	9,90	70,62
CHILLER	12.30	88,11
MOLINOS	6,70	47,99
HORNOS	1.80	12,89
TOTAL	82.00	584,65

TOTAL DE MWh./Año 2007 CONSUMIDOS **716,30**

GASTOS ENERGETICOS POR PUESTO CLAVES HASTA ARBRIL 2008. MWh.

EQUIPO	% GASTO	TOTAL
EXTRUSORA	33.50	89,55

INYECTORAS	16.30	43,57
COMPRESORES	9,00	24,60
CHILLER	11.30	30,20
MOLINOS	6,90	18,44
HORNOS	1.70	4,54
TOTAL	78,70	180,72
TOTAL DE MWh. HASTA CIERRE ABRIL CONSUMIDOS		267,30

Puestos claves

Áreas	Puestos claves	Cantidad de Equipos	Obreros que intervienen	Jefes
UEB Plástico.	Extrusoras	4	12	
	Inyectoras	3	9	
	Molinos	2	2	
	Mezcladoras	1	3	
	Chillers	2		3
	Compresores	3		1
Taller Polipropileno.	Extrusoras	1	3	
	Inyectoras	1	3	
	Molinos	1	1	
	Compresores	1		2

Taller Termoformado.	Extrusoras	1	3	
	Inyectoras	1	3	
	Molinos	1	1	
	Termoconformadora	1	3	
	Chillers	3		1
	Compresores	1		1
UEB Serv. Técnicos.	Horno de temple	1		1
	Horno de revenido	1	1	1
UEB Prod. Mecánicas.	Horno madre eléctrico	1	3	
	Horno de mantención	4	1	
	Rectificador de Cromo	1	1	
	Compresor	1		
Total General Empresa.	9	36	49	10

A partir de la identificación de los Puestos Claves pasamos a determinar tres importantes aspectos:

- Los operarios que deciden en la eficiencia energética en cada puesto clave.
- Los jefes de esos puestos claves.
- Los índices físicos para el control de la eficiencia energética en cada puesto clave.

Puestos claves en la empresa : 9

Equipos que lo integran: 36

Cantidad de obreros que inciden: 49

Cantidad de jefes que inciden: 10

2.9 Establecimiento de los índices de consumo en cada Puesto Clave.

Los índices de consumo a medir en cada puesto clave son:

- Extrusoras kWh./ml.
- Inyectoras kWh./piezas
- Chiller: Producción equivalente.
- Compresores: Producción equivalente.
- Molinos kWh/kg.
- Hornos kWh/kg.
- Termoconformadora kWh/Pieza.
- Mezcladora kWh/kg.

Los instrumentos de medición necesarios para cada puesto clave son:

Para Extrusoras: Metro contador, pie de rey, circómetros, analizador de red, cinta métrica.

Para Inyectoras: Pie de rey, analizador de redes, metro contador

Para Chilles y Compresores: Metros contadores.

Para molinos trituradores: Metros contadores y balanzas

Para los Hornos: Metros contadores, balanzas.

2.10 Solución a problemas del diagnóstico energético.

Del diagnóstico energético fueron escogido las siguientes tareas a solucionar.

Sustitución de bombillos de 250 W por lámparas fluorescentes de T-8 32 W y tejas traslucidas.			
Entidad	Plastimec	Código del proyecto o medida	1a
Se sustituyeron 40 Bombillos de 250 W por 20 lámparas de 32 W			
Se sustituyeron 35 bombillos de 250 W por 6 tejas traslúcidas			

Descripción del proyecto o medida.

Para el proyecto de cambio se utilizaron las Lámparas T- 8 que poseen las siguientes características entre otras, son lámparas fluorescentes que poseen características más avanzadas en calidad y eficiencia. Con un flujo luminoso por encima de los 104 lúmenes por Watt, operando con balastro electrónico, las lámparas T- 8 son la mejor opción para diseños de iluminación de oficinas, bibliotecas, tiendas, hospitales y otras múltiples aplicaciones en donde sea importante ahorrar energía y tener una iluminación de alta calidad. Estos productos cuentan con una gran variedad de temperaturas de color para crear ambientes y efectos diferentes,

Por otra parte, es posible obtenerlas de diferentes longitudes: 61, 91, 122, y 152 cm. Además, las lámparas T8 incorporan un polvo fluorescente basado en fósforos activados con tierras raras, que proporcionan un mayor flujo luminoso,

de excelente rendimiento color. Estas sustituyeron Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión (VSAP) Estas lámparas funcionan bajo el mismo principio que las de vapor de mercurio, pero varían en sus componentes y geometría. Sus componentes son sodio, mercurio y un gas noble que puede ser argón o xenón; el principal productor de la luz es el sodio que, a diferencia de las lámparas de mercurio, se encuentra a alta presión. El mercurio en este caso es un corrector de color y controlador de tensión; el xenón es empleado para iniciar la descarga eléctrica.

Por otra parte, es posible obtenerlas (T-8) de diferentes longitudes: 61, 91, 122, y 152 cm. Además, las lámparas T8 incorporan un polvo fluorescente basado en fósforos activados con tierras raras, que proporcionan un mayor flujo luminoso, de excelente rendimiento color. Estas sustituyeron Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión (VSAP) Estas lámparas funcionan bajo el mismo principio que las de vapor de mercurio, pero varían en sus componentes y geometría. Sus componentes son sodio, mercurio y un gas noble que puede ser argón o xenón; el principal productor de la luz es el sodio que, a diferencia de las lámparas de mercurio, se encuentra a alta presión. El mercurio en este caso es un corrector de color y controlador de tensión; el xenón es empleado para iniciar la descarga eléctrica.

Elementos tenidos en cuenta desde el punto de vista técnico para la sustitución.

Descripción	Flujo luminoso (lúmenes)	Eficacia (Lum/W)	Vida (Horas)	Depreciación Luminosa (%)
Lámpara T-8 32 W	3050	95.3	20000	52.0
Bombillo 250 W	12100	48.4	24000	54.0

Plan de acción.

Las condiciones para el cambio estaban creadas ya que en el lugar se encuentra una grúa viajera, la cual fue utilizada para esta labor.

Resumen.

Potencial de ahorro	Electricidad	Demanda	kW.	
		Energía	MWh./año	70.68
	Combustible	Energía	kJ/ año	
Reducción de Costos			Pesos/ año	5731.40
Reducción de Emisiones de CO ₂			Ton CO ₂ / año	44.53
Reducción de Emisiones de SO ₂ y NO _x			Ton/ año	0.32 0.14
Costo Implementación			Pesos	629.80
Periodo de Retorno Real de la Inversión			años	1

Valor Presente Neto	Pesos	16827.16
Tasa Interna de Retorno	%	190

40 Bombillos de 250 W	
Descripción	Jornada de 12 horas
Cantidad de Unidades	40
Consumo Energ. Anual. MWh.	43.20
Valor en pesos.	3888.00
20 lámparas T8 de 32 W	
Cantidad de Unidades.	20
Consumo Energ. Anual. MWh.	2.76
Valor en pesos.	248.80
Ahorro Energético Anual. MWh.	40.44
Valor en pesos de la energía.	3639.60
Gasto por adquisición	454.00
Ahorro Total en pesos	3185.60

Las condiciones generales de iluminación para los operarios no sufrieron alteración puesto que las luminarias fueron bajadas al nivel recomendado por los especialistas del CEHPE.

En el taller de carpintería se sustituyeron también 35 focos de la misma potencia por seis tejas traslúcidas adquiridas para este fin.

35 Bombillos de 250 W	
Descripción	Jornada de 24 horas
Cantidad de Unidades	35
Consumo Energ. Anual. MWh.	60.48
Valor en pesos.	5443.20
6 Tejas traslucidas	
Cantidad de Unidades.	6
Consumo Energ. Anual. MWh.	-
Valor en pesos.	-
Ahorro Energético Anual. MWh.	30.24
Valor en pesos de la energía.	2721.60
Gasto por adquisición	175.80
Ahorro Total en pesos	2545.80

Análisis económico a las soluciones del diagnóstico energético.

	A Ñ O S						
	0	1	2	3	4	5	6
Ahorro por cambio de tejas		2545.80	2545.80	2545.80	2545.80	2545.80	2545.80
Ahorro por cambio de focos		3185.60	3185.60	3185.60	3185.60	3185.60	3185.60
Ahorro Total		5731.4	5731.4	5731.4	5731.4	5731.4	5731.4
Depreciación		105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00
Flujo de Caja	-630	4606.12	4606.12	4606.12	4606.12	4606.12	4606.12
Factor de Descuento		0.87	0.76	0.66	0.57	0.50	0.43
Flujo de Caja Descontado		4007.32	3500.65	3040.04	2625.49	2303.06	1980.63
Valor Presente Neto	-630	3377.32	6877.97	9918.01	12543.47	14846.53	16827.16
Tasa Interna de Retorno	190 %						

El ahorro en esta solución del diagnóstico representa el 4.1 % de los gastos totales referidos al año 2007 tomado con referencia, por trabajarse en el 2008 solo 4 meses.

CAPITULO 3. CALCULO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO. BASES PARA EL MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO.

3.1 Introducción

Para la implementación del SGTEE se ha trabajado en la obtención de los índices de consumo de cada una de las producciones que fueron objeto de investigación.

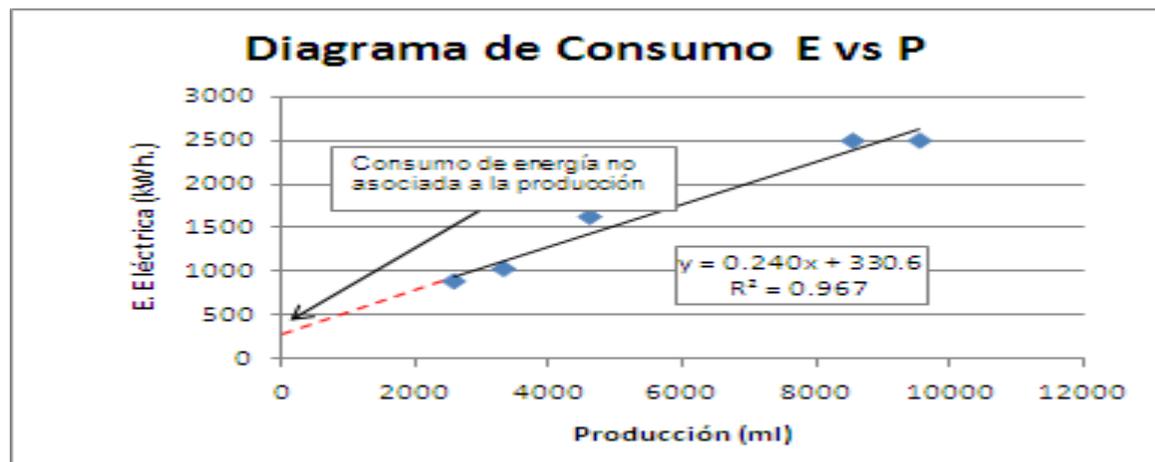
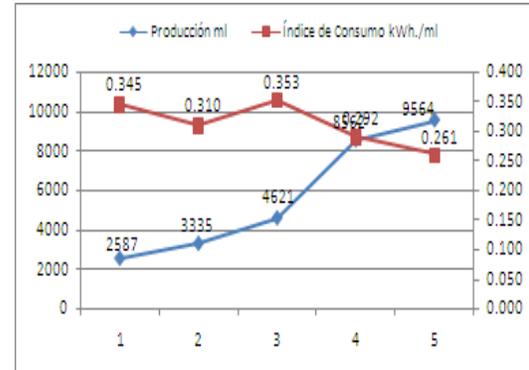
Se implementó un registro (ver anexo No1), en el cual el operario anota las estadísticas de su turno de trabajo, este es recepcionado por el departamento técnico-productivo que a su vez se encarga de procesar los datos, hacer las evaluaciones técnicas pertinentes y proponer las medidas necesarias para el mejoramiento continuo de la actividad.

Durante el proceso productivo el tecnólogo del área fija los parámetros técnicos propios de cada tipo de producto, los cuales se chequean sistemáticamente, esos son los que se van a considerar en el proceso productivo como producción controlada, estos indicadores de conjunto con los no controlados y los históricos son los que se utilizan para establecer los nuevos estándares para el sistema de monitoreo y control y lograr con ello el perfeccionamiento continuo del sistema.

3.2 Estadísticas de las producciones

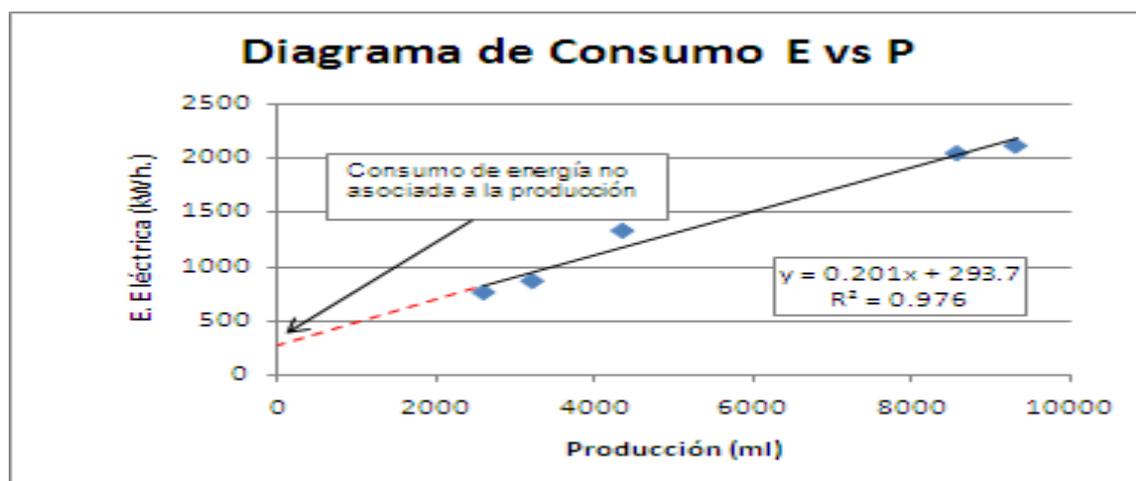
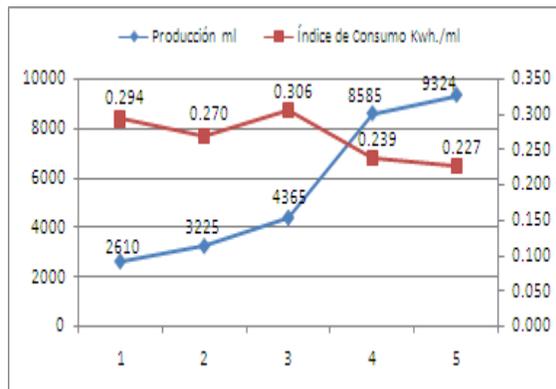
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kWh/mes
1/2"	2587	0.345	893.71
	3335	0.310	1034.86
	4621	0.353	1629.43
	8562	0.292	2496.97
	9564	0.261	2497.92
Total	28669	0.298	8480.97



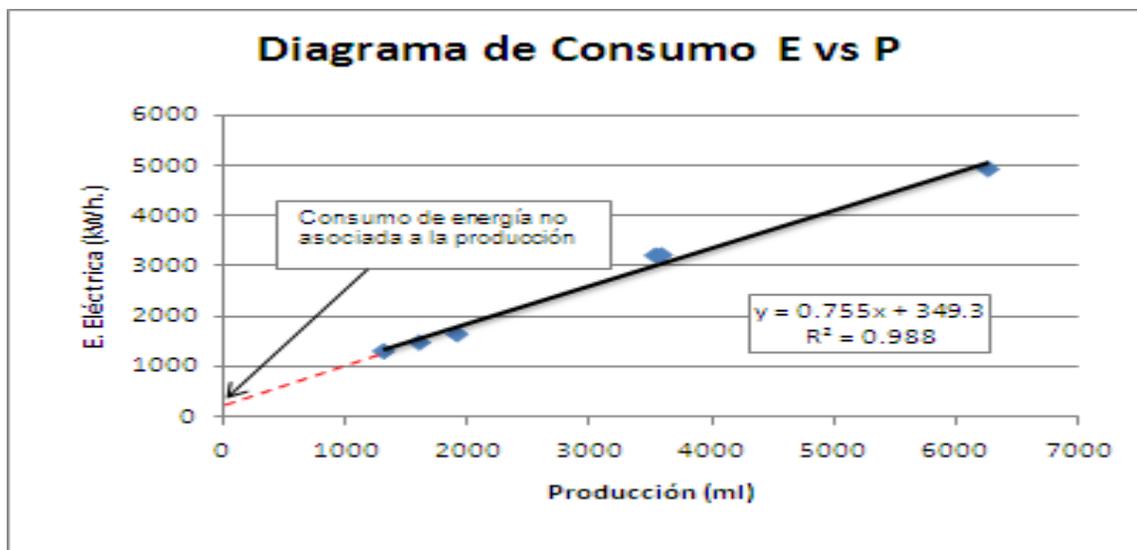
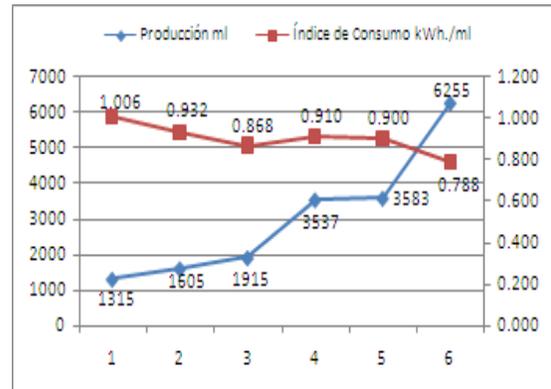
Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kW mes
1/2"	2610	0.294	766.90
	3225	0.270	870.76
	4365	0.306	1334.90
	8585	0.239	2050.50
	9324	0.227	2119.52
Total	28109	0.254	7142.58



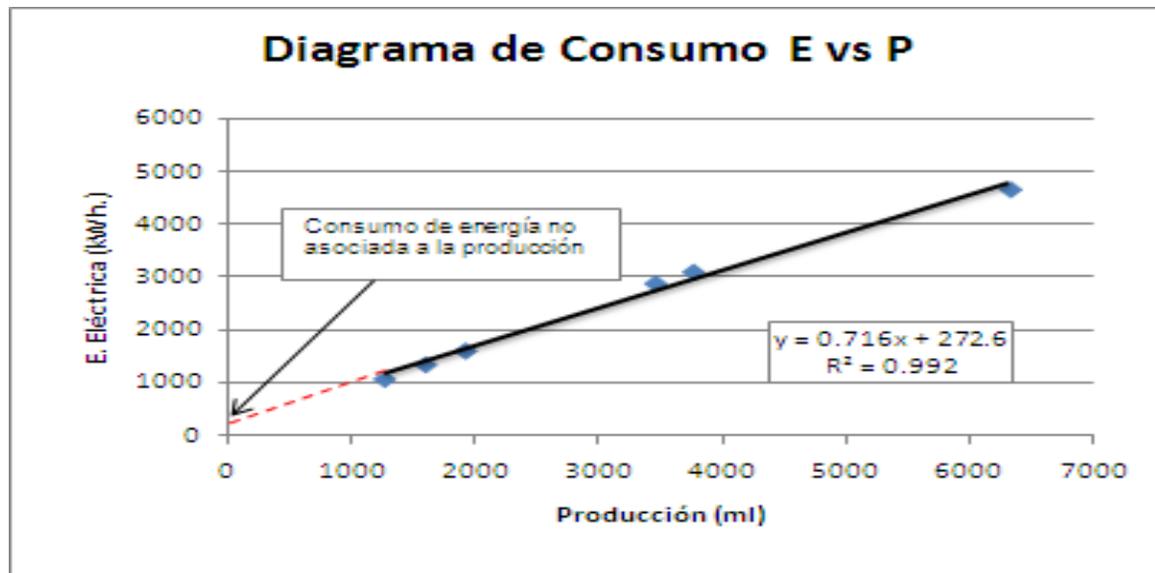
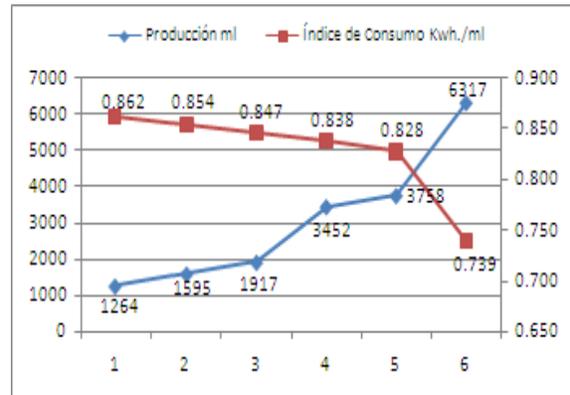
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kWh/mes
2"	1315	1.006	1222.95
	1605	0.932	1576.60
	1915	0.868	1861.80
	3537	0.910	3218.67
	3583	0.900	3324.70
Total	18210	0.871	15854.02



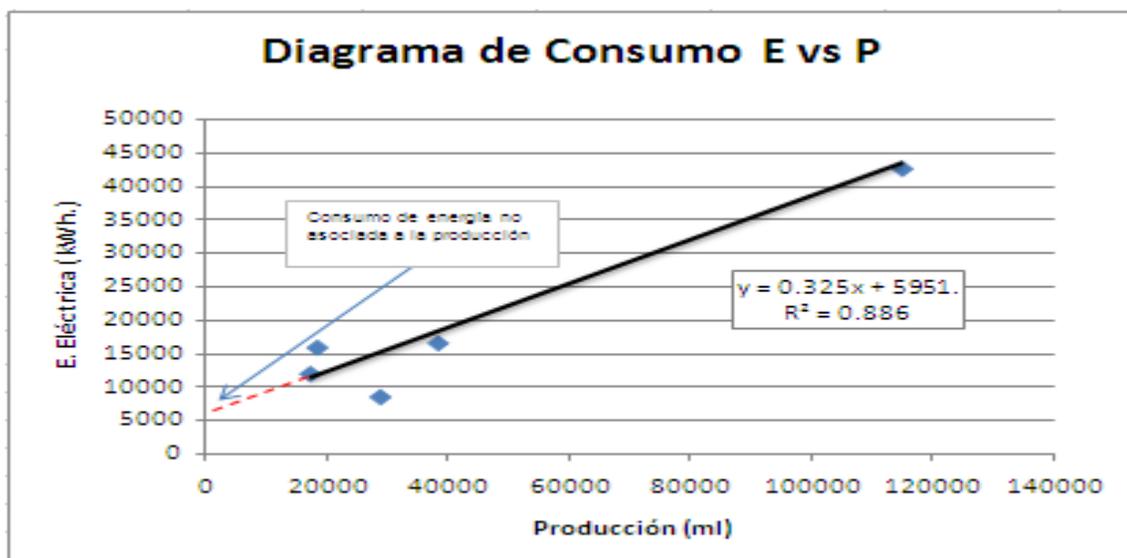
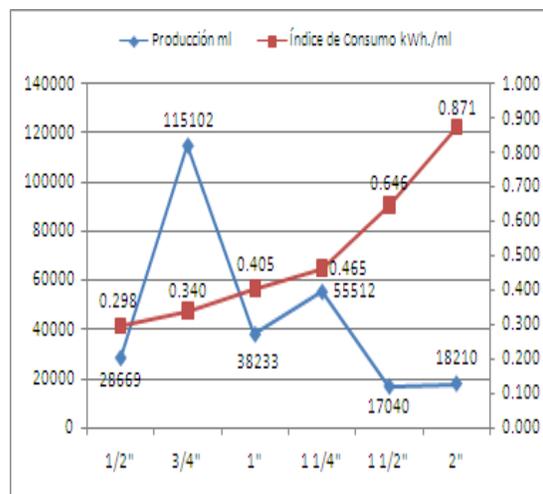
Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kW mes
2"	1264	0.862	1089.56
	1595	0.854	1362.13
	1917	0.847	1622.79
	3452	0.838	2892.43
	3758	0.828	3109.85
	6317	0.739	4667.31
Total	18303	0.806	14744.07



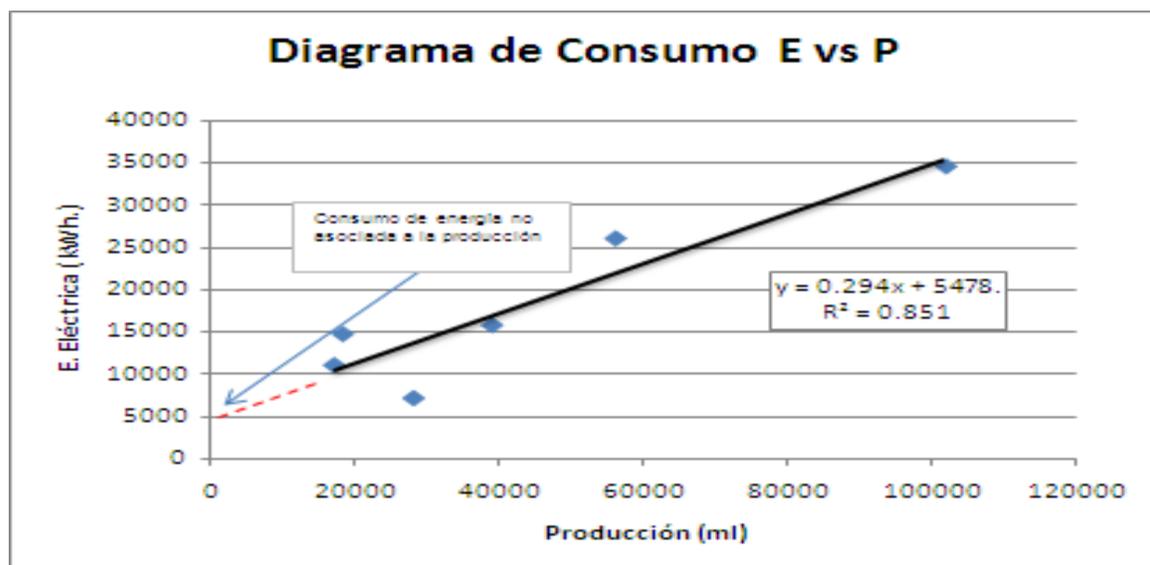
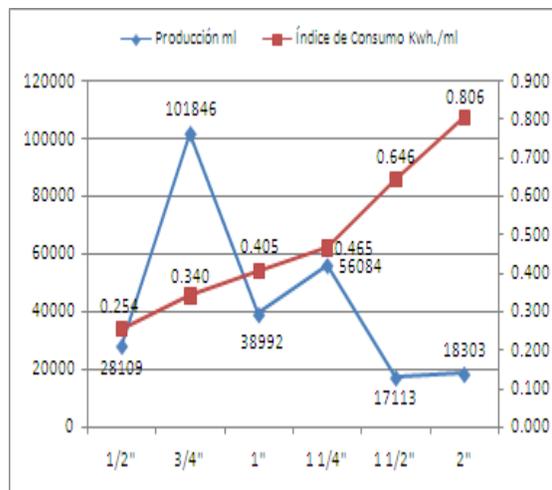
Resumen de las producciones no controladas.

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kW mes
1/2"	28669	0.298	8480.97
3/4"	115102	0.340	42587.74
1"	38233	0.405	16534.27
1 1/4"	55512	0.465	29143.8
1 1/2"	17040	0.646	11928
2"	18210	0.871	15854.02
Total	272766	0.458	124958.8



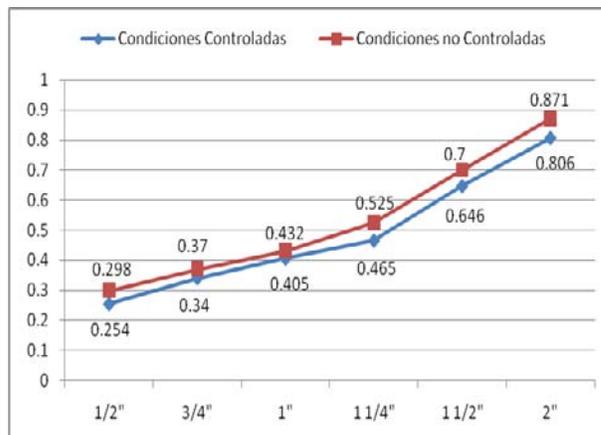
Resumen de las producciones controladas.

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kW mes
1/2"	28109	0.254	7142.58
3/4"	101846	0.340	34627.64
1"	38992	0.405	15791.76
1 1/4"	56084	0.465	26079.06
1 1/2"	17113	0.646	11054.998
2"	18303	0.806	14744.07
Total	260447	0.420	109440.11



Comportamiento de los índices de consumo para las producciones controladas y no controladas.

Diámetro	Índice de Consumo para Condiciones Controladas	Índice de Consumo para Condiciones no Controladas
1/2"	0.254	0.298
3/4"	0.340	0.370
1"	0.405	0.432
1 1/4"	0.465	0.525
1 1/2"	0.646	0.700
2"	0.806	0.871
Promedio	0.351	0.387



Como puede apreciarse existe un consumo de energía no asociado a la producción, debido a que este tipo de tecnología trabaja con máquinas que necesitan un calentamiento inicial, el cual puede variar por muchas causas, entre ellas podemos citar; tipo de materia prima, destreza del operario, estado de la instrumentación de medición, calidad en la alimentación eléctrica, temperatura del agua, así como diámetro y espesor de la tubería entre otras causas.

Para las producciones no controladas en los gráficos que corresponden a los diámetros de 1/2", 1" y 1 1/2" el comportamiento es correcto, ya que se comienza con un consumo energético que tiende a disminuir en la medida que la producción aumenta en función del tiempo, llegando a un punto donde las líneas se cruzan y avanzan con una tendencia a la estabilidad del proceso.

El índice de consumo está en correspondencia con la producción y en la medida que esta se estabiliza el índice disminuye, sin embargo, este es inversamente proporcional al diámetro de la tubería.

En las condiciones controladas de producción el comportamiento, tanto de los gráficos como de índices de consumo fue mejor, llegándose a obtener una tendencia a la estabilidad del proceso en todos los diámetros con una disminución del índice de consumo lo que marcadamente se puede apreciar en el gráfico de comparación de ambas producciones.

Desde el punto de vista del valor numérico el índice de consumo en las producciones controladas como promedio fue de 0.351 kWh/ml de tubería lo que representa una disminución de 0.036 kWh/ml de tubería en relación a cuando el proceso no se controla.

Con respecto a los índices históricos estos se comportan muy parecidos a los no controlados, con un valor promedio 0.372 kWh/ml, el cual se encuentra por debajo de los no controlados y por encima de los controlados, siendo esto producto a que en el proceso normal de producción se suma la no controlada con la controlada existiendo un solo control de las dos.

En la investigación se evidenció la positiva evolución que han tenido los indicadores de eficiencia energética de la empresa como resultado de una mejor gestión de la energía, pues los índices obtenidos a través de la historia en la empresa son de 0,441 kWh/ml, en condiciones controladas se obtuvieron 0.420 kWh/ml en condiciones no controladas 0. 458 kWh/ml, proponiéndose

como índice a alcanzar el de 0,416 Kwh/ml, teniendo en cuenta la elevación del control y monitoreo, la preparación del personal, el mejoramiento técnico del equipamiento, y el tipo de materia prima a procesar, lo cual representa un mejoramiento de un 0.004 kWh./ml, con respecto al controlado el 0,025 kWh./ml con respecto al histórico y el 0.042 kWh/ml respecto al no controlado.

Con los resultados obtenidos dándole una aplicación correcta al sistema de monitoreo y control se garantiza el mejoramiento y perfeccionamiento continuo del mismo.

3.3 Bases del sistema de monitoreo y control energético para la tecnología de extrucción.

El procedimiento seguido para la organización de nuestro sistema de monitoreo y control energético consta de las siguientes etapas:

1. Establecimiento de los parámetros de control en el proceso, Las variables de control para el desarrollo de nuestro trabajo son las siguientes:
 - Temperatura del agua de enfriamiento. (°C)
 - Temperatura de la resistencia eléctrica. (°C)
 - Flujo. (kg/h)
 - Presión. (kg/cm²)
 - Tiempo. (minuto)

2. Establecimiento de indicadores de control durante el monitoreo:

- Producción (según ficha técnica de la máquina y producción real que realiza).
- Consumo de energía (en KWh. por producción equivalente).

3. Establecimiento de periodos de medición de las variables de control en el proceso:

Los periodos de medición de las variables se efectúan cada 2 horas en condiciones no controladas y cada 1 hora en condiciones controladas, registrando las mismas en un modelo habilitado para tales efectos con control diario en el departamento técnico.

4. Establecimiento de estándares:

Los estándares escogidos para el desarrollo del trabajo se han basado en los obtenidos a través de la historia en la empresa 0,372 kWh./ml, como promedio, en condiciones controladas promedio 0.351 kWh./ml y no controladas promedio 0,387 kWh./ml. Proponiéndose como índice a alcanzar el de 0,348 Kwh./ml, lo cual representa un mejoramiento de un 0.003 kWh./ml con respecto al índice controlado, y al no controlado 0.039 kWh./ml, especificando que esta evaluación puede hacerse mensualmente y establecer estándares en los cuales se logren resultados superiores.

Con respecto a los índices no promedio a través de la historia en la empresa son de 0,441 kWh/ml, en condiciones controladas se obtuvieron 0.420 kWh/ml en condiciones no controladas 0.458kWh/ml, proponiéndose

como índice a alcanzar el de 0,416 Kwh/ml, teniendo en cuenta la elevación del control, y monitoreo, la preparación del personal, el mejoramiento técnico del equipamiento, y el tipo de materia prima a procesar, lo cual representa un mejoramiento de un 0.004 kWh./ml, con respecto al controlado el 0,025 kWh./ml con respecto al histórico y el 0.042 kWh/ml respecto al no controlado.

5. Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares:

- Gráfico de control.

Para el monitoreo en la tecnología de extrusión se ejecutaron gráficos donde se interrelacionan los diámetros de tubería contra índices de consumo para cada una de las producciones, evaluando la tendencia que en cada caso existe, con vistas a poder definir las desviaciones y hacer propuestas de nuevos 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 vs. P).
- Establecer herramientas para determinación de causas de la desviación del indicador respecto al estándar.

Se ha establecido un modelo que recoge los parámetros de control de cada uno de los muestreos realizados en las producciones no

controladas y en las controladas, esos parámetros son los que utilizamos como herramienta de comparación teniendo en cuenta el tipo de tecnología y producción a realizar,

Además, se hará un programa computarizado para mantener el control estadístico de los consumos energéticos vinculados con la producción y la energía, así como la no vinculada a esta.

- Establecer los factores claves que influyen sobre los indicadores de control.

Los parámetros que hasta ahora más han incidido en la desviación de estos son la temperatura del agua de enfriamiento y la velocidad. Pudo comprobarse que existe un rango de temperatura óptimo para una velocidad dada en la cual se puede mantener una velocidad de salida de la tubería sin afectaciones a la calidad, en dependencia del tipo de máquina, materia prima y diámetro que se utilice. Este rango oscila entre 10 y 15 °C para cualquier tipo de maquina y diámetro para una velocidad de salida que depende del flujo de diseño o sea kg/h que a su vez aumenta o disminuye en dependencia de lo planteado anteriormente.

Para un mismo diámetro una vez que la temperatura pasa de los 15 °C y hasta los 25 °C hay que disminuir la velocidad hasta lograr un producto sin afectación a la calidad, por encima de los 30 °C ya no es posible mantener la producción pues por mucho que disminuya la velocidad el calor lo deformara. La proporción en por ciento entre la velocidad y la

temperatura dependerá del tipo de tecnología a emplear y la materia prima utilizada.

Los factores claves que han incidido sobre los indicadores de control han sido la preparación del personal, los instrumentos de medición, las fallas eléctricas, estado técnico del equipamiento, la falta de mantenimiento planificado entre otras.

- 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.

En los procesos controlados se alcanzó una mayor eficiencia, lo cual demuestra la efectividad de mantener el control y monitoreo de la actividad con vistas a la actuación rápida para corregir las desviaciones que ocurran.

Después de la capacitación del personal se obtuvieron mejores resultados en el proceso productivo.

Los parámetros temperatura y velocidad son inversamente proporcionales dentro de los márgenes de trabajo.

- Recomendaciones para corregir las desviaciones.

Mantener estricto control sobre las variaciones de temperatura del agua de enfriamiento.

Efectuar el mantenimiento planificado.

Modernización de los instrumentos de medición.

Estandarización de la materia prima.

Tener respaldo eléctrico.

CONCLUSIONES

1-. La empresa utiliza los portadores energéticos: Diesel, gasolina, GLP, Aceites, lubricantes, electricidad. Siendo esta última el portador energético de mayor peso, calculándose para el periodo del 2006, 2007 y primer cuatrimestre de 2008 los valores 78.11, 79.62 y 82.67 % respectivamente.

2-. Se determinaron nueve puestos claves, constituidos por 36 equipos en las áreas productivas, con 49 operarios y 10 jefes, siendo los 2 más importantes las máquinas extrusoras y las inyectoras que consumen más del cincuenta por ciento del total de los puestos claves.

3-. La revisión del estado del arte sobre la tecnología de extrusión de los materiales plásticos, evidenció la elevada versatilidad de los productos elaborados con este tipo de tecnología, sobre todo para el transporte de fluidos, tanto fríos como calientes.

4-. Se dio solución a dos problemas del diagnóstico energético preliminar con un ahorro de 70.68 MWh/año con su carga de gases contaminantes que en valor económico representa el 4,1 % de los gastos totales energéticos del 2007.

5-. En la estadística se pudo demostrar que el consumo energético aumenta en la medida que aumentan los diámetros de las tuberías, apreciándose que las condiciones ambientales, los horarios, las temperaturas, fallas de fluido contribuyen al mejoramiento o empeoramiento de los índices de consumo general de las producciones.

6-. Se pudo comprobar que en la medida que el monitoreo es más continuo y riguroso, es mayor el mejoramiento de los índices de consumo, apreciándose además que las habilidades de los operarios influyen en estos resultados.

7-. Debe tenerse en el monitoreo un control estricto de la temperatura en el extrusor, la temperatura del agua y la velocidad para lograr productos de calidad, ya que la variación no compensada de cada uno de estos parámetros afecta la producción.

8-. La capacitación del personal jugó un papel importante en los resultados de los índices de consumo, los cuales variaron de 0.387 kWh/ml por metro de tubería a 0.351 kWh/ml como promedio representando una diferencia de 0.036 kWh/ml de disminución del índice entre una y otra teniendo influencia en estos resultados el monitoreo y control realizado por el tecnólogo de la actividad y la preparación del personal. Con respecto a los índices no promedio a través de la historia en la empresa son de 0,441 kWh/ml, en condiciones controladas se obtuvieron 0.420 kWh/ml en condiciones no controladas 0.458kWh/ml, proponiéndose como índice a alcanzar el de 0,416 Kwh/ml lo cual representa un mejoramiento de un 0.004 kWh./ml, con respecto al controlado el 0,025 kWh./ml con respecto al histórico y el 0.042 kWh/ml respecto al no controlado

9-. Con este trabajo se cuenta con la base estadística para la implementación del sistema de monitoreo a aplicar a la nueva tecnología, teniendo en cuenta que es el mismo proceso tecnológico.

RECOMENDACIONES.

- 1-. Enviar los resultados obtenidos por índices de consumo para la empresa donde están ubicadas las máquinas a las cuales se le realizó el estudio.
- 2-. Utilizar los resultados obtenidos como base para el establecimiento del sistema de monitoreo y control energético en las nuevas líneas de producción de las Petrocasas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gnauk Fründt, Ander. Iniciación a la química de los plásticos. Barcelona: Editorial Hanser, 1999.
2. Jiménez Ramos, Antonio. Plastimec Informe energético anual 2006/
Antonio Jiménez Ramos.--[s.l.]...[s.n.]...[s.p.]
3. Plastimec Informe energético primer semestre 2007/ Antonio Jiménez Ramos.--[s.l.]...[s.n.]...[s.p.]
4. Antonio Jiménez informe energético cierre cuatrimestre 2008 cierre Plastimec.
5. Revista de Plásticos Modernos (Madrid) 89, (586):353-358, Abril 2005
6. Serrano, Carlos. La industria del Plástico/ Revista de plásticos modernos, CSIC, Volumen I, Madrid, 1990.
7. Tecnología del Plástico (Colombia), (114):16-20, Marzo 2005
8. Catálogos para la fabricación y puesta en producción de maquinas extrusoras para la fabricación de perfiles de PVC de diferentes tipos. Greiner, Austria y La Craen Masffer Alemana de 2008.
9. Dr. Aníbal E. Borroto Nordelo, Dr. José P. Monteagudo Yanes. Gestión y Economía Energética. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. ISBN: 959-257-114-7.
10. La Gestión Energética y la competitividad empresarial
www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/energia29/html/articulo_10.htu.
11. Artículo 05.08 Argentina Reducir energía en la fabricación de productos plásticos de la CAIP.

12. San Román, Julio. Ciencia y tecnología de los materiales plásticos
Revista de plásticos modernos, CSIC, Volumen I, Madrid, 1990.
13. "Iniciación a la química de los plásticos" Gnauk y Fründt, Hanser
editorial, Barcelona, 1989.
14. "Ciencia y tecnología de los materiales plásticos" Revista de plásticos
modernos, CSIC, Volumen I, Madrid, 1990.
15. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft
Corporation. Tomado de: <http://www.encarta.msn.es>
16. Gestión Energética Empresarial. - Cienfuegos: Editorial Universidad de
Cienfuegos, 2002. -- 98 p.
17. Monteagudo Yanes, JP. La "producción equivalente". un método para
elevar la efectividad de los índices Energéticos. / Dr. José P. Monteagudo
Yanes; Dr. Aníbal Borroto Norbelo.-- Cfgos: Centro de Estudios de
Energía y Medio Ambiente, 1999. -- 78p
18. Extrusión de compuestos, un proceso con múltiples aplicaciones.
Tecnología del Plástico. Edición 4/ Volumen 24/ Mayo 2009.
www.plastico.com
19. Dr. Percy Viego Felipe/ Dr. Marcos de Armas Teyra/ Dr. Julio Gómez
Sarduy/ Dr. Ignacio Pérez Abril/ Dr. C. Leonardo Casas Fernández. Uso
final de la energía eléctrica. Editorial Universo Sur. Universidad de
Cienfuegos. 2007.
20. Dr. Percy Viego Felipe/ Dr. Marcos de Armas Teyra/ MSc. Arturo
Padrón Padrón. Ahorro de energía en sistemas de suministro eléctrico.

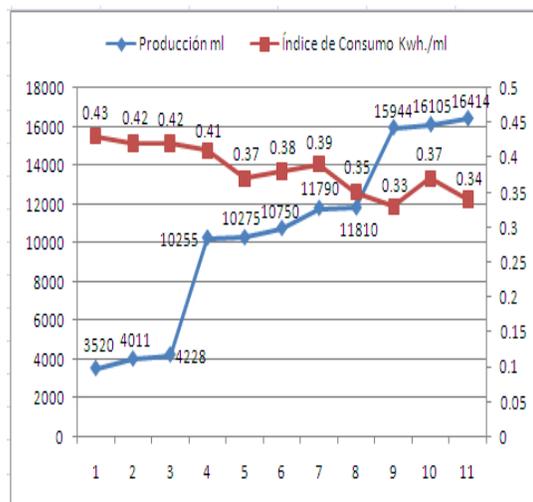
- Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. 2005.
21. Dr. Aníbal E. Borroto Nordelo. Gestión Energética Empresarial. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. 2002. ISBN: 959-257-040-X.
 22. Freeman, M. H. Manual de Prevención de la Contaminación Industrial. Editorial McGraw Hill, México, 943 pp., 1988.
 23. Glynn, H., Gary, J., Heinke, W., Ingeniería Ambiental. Editorial Prentice Hall, México, 798 pp., 1999.
 24. Day, R. A. (1996). Como escribir y publicar trabajos científicos. (2ª ed.). Washington D.C.: OPS.
 25. Hernández S., R.; Fernández C., C. y Baptista L., P. (1991). Metodología de la Investigación. (3ª Ed.). México. D.F.: McGRAW – HILL.
 26. Muñoz R. C. (1998). Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis. México D.F: HISPANOAMERICANA.
 27. Nubia Amparo Ortiz Guerrero. La elaboración de los proyectos de investigación. <http://www.uch.edu.ar/rrhh>
 28. Ríos-R., Lillian E. Método Científico y Diseños de Investigación. <http://rcm-library.rcm.upr.edu/sitebuilder>.
 29. Extrusión de tubos y perfiles, optimización aguas abajo. (Servicio al lector en línea.). www.plastico.com/servicio.
 30. Tecnología y herramientas para mejorar la competitividad en la industria plástica latinoamericana
<http://www.plastico.com/seminarios/NPE.dimencional>

31. Necesidad de una imagen dimensional de sus perfiles extrusionados introduciendo profilemaster M. para la medición durante la producción. www.zumbach.com Suiza (s.p.i) zumbach Electronic AG. E mail (sales@ZUMBACH.com) telef 41 32 356 04 00.
32. Rodríguez Carlos Andrés, Ing. Mecánico Mas metros por minuto edición 3 vol 21 abril 2006 Plásticos Mordernos (www.plastico.com).
33. Los Lubricantes de alto desempeño de Honeywell pueden influir positivamente en su rentabilidad. (www.sheochem.com).
34. Sistemas de extrusión de tornillos gemelos, gemelos paralelos, monohusillos y otros. Milacron Inc 4165 Halfacre Road Bolivia, Ohio 45103 513-536-3320 fax 513-536-3335(http://plasticos_milacron.com.)
35. Suministro de equipos auxiliares para el procesamiento del plástico, y su reciclaje Pulian (<http://www.plastico.com/showooms/pulian>).

Anexo 2.

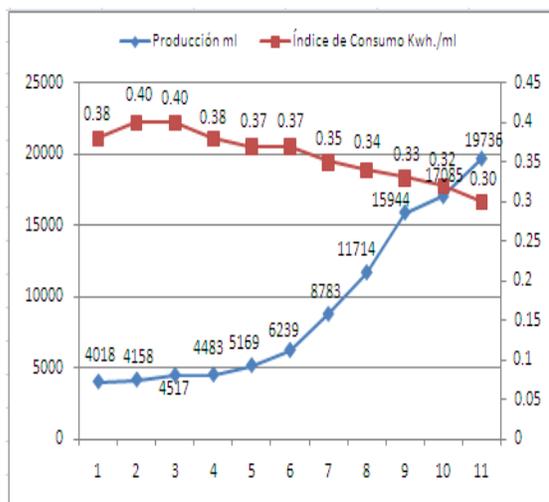
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kWh/mes
3/4"	3520	0.43	1513.60
	4011	0.42	1684.62
	4228	0.42	1775.76
	10255	0.41	4204.55
	10275	0.37	3801.75
	10750	0.38	4085.00
	11790	0.39	4598.10
	11810	0.35	4133.50
	15944	0.33	5261.52
	16105	0.37	5958.85
Total	115102	0.370	42598.01



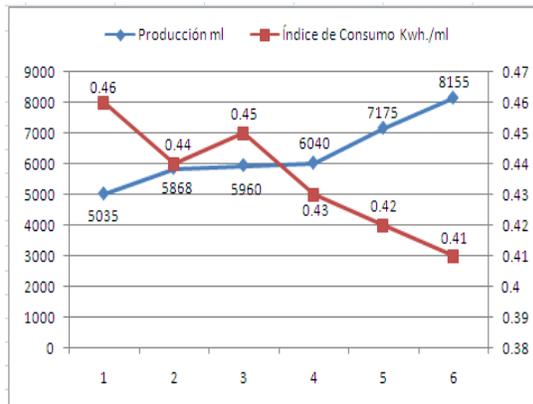
Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo Energético kWh/mes
3/4"	4018	0.38	1526.84
	4158	0.40	1663.20
	4483	0.40	1793.20
	4517	0.38	1716.46
	5169	0.37	1912.53
	6239	0.37	2308.43
	8783	0.35	3074.05
	11714	0.34	3982.76
	15944	0.33	5261.52
	17085	0.32	5467.20
	19736	0.30	5920.80
Total	101846	0.340	34626.99



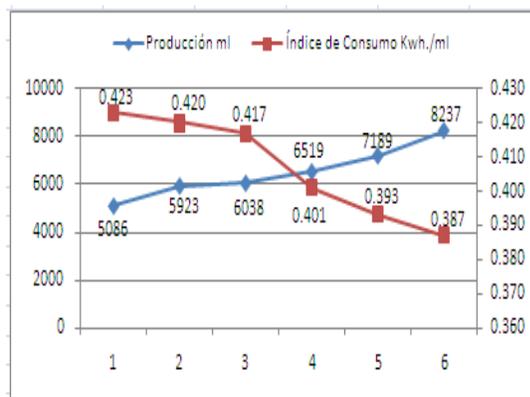
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo KWh./ml	Consumo Energético KW mes
1"	5035	0.46	2316.10
	5868	0.44	2581.92
	5960	0.45	2682.00
	6040	0.43	2597.20
	7175	0.42	3013.50
	8155	0.41	3343.55
Total	38233	0.432	16534.27



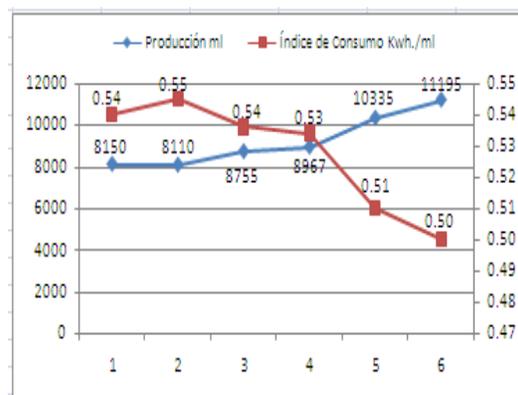
Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo KWh./ml	Consumo Energético KW mes
1"	5086	0.423	2151.38
	5923	0.420	2487.66
	6038	0.417	2517.85
	6519	0.401	2614.12
	7189	0.393	2825.28
	8237	0.387	3187.71
Total	38992	0.405	15783.99



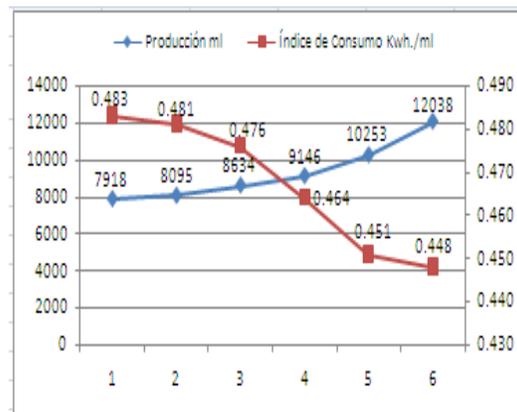
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo KWh./ml	Consumo Energético KW mes
1 1/4"	8150	0.54	4401
	8110	0.55	4419.95
	8755	0.54	4692.68
	8967	0.53	4788.378
	10335	0.51	5270.85
	11195	0.50	5597.50
Total	55512	0.525	29170.35



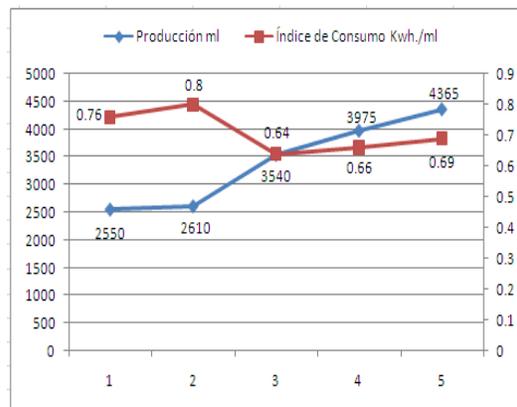
Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo KWh./ml	Consumo Energético KW mes
1 1/4"	7918	0.483	3824.394
	8095	0.481	3893.695
	8634	0.476	4109.784
	9146	0.464	4243.744
	10253	0.451	4624.103
	12038	0.448	5393.024
Total	56084	0.465	26088.744



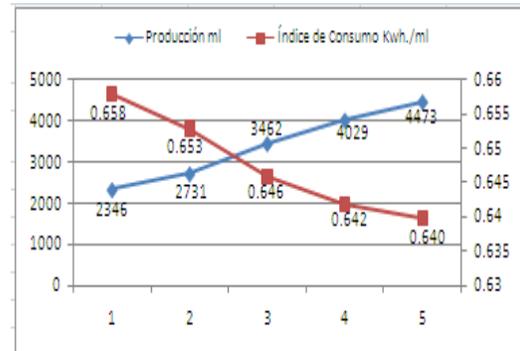
Producción no controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo KWh./ml	Consumo energético KW mes
1 1/2"	2550	0.76	1948.44
	2610	0.80	2098.32
	3540	0.64	2248.2
	3975	0.66	2622.9
	4365	0.69	2997.6
Total	17040	0.70	11915.46



Producción controlada:

Diámetro	Producción ml	Índice de Consumo kWh./ml	Consumo energético kWh/mes
1 1/2"	2346	0.658	1543.668
	2731	0.653	1783.343
	3462	0.646	2236.452
	4029	0.642	2586.618
	4473	0.640	2862.72
Total	17113	0.646	11012.801



Anexo 3.

CURSO DE CAPACITACIÓN SOBRE GESTIÓN ENERGÉTICA

El curso fue concebido Y DESARROLLADO EN LA Empresa PLASTIMEC para los trabajadores de los puestos claves, personal vinculado directamente con ellos, como sus jefes, almaceneros, tecnólogos etc.

En seis encuentros de 8 horas diarias mensual con la presencia del profesor y el resto del mes estudio y prácticas individuales,

LOS TEMAS POR ENCUENTROS FUERON LOS SIGUIENTES.

Tema No. 1

- Panorama energético actual en el mundo y sobre todo en América Latina.
- Revolución Energética en Cuba.
- Importancia.
- Campo que abarca.
- Impacto de los energéticos en los costos totales de la empresa.
- Sistemas de gestión total de la energía, causas de su surgimiento.
- Diagnósticos energéticos. Sus tipos.

Tema No. 2

- Análisis de los resultados del trabajo desarrollado en el periodo por cada trabajador en su puesto clave de acuerdo a los índices de eficiencia

obtenidos, resultados medio ambientales no solo vinculados con el ahorro de energía si no con los desechos y otras tareas vinculadas al puesto.

- Intercambio y evaluación.
- Situación energética de la empresa.
- Estructura de consumo de portadores energéticos. Vínculos con el impacto ambiental.
- Puestos claves, como llegar hasta ellos, índices de eficiencia. Registros primarios.
- Desarrollo de fuentes alternativas de energía. Importancia de estas. Hidráulica, eólica, nucleares, foto voltaicas, maremotos. Como influyen en el impacto ambiental

Tema No. 3

Análisis y evaluación de los resultados del trabajo en los puestos claves con los índices de consumo. Recorrido por el área.

- Los vio diesel, el etanol y los vio- plásticos.
- Evaluación económica de los resultados obtenidos por la disminución o aumentos de los índices de consumo durante todo el periodo. Su impacto en el medio ambiente.
- Producciones más limpias. Que se entiende por este concepto.

Tema No. 4

- Análisis y evaluación del trabajo desarrollado por los puestos claves de acuerdo a los índices de eficiencia logrado.

- Información general sobre los consumos energéticos a nivel de centro, sobre todo el principal la electricidad, así como las oportunidades de ahorro haciendo énfasis en los vinculados con cada una de las áreas donde se encuentran los puestos claves.
- Importancia de no trabajar con los motores sub. Cargados, impacto de estos en los consumos energéticos, sobre todo el vínculo con el factor de potencia
- Perdidas por transformación y distribución que existen en el centro, medidas para su disminución.
- Auditorias energéticas para el conocimiento del consumo en el hogar y trazas medidas de ahorro.

Tema No. 5

- Resultados de los índices promedios alcanzados por las distintas variables aplicadas a los puestos claves.
- Calentamiento global, efecto invernadero, lluvias acidas producto a la utilización de los combustibles fósiles, incendios y otros.
- Concepto de estrategia ambiental integrada, situación de la empresa en este sentido.
- Acomodo de carga importancia para el ahorro de energía y monetario facturación.

Tema No. 6 y Final

- Resumen del trabajo desarrollado durante el curso, de acuerdo a los índices de eficiencia lograda, como se vincula estos resultados con el medio ambiente.
- Vinculo del trabajo de eficiencia energética con el trabajo en las producciones mas limpias.
- Como continuar con el trabajo diario auxiliándose de los registros primarios hasta tanto existen los instrumentos de medición. Evaluaciones internas en las áreas.
- Que son los consejos energéticos quienes lo conforman y cuales son sus principales tareas.
- Evaluación final a cada compañero de acuerdo a su participación en cada encuentro desarrollado y un trabajo de curso.
- Entrega de diploma acreditativo del curso.

Como método de comprobación de la asimilación del curso impartido y del trabajo que viene desarrollando la empresa en la implementación del sistema de gestión total eficiente de la energía, La trabajadora social de la empresa desarrolló un grupo de encuestas, en las que se expresaron en resumen los siguientes criterios sobre el curso.

La tecnología es buena para mantener el control energético en la empresa, haciendo que el que consume la misma sepa en que y como puede contribuir a su uso mas eficiente, y así transmitir estos conceptos no solo a sus

compañeros del centro si no en las viviendas, manifestaron, que conocieron durante el curso de algunas interioridades de los gastos energéticos que no eran del conocimiento de ellos y en muchos casos no sabían como contribuir al mejoramiento de los mismos, logrando con esta familiarización un mayor sentido de pertenencia al saberse participe de los resultados alcanzados.