

UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE DE INYECCIÓN.

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN TOTAL EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA UNIDAD EMPRESARIAL DE BASE DE INYECCIÓN Y LAS BASES PARA EL MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO EN LAS MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.

TESIS DE MAESTRIA

Autor: Ing. Juan C. Peláez Quintana.
Tutor: Dr. Aníbal Borroto Nordelo.

Cienfuegos, 21 de Julio de 2009.
"Año del 50 aniversario del Triunfo de la Revolución"

RECONOCIMIENTOS

A las personas que me invitaron a participar en la maestría y confiaron en mí, a mi familia que a sido consecuente por todo el tiempo dedicado al estudio, a mis compañeros y al colectivo de profesores del Centro de Estudios de la Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos, que han sido un apoyo insustituible y han atendido en todo momento mis dudas, por ultimo a la Revolución, que ha hecho posible se alcancen los sueños de superación de todos.

SINTESIS

El presente trabajo consiste en lograr una amplia información de la situación energética anterior y actual de la Unidad Empresarial de Base de Inyección, 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.

Además de presentar diferentes gráficos de control del consumo energético relacionados con la producción, los gastos y los portadores energéticos actualizados hasta el primer cuatrimestre del año 2008.

Se dio solución a dos de los problemas del diagnóstico energético preliminar lo que desde el punto de vista económico representó un ahorro de \$ 4207.32 pesos dejados de desembolsar por el ahorro de 47.26 MWh. al año, el impacto ambiental asociado fue de 29.77 toneladas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera. El costo de implementación fue de \$ 2194.16 pesos, con lo que se demuestra que con la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía es posible obtener ahorros considerables con un mínimo de gastos como en nuestro caso, que representó un 4.0 % del valor de facturación por concepto de consumo de energía eléctrica del año 2007.

Se obtuvieron índices de consumo para las distintas producciones que se ejecutan en las máquinas de inyección, para la máquina Sandretto de 360 toneladas de presión de inyección y que se utiliza en la fabricación de cubos durante la investigación en las producciones no controladas el índice de consumo fue de

0.637 kWh. /u, mientras para las producciones controladas este fue de 0.604 kWh. /u. El índice de consumo histórico para este equipo es de 0.635 kWh. /u.

En la máquina Sandretto de 90 toneladas de presión de inyección los valores de índice de consumo obtenidos fueron, para las producciones no controladas 0.296 kWh. /u, para las controladas 0.248 kWh. /u mientras el valor histórico es de 0.285 kWh. /u.

Se propone como índice a alcanzar o estándar para la Sandretto de 360 toneladas 0.595 kWh. /u y para la de 90 toneladas 0.240 kWh. /u, lo que es posible siempre y cuando se tomen todas las medidas técnico organizativas y de control pertinentes. Toda esta estadística y metodología servirá como base para el sistema de monitoreo y control energético a emplear en la nueva tecnología que se introducirá creando así nuevos estándares, además de formar parte de un paquete a enviar a la instalación que actualmente explota la estas máquinas.

TABLA DE CONTENIDO	Pág.
PORTADA	1
RECONOCIMIENTOS	2
SINTESIS	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO 1. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL DE LOS PLÁSTICOS.	11
1.1 Introducción a los plásticos. Breve reseña histórica sobre el desarrollo de los plásticos.	11
1.2 Algunos tipos de plásticos y sus características.	15
1.3 Tecnología de inyección de plástico.	23
1.4 Tecnologías utilizadas en máquinas inyectoras para la producción de envases y accesorios.	39
CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA, ESTRUCTURAS DE CONSUMO, DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PRELIMINAR Y PUESTOS CLAVES	41
2.1 Introducción	41
2.2 Caracterización de la gestión energética en el centro.	41
2.3 Estructura de consumo de portadores energéticos del centro. Costos que representan.	43
2.4 Relación de los portadores energéticos	44
2.5 Establecimiento de la estructura de consumo de los portadores energéticos.	44
2.6 Estructura de gastos de los portadores energéticos en los primeros cuatro meses de 2008.	46
2.7 Diagnostico energético preliminar.	47
2.8 Determinación de los puestos claves.	51
2.9 Determinación de los índices de consumo en cada puesto clave.	54
2.10 Solución a problemas del diagnostico energético preliminar.	55
CAPITULO 3. CALCULO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y BASES PARA EL MONITOREO.	60
3.1 Introducción.	60
3.2 Análisis de las estadísticas	61
3.3 Bases del Sistema de Monitoreo y Control Energético	67
CONCLUSIONES.	72
RECOMENDACIONES.	74
BIBLIOGRAFÍA	75

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes sobre el consumo de energía en la industria del procesamiento de plásticos, revela que el 60% de las empresas están preocupadas por el futuro de este sector a menos que se tomen medidas significativas a corto plazo, para hacer frente a los problemas energéticos y medio ambientales.

Es por eso que el ahorro y uso eficiente de la energía se ha convertido en los últimos años en uno de los temas más estudiado, pues tiene una alta influencia sobre la competitividad de las empresas y la mitigación del impacto ambiental, ejemplo de ello es que en la industria del procesamiento de plástico se estima, de acuerdo con estudios realizados que una reducción de 10% en el consumo de energía del sector, reduciría las emisiones de CO₂ a la atmósfera en 3 millones de toneladas anuales.

Los estudios realizados acerca del uso de la energía en la industria del plástico, muestran que cerca de 60% es consumida por los equipos de procesamiento, 17% por los compresores del sistema de aire comprimido, 10% en acondicionamiento ambiental, 8% en iluminación y 5% en las aguas de refrigeración.

De la energía consumida por los equipos de procesamiento cerca de 70% es el aporte del motor principal y el restante 30% es el aporte de las bandas de calefacción. Estimaciones realizadas muestran que de la energía que se suministra a los equipos de procesamiento, se puede perder entre el 30% y el 70% de la energía aportada para la calefacción, cerca del 20% de la energía aportada por el sistema de accionamiento y aproximadamente el 23% de la energía

requerida por el sistema de control.

Los esfuerzos por alcanzar ahorros significativos en el consumo de energía, y una mayor eficiencia en el uso de la misma, requieren acciones desde tres ámbitos diferentes: buenas prácticas, uso de nuevas tecnologías y la utilización de materias primas de mejor desempeño durante el procesamiento.

Más del 50% de las empresas instan a que haya un compromiso serio con el Protocolo de Kyoto, esto ha motivado un trabajo multidisciplinario apoyado por diferentes gobiernos en torno a la reducción y uso eficiente de la energía, pero también está claro que el sector necesita que se haga más. La mayoría de la industria cree que este asunto es urgente y que necesita atención inmediata.

El primer paso para lograr mejoras en los consumos de energía de las plantas de procesamiento de plásticos es la medición y la referenciación o *benchmarking*. La referenciación energética consiste en la recopilación, análisis y divulgación de datos para ofrecer a las empresas un contexto en el cual se puedan evaluar por comparación, permitiéndoles identificar deficiencias y adaptarse a las mejores prácticas y tecnologías disponibles.

Es importante realizar también un seguimiento o monitoreo en el tiempo a una máquina en particular o a una línea de producción o a la planta, registrando gráficas de producción versus consumo de energía.

Es propósito del presente trabajo de tesis mostrar principalmente la influencia de las nuevas tecnologías como factor determinante para promover procesos de transformación de plásticos más eficientes y económicos desde el punto de vista

del consumo energético partiendo del hecho de que en la U.E.B. Inyección de Plástico no existe un sistema de monitoreo y control energético basado en índices de consumo y valores normativos de los mismos, dirigidos a un enfoque de mejora continua lo que constituye el **problema científico** a resolver.

El sistema de monitoreo y control energético en las máquinas inyectoras de plástico, el cual será objeto de solución en la presente tesis esta basado en índices de consumo que reflejen de forma efectiva la eficiencia energética de las mismas, 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 en el taller de inyección existiera un sistema de monitoreo y control energético efectivo en las máquinas inyectoras, fuera posible mantener un seguimiento durante todo el proceso de producción detectándose cualquier desviación o comportamiento fuera de parámetros de control, se podría realizar el diagnóstico inmediato y ejecutar las acciones correctivas en consecuencia para lograr y mantener un mejoramiento continuo de la eficiencia energética.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto y para darle solución al problema científico planteado en la presente investigación se definieron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Implementar el Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Unidad Empresarial de Base de Inyección de plástico y establecer las bases para el monitoreo y control energético.

Objetivos específicos:

1. Establecer y definir la caracterización energética en la Empresa Plastimec basados en la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. Dar solución a problemas del diagnóstico energético preliminar.
2. Definir los índices de consumo para las máquinas inyectoras de plástico según los tipos de producciones, dejando establecidos los valores normativos a partir de los valores históricos, de los valores obtenidos en producciones controladas y no controladas durante el desarrollo de la investigación, por ultimo realizar una propuesta de los estándares a lograr.
3. Establecer las herramientas para el análisis del comportamiento de la eficiencia energética en las máquinas inyectoras sobre la base de valores normativos identificados para la detección de desviaciones y fallas.
4. Definir los factores claves que determinan la eficiencia energética de las máquinas inyectoras de plástico, así como 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 SOBRE LOS PLÁSTICOS.

1.1 Introducción a los plásticos. Breve reseña histórica sobre el desarrollo de los plásticos. Tipos de plástico y características. Tecnología de inyección del plástico.

¿En que pensamos cuando decimos o escuchamos la palabra plástico? Hace cien años, al mencionar el término plástico, éste se podía entender como algo relativo a la reproducción de formas o las artes plásticas, la pintura, la escultura, el moldeado. En la actualidad, esta palabra se utiliza con mayor frecuencia y tiene un significado que implica no sólo arte, sino también tecnología y ciencia.

PLASTICOS es una palabra que deriva del griego "Plastikos" que significa "Capaz de ser Moldeado". Técnicamente los plásticos son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Es posible moldearlos mediante procesos de transformación aplicando calor y presión. Los plásticos son parte de la gran familia de los Polímeros. Polímeros es una palabra de origen latín que significa Poli = muchas y meros = partes, de los cuales se derivan también otros productos como los adhesivos, recubrimientos y pinturas.

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 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 cuchillos, armazones de lentes y películas cinematográficas.

A finales del siglo XIX, los únicos materiales plásticos disponibles para usos prácticos eran la laca, el celuloide, la ebonita, el ámbar y el bitumen.

En 1907 Leo Baekeland inventó la baquelita, plástico 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.

En la década del 30, químicos ingleses descubrieron el polietileno (PE), mientras en Alemania se desarrolló el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), es una espuma blanca y rígida, usada básicamente para embalaje y aislante térmico, se crea la primera fibra artificial, el nylon, con el que se podían formar hilos y 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 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 cañerías de todo tipo. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes

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.

Homopolímeros y copolímeros.

La denominación de los plásticos se basa en los monómeros que se utilizaron en su fabricación, es decir, en sus materias primas.

Los materiales como el polietileno, el PVC, el polipropileno, y otros que contienen una sola unidad estructural, se llaman Homopolímeros.

Por otro lado los copolímeros contienen varias unidades estructurales, como es el caso de algunos muy importantes en los que participa el estireno. Estas combinaciones de monómeros se realizan para modificar las propiedades de los polímeros y lograr nuevas aplicaciones. Lo que se busca es que cada monómero imparta una de sus propiedades al material final; así, por ejemplo, en el ABS, el

acrilonitrilo aporta su resistencia química, el butadieno su flexibilidad y el estireno imparte al material la rigidez que requiera la aplicación particular.

Evidentemente al variar las proporciones de los monómeros, las propiedades de los copolímeros van variando también, de manera que el proceso de copolimerización permite hasta cierto punto fabricar polímeros a la medida.

Las mezclas físicas de polímeros, que no llevan uniones permanentes entre ellos, también constituyen a la enorme versatilidad de los materiales poliméricos. Son el equivalente a las aleaciones metálicas. En ocasiones se mezclan para mejorar alguna propiedad, aunque generalmente a expensas de otra. Por ejemplo, el óxido de polifenilo tiene excelente resistencia térmica pero es muy difícil procesarlo. El poliestireno tiene justamente las propiedades contrarias, de manera que al mezclarlos se gana en facilidad de procedimiento, aunque resulte un material que no resistirá temperaturas muy altas. Sin embargo en este caso hay un efecto sinérgico, en el sentido en que la resistencia mecánica es mejor en algunos aspectos que la de cualquiera de los dos polímeros. Esto no es frecuente, porque puede ocurrir únicamente cuando existe perfecta compatibilidad entre los dos polímeros y por regla general no la hay, así que en la mayoría de los casos debe agregarse un tercer ingrediente para compatibilizar la mezcla. Lo que se emplea casi siempre es un copolímero injertado, o uno de bloque que contenga unidades estructurales de los dos polímeros. Otras veces se mezcla simplemente para reducir el costo de material. En otros casos, pequeñas cantidades de un polímero

de alta calidad puede mejorar la del otro, al grado de permitir una nueva aplicación.

1.2 Algunos tipos de plásticos y sus características.

Polietileno (PE).

PE de Alta Densidad: Es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas bastantes juntas. Es un plástico incoloro, inodoro, no toxico, 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.

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.

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.

Poliestireno (PS)

Es un plástico más frágil, que se puede colorear y tiene una buena resistencia mecánica, puesto que resiste muy bien los golpes. Su forma de presentación más usual es 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.

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, teniendo una gran resistencia a los líquidos corrosivos, por lo que es utilizado para la construcción de depósitos y cañerías de desagüe.

Los acrílicos (PMMA)

En general se trata de polímeros en forma de gránulos preparados para ser sometidos a distintos procesos de fabricación. Uno de los más conocidos es el polimetacrilato de metilo. Tiene buenas características mecánicas y se puede pulir con facilidad. Por esta razón se utiliza para fabricar objetos de decoración.

También se emplean como sustitutivo del vidrio para construir vitrinas, dada su resistencia a los golpes. En su presentación traslucida o transparente se usa para fabricar letreros, paneles luminosos y gafas protectoras.

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, tornillos, piezas de maquinaria, piezas de electrodomésticos, herramientas y utensilios caseros, etc.

Datos técnicos de algunos plásticos, estos pueden variar, pero la intención es que se tenga al menos una mínima idea de las temperaturas que requieren para poder moldearse.

Material	Símbolo	Temp. Fusión	Temp. Trabajo	Temp. molde
Polimetil metacrilato	PMMA	150-180	170-240	50-80
Poliestireno	PS	130-160	180-260	20-60
Cloruro de polivinilo	PVC	130-160	180-210	20-60
Polietileno baja	PE	~110	150-260	4-40

Polietileno alta	PE	~130	220-230	4-50
Polipropileno	PP	~165	180-240	30-50
Poliamida	PA	~255	240-280	20 - 120

Clasificación.

Generalmente los plásticos se clasifican por su comportamiento al calor en: termoplásticos, termofijos y elastómeros.

Termoplásticos: Son materiales cuyas macromoléculas están ordenadas a manera de largas cadenas unidas entre sí por medio de enlaces secundarios, la principal característica de estos es que pueden ser llevados a un estado viscoso una y otra vez por medio del calentamiento y ser procesados varias veces.

Termofijos: son materiales que están formados prácticamente por una gran molécula en forma de red, con uniones muy fuertes entre molécula y molécula, lo que provoca que estos materiales no se reblandezcan con la aplicación de calor cuando ya han sido transformados.

Elastómeros: se componen de largas cadenas que se encuentran unidas entre si por muy pocas uniones químicas. Esto les permite un gran movimiento intermolecular que se ve reflejado en su buena flexibilidad. Son materiales que tienen memoria, es decir que al someterlos a un esfuerzo modifican su forma, recuperándola cuando se retira ese esfuerzo. Debido a las uniones químicas

existen entre las moléculas no se les puede volver a procesar, y son plásticos de estructura amorfa.

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.

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 nylon se basaba originalmente en el carbón, el aire y el agua, y de que el nylon 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.

Síntesis del polímero

El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización, los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de condensación y las de adición. Estos métodos pueden llevarse a cabo de varias maneras.

1. 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
2. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que se coagula seguidamente.
3. En la polimerización por interface los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles y la polimerización tiene lugar en la interface 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 como tal.

Forma y acabado.

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.

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 desechable 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 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 plástico compactado, y apenas 2 de plástico sin compactar.

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.

En la época actual resultaría difícil imaginar que alguno de los sectores de nuestra vida diaria, de la economía o de la técnica, pudiera prescindir de los plásticos. Sólo basta con observar a nuestro alrededor y analizar cuántos objetos son de plástico para visualizar la importancia económica que tienen estos materiales.

Dicha importancia se refleja en los índices de crecimiento que, mantenidos a lo largo de algunos años desde principios de siglo, superan a casi todas las demás actividades industriales y grupos de materiales. En el año 2000 la producción mundial de plásticos alcanzó los 160 millones de toneladas y para el año 2010 llegará a 250 millones de toneladas.

El consumo de plásticos sólo se encuentra por debajo del consumo del hierro y acero, pero debe tomarse en cuenta que estos tienen una densidad entre seis y siete veces mayor a la de los plásticos.

Los plásticos seguirán creciendo en consumo, pues han abarcando el mercado del vidrio, papel y metales debido a sus buenas propiedades y su relación costo-beneficio.

Esta es una de las razones del porqué los países industrializados, a pesar de no contar con petróleo tiene altos ingresos de divisas, además, dentro de los petroquímicos, las fibras y las resinas representan el mayor valor económico.

El plástico es para muchos el material del siglo XXI, ya que presenta posibilidades prácticamente ilimitadas por sus características de solidez, resistencia y flexibilidad.

1.3 Tecnología de inyección de plástico.

El nacimiento de los procesos de moldeo de materiales plásticos, se remota a épocas bíblicas, al seguir el curso de la historia, se detecta el uso de resinas naturales como el ámbar en joyería en la antigua Roma, la laca como recubrimiento en la India, pelotas de hule natural para juegos rituales en América Central y otras.

En 1839, Charles Goodyear descubrió el proceso de vulcanización del hule con azufre, pero aún no se puede hablar de proceso de moldeo comercial o industrial.

En 1868 Parkes, en Londres, idea el moldeo de nitrato de celulosa utilizando rodillos, una pequeña cantidad de solvente y calor para plastificar el compuesto.

John Hyatt registró en 1872 la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a la compañía alemana Cellon-Werkw el haber

sido pionera de la máquina de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa.

El primer artículo de producción masiva en Inglaterra utilizando máquinas de moldeo por inyección fue la pluma fuente, producida durante los años treinta. Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido (aproximadamente 31 kg/cm^2); el sistema de apertura de molde y la extracción de la pieza eran realizados manualmente, y los controles incluían válvulas manuales, sin control automático ni pantallas digitales; además, carecían de sistemas de seguridad.

En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, al mismo tiempo, otros países como Suiza e Italia empezaban a conseguir importantes avances.

A partir de 1935 en Alemania se inicia el uso de la electricidad para el calentamiento. En 1938 se concibe la idea industrial del termoformado y en 1940 el moldeo por soplado. Hasta la fecha se cuenta con la existencia de cientos de polímeros de ellos aproximadamente treinta son imprescindibles en la vida moderna.

Los productos manufacturados con plásticos, son obtenidos por más de veinte procesos de moldeo diferentes.

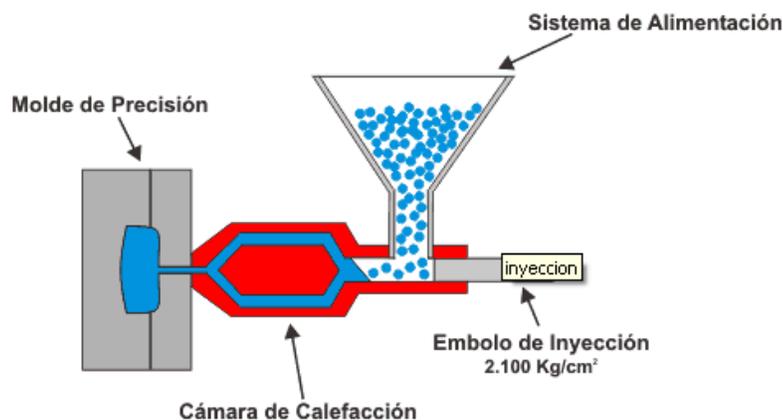
En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo reciprocante (husillo), aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras.

Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la inyección de plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto.

Definición del proceso de moldeo por inyección.

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido por la acción combinada del calor y la presión en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta, en ese molde el material se solidifica. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

Esquema principal de la maquina de inyección de plástico.



Descripción del equipo:

Tolva:

La tolva, es el elemento principal que conforma el Sistema de Alimentación. Es el depósito de materia prima en donde se colocan los pellets de material plástico para la alimentación continua. Debe tener dimensiones adecuadas para ser completamente funcional, los diseños mal planeados principalmente en los ángulos de bajada de material pueden provocar estancamientos 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.

Cámara de Calefacción:

Es un cilindro metálico y constituye el cuerpo principal de una máquina de inyección. 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 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 las temperaturas del 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.

Grupo de Inyección:

El grupo de inyección, cuya estructura es modular puede ser giratorio o fijo en dependencia del tipo de maquina o firma productora. Es este quien define el volumen de inyección, la velocidad, la precisión y repetitividad del proceso.

Grupo de Cierre:

En las prensas el grupo de cierre de molde ofrece robustez y confiabilidad, así como elevada velocidad de ejercicio, independientemente de la masa del molde.

Accesorios:

Cualquier maquina inyectora actualmente esta equipada con un grupo grande de accesorios que varia en dependencia del tipo de producto final y de la firma fabricante, entre ellos podemos mencionar los siguiente:

- Electroválvulas hidráulicas y neumáticas.
- Dispositivos para el mando de motores eléctricos.
- Focélula para el control de caída de piezas.
- Controles para la termorregulación del molde.
- Fluxómetros para el enfriamiento del molde.

- Dispositivos para la ventilación de la cámara de plastificado.
- Dispositivos para la separación de las piezas rechazadas.
- Impresora alfanumérica.
- Teclado.
- Salidas seriales para conexiones con ordenadores para el control, gestión y automatización de la producción.

Descripción del proceso de inyección.

El proceso de inyección es discontinuo, y es llevado totalmente por una sola máquina llamada inyector con su correspondiente equipo auxiliar o periférico.

El proceso de inyección consiste básicamente en:

- plastificar y homogenizar con ayuda de calor el material plástico que ha sido alimentado en la tolva y el cual entrara por la garganta del cilindro.
- Inyectar el material fundido por medio de presión en las cavidades del molde, del cual tomará la forma o figura que tenga dicho molde.
- En el tiempo en el que el plástico se enfría dentro del molde se está llevando a cabo el paso "a", posteriormente se abre el molde y expulsa la pieza moldeada.

Describiremos en una forma más detallada lo que ocurre en los pasos del proceso de moldeo por inyección.

El plástico se coloca en la tolva y pasa a la cámara de calefacción, en este momento el aceite entra en el cilindro hidráulico empujando a la platina móvil hacia delante, cerrando el molde.

Esto se ejecuta en dos pasos. Primero un cierre a alta velocidad y momentos antes de que las mitades del molde hagan contacto se reduce la velocidad cerrando lentamente y a baja presión hasta que el molde se encuentra cerrado completamente. Esto se hace con el fin de proteger el molde. Después de cerrado el molde, se eleva la presión del aceite, en el cilindro hidráulico generando la fuerza de cierre para mantener cerrado el molde durante la inyección.

Si la fuerza de cierre es menor a la fuerza generada por la presión de inyección dentro del molde, éste se abrirá, teniendo como consecuencia que la pieza salga con exceso de plástico o comúnmente llamada rebaba o flash, a la cual habrá que darle un acabado o ser molida para procesarla nuevamente.

El material es plastificado principalmente por la rotación del husillo, convirtiendo la energía mecánica en calor, también absorbe calor de las resistencias en la cámara de calefacción. Mientras el material es plastificado y homogenizado, se le transporta hacia delante, a la punta del husillo. La presión generada por el husillo sobre el material fuerza el desplazamiento del sistema motriz, el pistón hidráulico de inyección y del mismo husillo hacia atrás, dejando una reserva de material plastificado en la parte delantera del husillo. A este paso se le conoce como dosificación o carga del cilindro. El husillo sigue girando hasta que se acciona un switch límite que detiene la rotación. Este switch es ajustable y su posición determina la cantidad de material que queda delante del husillo.

El husillo al moverse hacia atrás fuerza la salida del aceite del pistón hidráulico de inyección. Esta salida de aceite puede ser directa al tanque o depósito por medio

de una válvula para generar una cierta presión en el material que está siendo plastificado y homogenizado por el husillo. A esta presión se le conoce como contrapresión. Al finalizar la dosificación, se retrocede el husillo ligeramente para descomprimir el material y evitar que fluya hacia fuera de la boquilla cuando la unidad de inyección se separe del molde. A esto se le conoce con el nombre de descompresión y es controlado generalmente por un regulador de tiempo.

Ahora actúan los cilindros hidráulicos de inyección empujando el husillo hacia delante, utilizándolo como pistón al inyectar el material en las cavidades del molde, con una predeterminada presión y velocidad de inyección, después de la inyección, la presión es mantenida un cierto tiempo, a esta se le conoce con el nombre de presión de sostenimiento y normalmente es menor a la presión de inyección.

Normalmente se tiene en la punta del husillo una válvula de no retorno que impide que el material fluya hacia atrás en el momento de la inyección. Esta válvula se abre al dosificar y se cierra al inyectar.

El calor de la pieza transmitido al molde durante el enfriamiento es disipado por un refrigerante, normalmente agua, que corre a través de los orificios hechos en el molde (circuitos ó canales de refrigeración). El tiempo de cierre necesario para enfriar la pieza se ajusta en un regulador de tiempo. Cuando este termina se abre el molde, un mecanismo de expulsión separa el artículo del molde y la máquina se encuentra lista para iniciar el próximo ciclo.

VARIABLES EN EL PROCESO DE INYECCIÓN.

Los parámetros a controlar en el proceso de inyección dependen del material a trabajar, del diseño del molde y la pieza. Cada caso es particular, las variables a controlar son: temperaturas, velocidades, presiones, distancias y tiempos.

Temperaturas.

Las temperaturas pueden ser del cilindro de plastificación, de la boquilla y del molde.

La temperatura del cilindro de plastificación y de la boquilla, esta dada por el tipo de material a trabajar, estas temperaturas se ajustan de acuerdo a la temperatura de la masa fundida, la temperatura de la masa fundida determina las propiedades estructurales de una pieza moldeada, por lo que debe ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción. El proceso de plastificación de una resina cristalina es muy estrecho y requiere más energía.

De igual manera la temperatura del molde esta en función o es determinada por el material plástico a trabajar. Y el acabado de la pieza.

La temperatura del aceite de la máquina se controla mediante un sistema de refrigeración. La temperatura del aceite de la máquina debe ser de 40 °C y no rebasar los 50 °C.

Velocidades.

Velocidad de cierre de molde: es la distancia que recorre la platina móvil hasta hacer contacto con la platina fija del molde (es importante mencionar que la unidad

de cierre se forma de parte móvil y parte fija) en un tiempo determinado, la velocidad de cierre del molde se realiza en varias etapas: alta velocidad, media velocidad y baja velocidad, esto con el fin de evitar aceleraciones y frenados bruscos durante la fase de cerrado del plato móvil, también dependerá de la pieza a moldear.

Velocidad de apertura de molde: es la distancia que recorre la platina móvil del molde hasta separarse de la platina fija y dejar el espacio suficiente para la expulsión de las piezas en un tiempo determinado. La velocidad de apertura del molde se realiza al contrario de la fase de cierre de molde: baja velocidad, media velocidad y alta velocidad, también esto dependerá de la pieza a moldear.

Velocidad de plastificación: la velocidad de plastificación se controla por las revoluciones por minuto o giros por minuto del husillo o tornillo en el momento de la plastificación.

Velocidad de inyección: La velocidad de inyección dependerá de los siguientes factores

- La viscosidad del polímero.
- Condiciones del molde.
- Tamaño y número de puntos de entrada de material.
- Tamaño de los canales o venas de alimentación del material.
- Salidas de aire en el molde.
- Temperatura de la masa fundida

- Temperatura del molde.
- ✓ Acabado de la pieza.

El uso de una velocidad de inyección alta mejorara el aspecto y brillo superficial de la pieza, ya que la cavidad del molde se llena completamente antes de que la resina comience su solidificación, variando la velocidad de inyección adecuadamente se pueden reducir los defectos superficiales en la pieza, tales como las ráfagas y manchas en la zona del punto de inyección.

Velocidad de expulsión: Es la distancia que recorren los expulsores en un tiempo determinado para expulsar la pieza moldeada.

Presiones.

Primera presión de inyección: es la presión requerida para vencer las resistencias que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria, desde el cilindro de plastificación hasta el molde, esta presión corresponde a la fase de llenado del molde, con esta pretendemos llenar la cavidad en un 90 ó 95%, para después terminar de llenar la pieza con la segunda presión y velocidades.

Segunda presión de inyección: también es conocida como de sostenimiento o recalque, tiene como objeto el mantener bajo presión el material fundido que se solidifica y se contrae en la cavidad del molde, la función de esta segunda presión, es la de completar el llenado y así compensar la contracción, introduciendo un poco más de material fundido en el molde. Es importante mencionar que si se excede en aplicar esta presión puede producir rebaba (flash) o una compactación tal que originara que las piezas se peguen en el lado fijo.

Contrapresión: En el momento de la plastificación el material es llevado hacia delante en tanto que el husillo va girando hacia atrás, la contrapresión se aplica sobre el husillo que gira y tiene como función el impedir el retorno de éste, mejorando la acción de la mezcla del material. Dicho en otras palabras, esto ayuda a que se logre una buena homogenización del plástico. Otra definición: es la oposición a que el husillo se mueva libremente hacia atrás mientras esta cargando.

Descompresión: Es la distancia que el husillo se hace para atrás con la finalidad de liberar la presión ejercida sobre el plástico de tal manera que no escurra el material al momento que abra el molde. Existe la posibilidad de hacerlo antes o después de la dosificación, también es valido de que si no se puede usar este recurso, se debe jugar con la temperatura de la nariz, bajando poco a poco la temperatura hasta un punto en que nos permita inyectar y se vea que no escurre material.

Presión de expulsión: Una vez terminada la apertura del molde, la pieza se debe separar del molde, y esto se logra a través de un mecanismo de expulsión, que requiere de una presión de botado que esta activada durante toda la fase de expulsión.

Presión de retorno expulsión: es la presión que estará presente una vez que los botadores han expulsado la pieza en la fase de expulsión.

Distancias.

Distancia de dosificación (inyección) y espesor del colchón: Son los milímetros de material inyectado en función del volumen (cm³) y la unidad de plastificación. Otra definición, es la cantidad de plástico necesaria para llenar todas las cavidades y la colada.

El espesor del colchón son los milímetros de material que deben permanecer constantes en la punta del husillo, para garantizar una repetitividad en el proceso, o sea es la distancia que el husillo reserva para terminar de introducir material al interior del molde.

Distancia de conmutación a segunda presión: son los milímetros necesarios para hacer el cambio por distancia, de primera presión de inyección a segunda presión de inyección.

Distancia de apertura de molde: es la distancia que debe abrir la parte móvil del molde para que pueda expulsar la pieza.

Distancia de expulsión: son los milímetros recorridos por el sistema de expulsión de la pieza inyectada, para que pueda desmoldar del molde.

Tiempos.

Tiempo de inyección: es el tiempo en el que se lleva a cabo el llenado de las cavidades del molde.

Tiempo de postpresión: es el tiempo en que permanece activa la postpresión, o segunda presión.

Tiempo de plastificación: es el tiempo requerido para llevar a cabo la fusión del material, hasta un estado líquido viscoso.

Tiempo de enfriamiento: es el tiempo para acabar de solidificar la pieza, y este empieza después de que termina el tiempo de postpresión y acaba cuando el molde se abre para expulsar la pieza.

Tiempo de ciclo: es el tiempo en el que se llevan a cabo las etapas del proceso de inyección: tiempo de cierre+tiempo de inyección+tiempo de postpresión+tiempo de enfriamiento que incluye el tiempo de plastificación+tiempo de apertura y expulsión.

Clasificación de las maquinas inyectoras. Consideraciones generales.

Las maquinas inyectoras actualmente son fabricadas para la obtención de una amplia gama de productos finales en función de las demandas cada vez mas creciente de la industria y la sociedad, por tal motivo su clasificación la vamos a realizar en función de los componentes básicos que la integran:

Unidad de Cierre.

- Con columnas: Su principal problema esta dado por la obstrucción para el uso máximo del área disponible en las placas y los problemas de paralelismo de las mismas durante la operación.
- Sin columnas: En este caso el primer punto es claro mientras el segundo el del paralelismo la ausencia de columnas sí dificulta el mantener las placas paralelas, aunque las firmas productoras de este tipo de maquinas han buscado soluciones lo suficientemente ingeniosas para contrarrestar esta situación.

- Con columnas móviles: Estas máquinas presentan una solución de compromiso entre las ventajas de acceso libre de las sin columnas con lo del paralelismo que ofrecen las columnas. En ellas las columnas están empotradas en la placa móvil, son muy cortas y permiten el libre acceso de manipuladores para el desmoldeo de piezas grandes y pesadas.

Unidad de Accionamiento.

- Accionamiento totalmente eléctrico: El desarrollo alcanzado por la microelectrónica y la robótica han permitido desarrollar la máquina de inyección totalmente eléctrica. Su principal ventaja sobre los demás es el bajo consumo de energía que es especialmente significativo en los ciclos largos. La alta precisión y reproductibilidad son argumentos que no han podido ser minimizados por los sofisticados sistemas hidráulicos, además el bajo nivel de ruido y la limpieza de operación es fundamental en el concepto de “cuarto limpio” que exigen muchas aplicaciones.

El alto costo de adquisición todavía es su principal desventaja, pero en la medida que la producción de motores y mecanismos eléctricos bajen de precio esta tecnología se impondrá en la fabricación de las máquinas del futuro.

- Máquinas híbridas: En muchos modelos el grupo de inyección y movimiento de la unidad mecánica de cierre son hidráulicos, mientras lo demás son electromecánico, en esta tecnología se aprovecha las ventajas de los accionamientos hidráulicos y los eléctricos, pertenecen a la clasificación de máquinas de inyección muy rápidas y son extremadamente económicas en consumo de energía.

- Maquinas hidráulicas: Es la tecnología más antigua y difundida a nivel mundial. La velocidad nominal de operaciones es alta al igual que el flujo másico de inyección lo que en la actualidad representa la ventaja sobre las tecnologías descritas anteriormente.

La presión que representa el bajo consumo de energía de las maquinas eléctricas ha estimulado el desarrollo de sistemas hidráulicos mas eficientes, incluso los niveles de ruido han bajado mucho y los mantenimientos se han hecho más fáciles por la accesibilidad a los componentes.

Unidad de plastificación.

- Husillos mejorados: Las unidades de inyección tradicionales siempre se han distinguido por ser unas pésimas mezcladoras. Con el desarrollo alcanzado en este componente unidades de mezcla distributiva y dispersiva ya son realidades en las inyectoras de la nueva generación.
- Unidades de pistón: Este antiguo sistema ha sido rescatado para aplicaciones muy específicas, como la microinyección, debido a la exactitud al dosificar.
- Unidades múltiples de inyección: El rápido desarrollo de la inyección de multicomponentes ha hecho que hoy prácticamente todos los fabricantes de maquinas ofrezcan la más variada combinación de posibilidades de unidades de inyección.

Ventajas y restricciones sobre otras tecnologías.

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 inyección es alto en comparación con otros procesos lo que representa su principal desventaja.

1.4 Tecnologías utilizadas en maquinas inyectoras para la producción de envases y accesorios.

En la Unidad Empresarial de Base de Inyección las máquinas inyectoras existentes son de tecnología Búlgara, Alemana e Italiana, siendo la Italiana la menos atrasada con dos máquinas Sandretto de la serie 8, una de 360 toneladas de presión de inyección y la otra de 90 toneladas. Internacionalmente los países mas avanzados en estas tecnologías son Alemania, EE.UU, Italia y China.

Prácticamente todas las compañías proveedoras de tecnologías para inyección de plástico entre las que podemos citar Arburg, Husky, BOY, Nissei, Engel, KraussMaffei, Milacron, NegriBossi, MHI, UBE, Niigata, fabrican estas máquinas con diferentes flujos a la entrada y salida del equipo, es decir la cantidad de kilogramos de material que es capaz de procesar por hora (Kg. por h), presentan el tema de la eficiencia energética desde la óptica de nuevas líneas de equipos en las que se destacan el diseños a la medida de las necesidades del cliente, sistemas totalmente eléctricos con menores consumos de energía, tecnologías que minimizan el uso y desperdicio de material, sistemas de control y automatización orientados a optimizar los procesos de acuerdo con el producto que se quiera obtener, hacen especial énfasis en la velocidad y la alta precisión, lo que implica tiempos más cortos por ciclo, bajos niveles de mantenimiento, amplia

gama de voltajes, control de temperatura, control de compensación del volumen de inyección, utilización de la robótica, aplicaciones de software con sistemas operativo Windows CE, sistemas opcionales de evaluación de resinas y sencillo control y acceso a las maquinas (remoto y a través de internet), pero no especifican el índice de consumo, pues este varia en función de múltiples factores.

De acuerdo con los proyectos técnicos del equipamiento tecnologico para la nueva planta que se montará, estos serán de tecnología alemana, de última generación y con los requerimientos acordes a las condiciones climatológicas del país, lo cual exigirá de un estricto monitoreo y control energético.

CAPITULO 2. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EMPRESA PLASTIMEC, ESTRUCTURAS DE CONSUMO, DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PRELIMINAR Y PUESTOS CLAVES. SOLUCIÓN A PROBLEMAS DEL DIAGNOSTICO 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 energéticos centralizados, por lo cual al producirse el envejecimiento de la tecnología con ella envejecían sus redes provocando grandes perdidas 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 300000 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

consejos de producción 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:

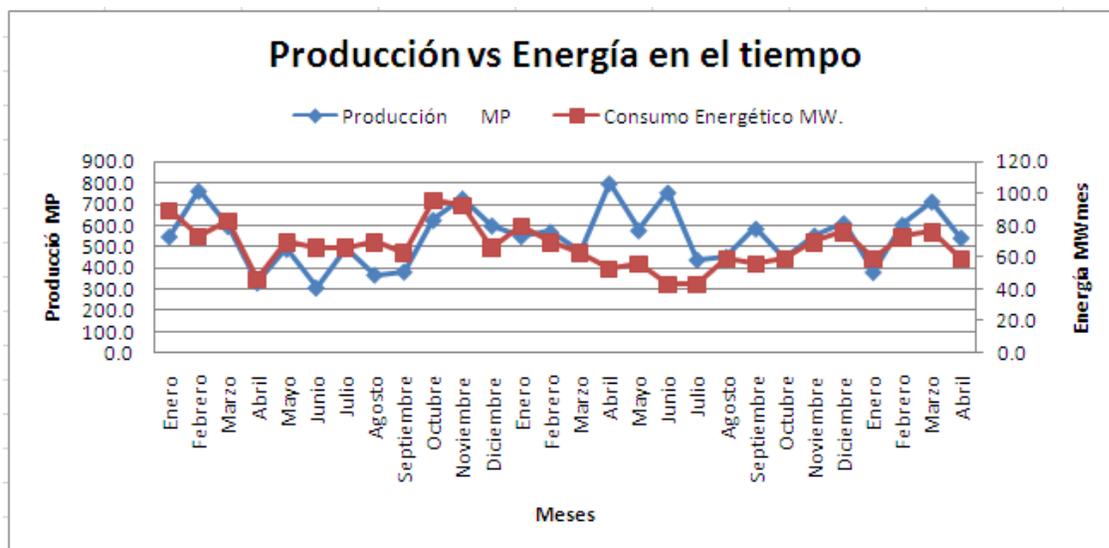
- Tecnología obsoleta.
- Falta de instrumentos de Medición y Control.
- Falta de presupuesto para inversiones en materia de gestión energética.
- No existen mecanismos efectivos para lograr la motivación por el ahorro de energía.
- Es bajo el nivel de concientización general sobre la importancia del 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.

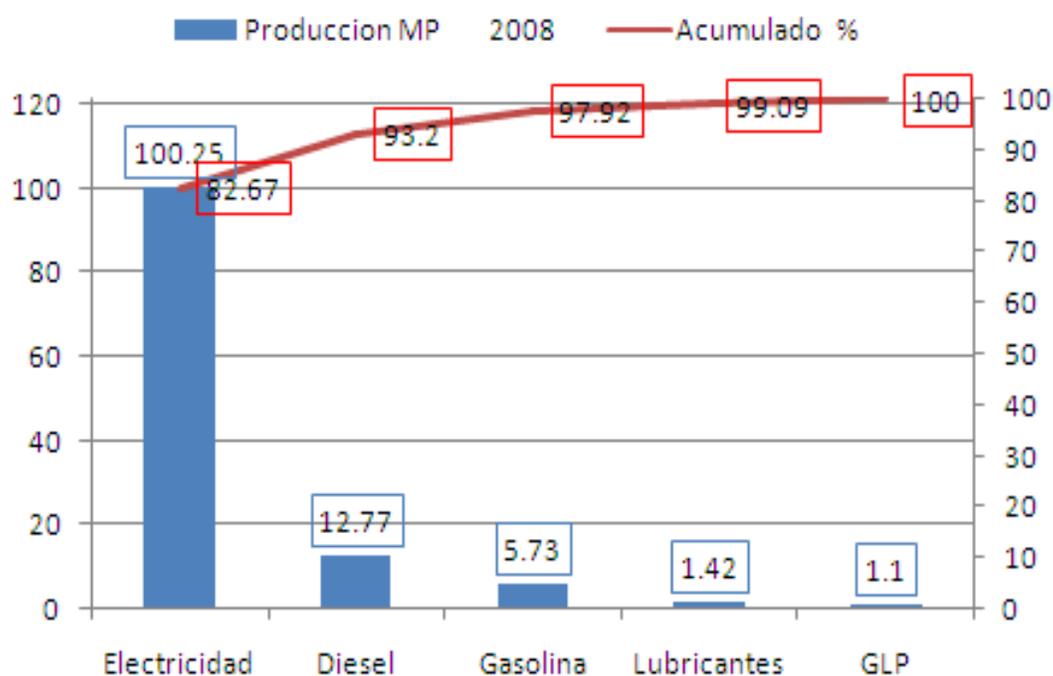
2.5 Establecimiento de la estructura de consumo de los portadores energéticos.

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.

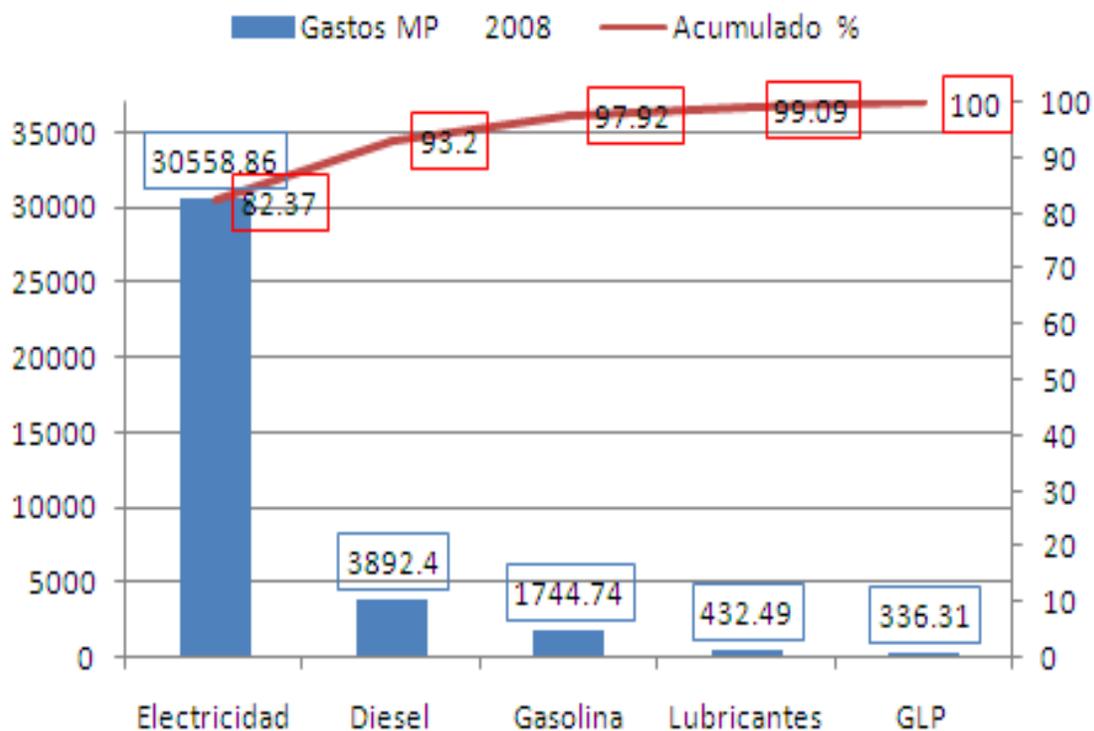


Como puede apreciarse el principal portador es la electricidad con 82,67 % seguido por el diesel con 12.77 %, sumando juntos un 95.44%, lo que ha sido una tendencia desde años anteriores.

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 Diagnostico energético preliminar.

Proyecto de Medidas	Ahorro Econ.	Ahorro Energético Kwh./mes	% Sobre Gastos Energ.	Impacto Ambiental
Sustitución de 2 de 6 motores subcargados	129.60	1400	1.18	882 kg- CO2 5.6 kg-SO2

en extrusoras.				3.5 kg - NOx
Sustitución de focos de 250 W por lámparas de 32 W.	40.80	48	0.37	30.24 kg- CO2 0.2 kg-SO2 0.12 kg - NOx
Sustitución de bombillos de 250 W por tejas traslúcidas.	51.00	60	0.46	37.8 kg- CO2 0.24 kg-SO2 0.15 kg - NOx
Sustitución de Aires Acondicionado.	70.20	780	0.63	491.4 kg- CO2 3.12 kg-SO2 1.95 kg - NOx
Traslado del bombeo a horas de la madrugada.	6.72		0.06	
Sustitución de resistencias eléctricas en máquinas inyectoras.	138.24	1536	1.25	967.68 kg- CO2 6.14 kg-SO2 3.84 kg - NOx

Eliminación de salideros en los chillers y compresores de aires.	4.50	50	0.04	31.5 kg- CO2 0.2 kg-SO2 0.125 kg - NOx
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- CO2 1.8 kg-SO2 1.18 kg - NOx

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- CO2 22.88 kg-SO2 14.30 kg - NOx

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 identifico aquellos que más consumen, hasta llegar a cubrir 83.7 % del consumo del portador energético principal.

Para cada Puesto Clave se determino 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

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

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

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./m³.
- 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 diagnostico energético.

Entidad.	Plastimec.	Código del proyecto o medida.	1a
Sistema.	Clima.		
Denominación del Proyecto o Medida.			
Sustitución de 10 Aires Acondicionados BK 1500 con consumo general de 1.2 Kwh. por 16 Aires Acondicionados LG con un consumo general de 4.8 Kwh.			

Descripción del proyecto o medida.

Teniendo en cuenta la posibilidad que nos dio el Plan de Ahorro Energético, impulsado por el Programa de la Revolución Energética, se decidió el cambio de los viejos y altos consumidores aires acondicionados rusos por nuevos de mejor tecnología y alta eficiencia.

Plan de acción.

Este trabajo fue desarrollado por el personal de la empresa. Como resultado se comenzó el cambio dando prioridad a los aires acondicionados tecnológicos, los

cuales trabajaban las 24 horas para posteriormente cambiar los que se ubicaban en las áreas de oficina con régimen de 12 horas de trabajo.

Esta simple medida basada en fundamentos lógicos de eficiencia y renovación permitió ahorros significativos sin afectar la calidad de las producciones y los servicios.

Equipos Sustituidos BK-1500 Soviético.		
Descripción.	Jornada de 24 horas	Jornada de 12 horas
Cantidad de Unidades	5	5
Consumo Energ. Anual. MWh.	51.84	25.92
Costo de la Energía en pesos.	4665.60	2332.80
Equipos Montados LG.		
Cantidad de Unidades.	11	5
Consumo Energ. Anual. MWh.	28.51	6.48
Costo de la Energía en pesos.	2565.90	583.20
Ahorro Energético Anual. MWh.	23.33	19.44
Costo de la Energía en pesos.	2099.70	1749.60
Gasto por adquisición.	1476.86	671.30
Ahorro Total en pesos.	622.84	1078.30

Entidad.	Plastimec.	Código del proyecto o medida.	1b
Sistema.	Clima.		
Denominación del Proyecto o Medida.			
Sustitución de resistencia eléctrica de 1.5 kWh. por otra de 0.85 kWh. en maquina de inyección.			

Descripción del proyecto o medida.

A partir de que la materia prima que actualmente se utiliza en el proceso de inyección posee un bajo coeficiente de fusión y una granulometría que varia entre 0.05 y 1.15 mm, respecto a la que anteriormente se utilizaba que era de 1.5 - 2.0 mm, la temperatura necesaria para la fusión se redujo dando la posibilidad de sustituir la resistencia de 1.5 kWh. que estaba instalada en la maquina de inyección por una de menor consumo permitiendo lograr ahorro energético con un mínimo de gasto por concepto adquisición de la nueva resistencia eléctrica.

Plan de acción

Este trabajo fue desarrollado por el propio personal de la empresa.

Resistencia eléctrica 1.5 kWh.	
Descripción.	Jornada de 24 horas
Cantidad de Unidades	1
Consumo Energ. Anual. MWh.	10.37
Valor en pesos.	933.30

Resistencia eléctrica 0.85 kWh.	
Cantidad de Unidades.	1
Consumo Energ. Anual. MWh.	5.88
Valor en pesos.	529.20
Ahorro Energético Anual. MWh.	4.49
Valor en pesos.	404.10
Gasto por adquisición	46.08
Ahorro en pesos	358.02

Resumen

Potencial de ahorro	Electricidad	Demanda	kW.	
		Energía	kWh./año	47260
	Combustible	Energía	kJ/ año	
Reducción de Costos			Pesos/ año	4207.32
Reducción de Emisiones de CO ₂			Ton CO ₂ / año	29.77
Reducción de Emisiones de kg.-SO ₂ y NO _x			Ton/ año	0.19 0.12
Costo Implementación			Pesos	2194.16
Periodo de Retorno Real de la Inversión			años	2
Valor Presente Neto			Pesos	10839.64
Tasa Interna de Retorno			%	148

Análisis económico a las soluciones del diagnostico energético.

	A Ñ O S						
	0	1	2	3	4	5	6
Ahorro por Cambio de AA		3849.30	3849.30	3849.30	3849.30	3849.30	3849.30
Ahorro por Cambio de R		358.02	358.02	358.02	358.02	358.02	358.02
Ahorro Total		4207.32	4207.32	4207.32	4207.32	4207.32	4207.32
Depreciación		365.70	365.70	365.70	365.70	365.70	365.70
Flujo de Caja	-2194.16	3439.00	3439.00	3439.00	3439.00	3439.00	3439.00
Factor de Descuento		0.87	0.76	0.66	0.57	0.50	0.43
Flujo de Caja Descontado		2991.93	2613.64	2269.74	1960.23	1719.50	1478.77
Valor Presente Neto	-2194.16	797.77	3411.41	5681.14	7641.37	9360.87	10839.64
Tasa Interna de Retorno		148.00%					

Las soluciones a los problemas del diagnostico energético preliminar arrojaron que se dejó de desembolsar la cantidad de \$ 4207.32 pesos, valor que presenta un 4 % del total de gastos del año 2007 el que fue tomado como referencia.

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

Introducción.

La implementación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía incluye dentro de sus objetivos la obtención de los índices de consumo de cada una de las producciones que fueron objeto de investigación.

Para dar cumplimiento a este objetivo 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.

Al comenzar el proceso productivo el tecnólogo del área fija los parámetros técnicos propios de cada tipo de producción los cuales son revisados sistemáticamente de acuerdo a lo establecido para cada tipo de producción (no controlada y controlada), esos son los que se van a utilizar posteriormente para definir la calidad de la producción ejecutada y calcular los índices de consumo para el proceso ya sea este controlado o no. Estos índices van a ser los comparados con los normativos y a su vez van a servir de base para establecer los estándares del sistema de monitoreo.

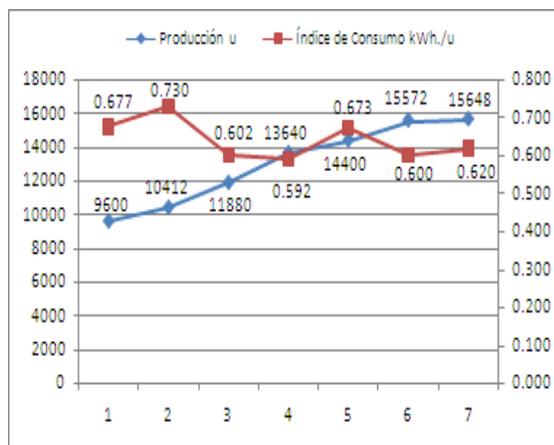
3.2 Análisis de las estadísticas de producción.

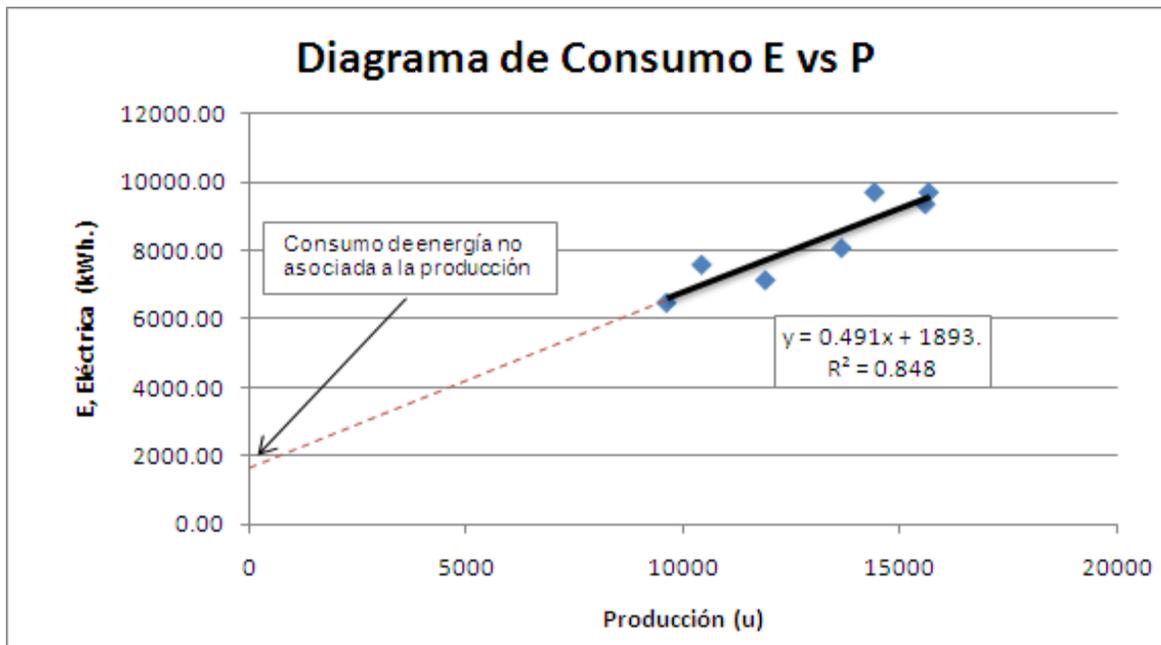
A continuación se muestran las estadísticas objeto de análisis para la obtención de los índices de consumo en las producciones típicas que se ejecutan en la UEB de inyección en condiciones no controladas y controladas:

Los cubos y tinas plásticas se fabrican en la máquina de inyección Sandretto, serie 8 de 360 toneladas de presión de inyección, mientras los accesorios para tuberías se producen en la máquina de inyección Sandretto, serie 8 de 90 toneladas de presión.

Producción no controlada en la fabricación de cubos.

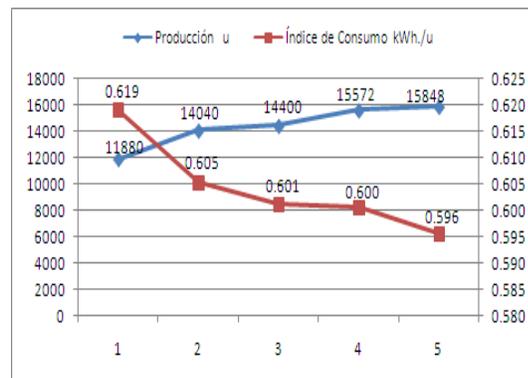
Descripción	Producción u	Índice de Consumo kWh./u	Consumo Energético kW mes
Cubo	9600	0.677	6496.00
	10412	0.730	7596.20
	11880	0.602	7153.20
	13640	0.592	8080.00
	14400	0.673	9696.00
	15572	0.600	9350.60
15648	0.620	9697.00	
Total	91152	0.637	58069.00

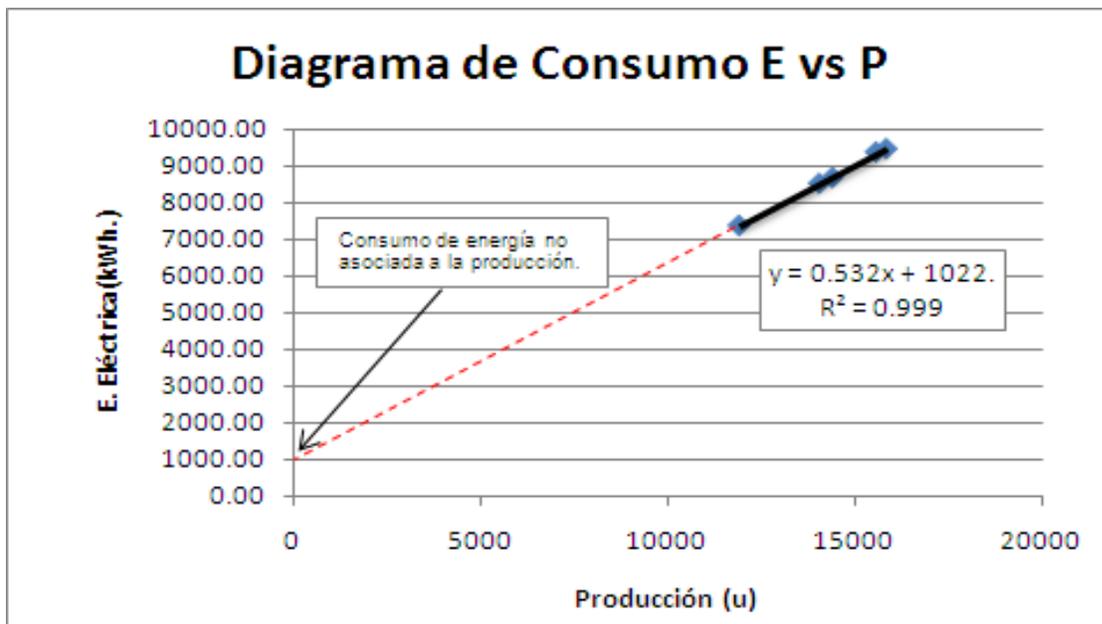




Producción controlada en la fabricación de cubos.

Descripción	Producción u	Índice de Consumo kWh./u	Consumo Energético kWh. mes
Cubo	11880	0.619	7353.20
	14040	0.605	8498.00
	14400	0.601	8656.00
	15572	0.600	9350.60
	15848	0.596	9439.00
Total	71740	0.604	43296.80





Del análisis de los gráficos se puede definir que existe un consumo de energía no asociado a la producción el que esta fundamentado por la necesidad de acondicionamiento de la máquina para el trabajo ya que las mismas necesitan un calentamiento inicial. La cantidad de energía que se consume en este momento depende en gran medida de la pericia y preparación del operario, de la calidad de la energía que alimenta la máquina, el estado de los medios de medición, la materia prima, el tipo de producción y la temperatura del agua de enfriamiento.

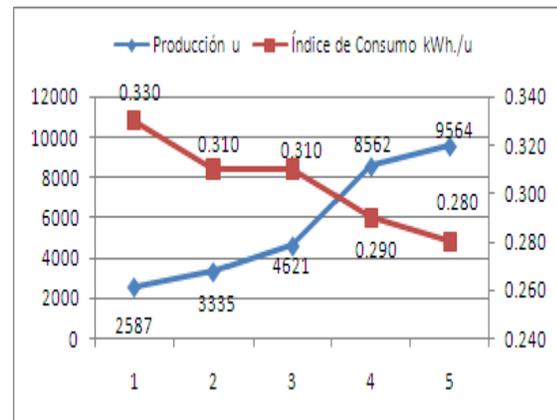
En el grafico de la producción no controlada la producción tiene una tendencia al aumento, mientras que el índice de consumo inicialmente tiene un comportamiento errático para posteriormente ir a una estabilización proporcional a la producción. Por su parte en el grafico de la producción controlada desde el inicio existe una clara disminución del índice consumo con respecto a la producción lográndose un balance entre ellas con tendencia a la estabilidad del proceso.

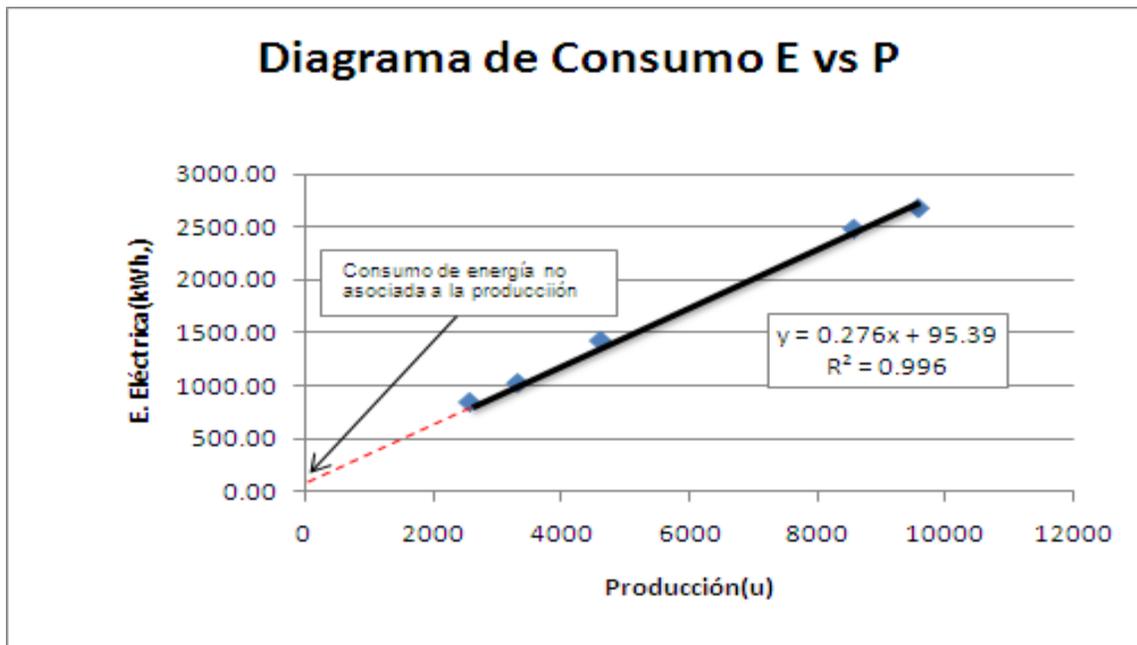
Tabla comparativa para la producción de cubos.

Elemento	Producción NO Controlada	Producción Controlada
Índice de Consumo (kWh. por unidad)	0.637	0.604
Energía no Asociada (kWh. por unidad)	1893	1022
Coefficiente de Correlación R ²	0.848	0.999

Producción no controlada para accesorio Tee ½" polipropileno (PP).

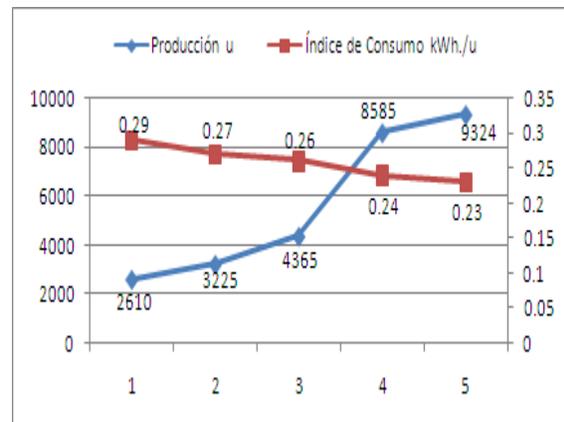
Descripción	Producción u	Índice de Consumo kWh./u	Consumo Energético kW mes
Tee 1/2"	2587	0.330	853.71
	3335	0.310	1033.85
	4621	0.310	1432.51
	8562	0.290	2482.98
	9564	0.280	2677.92
Total	28669	0.296	8480.97

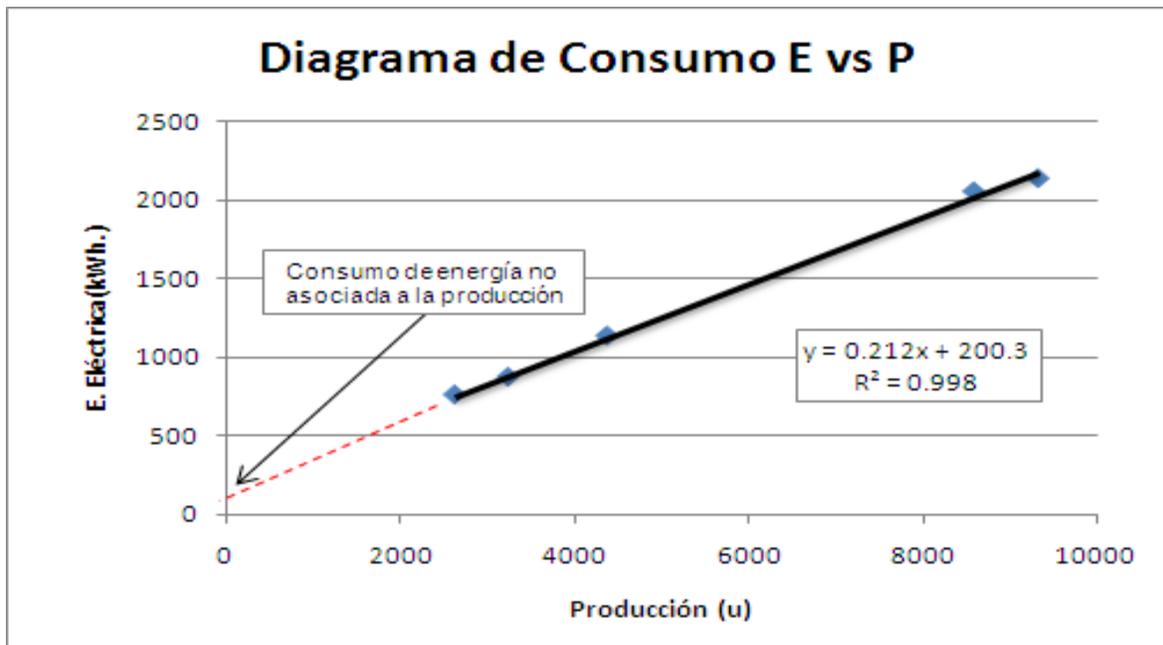




Producción controlada para accesorio Tee ½" polipropileno (PP).

Descripción	Producción u	Índice de Consumo kWh./u	Consumo Energético kW mes
Tee 1/2"	2610	0.29	756.9
	3225	0.27	870.75
	4365	0.26	1134.90
	8585	0.24	2060.40
	9324	0.23	2144.52
Total	28109	0.248	6967.47





En el gráfico de la producción no controlada la tendencia de la producción es al aumento, el índice de consumo disminuye gradualmente, aunque la cantidad de energía consumida no es directamente proporcional por lo que se observa una desviación del comportamiento lógico en la línea que muestra el comportamiento del índice de consumo. En el gráfico de la producción controlada desde el inicio existe una clara disminución del índice consumo con respecto a la producción lográndose un balance entre ellas con tendencia a la estabilidad del proceso.

Tabla comparativa para la producción de accesorios para tuberías.

Elemento	Producción NO Controlada	Producción Controlada
Índice de Consumo (kWh. por unidad)	0.296	0.248
Energía no Asociada (kWh. por unidad)	95.39	200.3
Coefficiente de Correlación R ²	0.996	0.998

Con respecto a los índices históricos estos están más cercanos a los valores de los índices de consumo para las producciones no controladas, en el caso de la fabricación de cubos el valor es de 0.635 kWh. y para las Tee de ½" es de 0. 285 kWh.

Este comportamiento es lógico si tenemos en cuenta que los índices históricos tienen implícito el total de producciones controladas y no controladas.

3.3 Bases del Sistema de Monitoreo y Control Energético para la tecnología de inyección.

Para la organización del Sistema de Monitoreo y Control Energético en la Unidad de Base Empresarial Inyección de plástico se siguió el siguiente procedimiento:

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, de la resistencia eléctrica y de la cámara de calefacción). (°C)
 - Velocidad (de cierre y apertura de molde, de plastificación, de inyección y de expulsión).
 - Presión. (primera presión de inyección, segunda presión de inyección, contrapresión, descompresión, presión de expulsión y presión de retorno expulsión). (kg/cm²)
 - Distancias. (distancia de inyección, distancia de conmutación a segunda presión, distancia de expulsión y distancia de apertura de molde). (mm)
 - Tiempo. (tiempo de inyección, tiempo de postpresión, tiempo de plastificación, tiempo de enfriamiento y tiempo de ciclo). (seg.)
2. Establecimiento de indicadores de control durante el monitoreo:
- Producción (según ficha técnica de la maquina y producción real que realiza).
 - Consumo de energía (en kWh. por producción).
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 normales 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 seleccionados para el desarrollo del trabajo son los históricos para cada tipo de producción, para los cubos 0.635 kWh. /u y para las Tee de ½" de polipropileno 0.285 kWh. /u. En el caso de la producción no controlada en la fabricación de cubos se logro un valor de 0.637 kWh. /u, este resultado es mayor al estándar en 0.002 kWh. /u. Para la producción controlada el resultado obtenido fue de 0.604 kWh. /u, inferior en 0.031 kWh. /u. En los dos casos los coeficientes de correlación fueron superiores a 0.75 razón esta que permite evaluar de positivos los procesos.

Para las tee de ½" en las producciones no controladas se obtuvo 0.296 kWh. /u, resultado mayor en 0.011 kWh. /u al estándar, la producción controlada fue inferior en 0.037 kWh. /u En estos casos el coeficiente de correlación fue también superior a 0.75.

Se propone luego de reparar y montar esta tecnología en su nuevo destino obtener una disminución de un 3 % en el índice de consumo para las producciones. Esto puede ser posible sobre la base del mejoramiento del equipamiento tecnologico, la capacitación del personal y la elevación del control durante el proceso productivo.

5. Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares:

- Gráfico de control.

Para el monitoreo en la tecnología de inyección se ejecutaron gráficos donde se interrelacionan las unidades producidas contra índices de

consumo para cada una de las producciones, evaluando la tendencia que en cada caso existe, con vista 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 determinar las 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 controladas y no controladas.

Se preparan las bases para elaborar un programa computarizado para el control continuo de los parámetros técnicos de la producción.

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

Los factores que influyen sobre los indicadores de control son:

- el material a trabajar,
- el diseño del molde y la pieza,
- la preparación del personal,
- los instrumentos de medición,
- las fallas eléctricas,

- estado técnico del equipamiento,
- la falta de mantenimiento planificado.
- 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.

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

- Recomendaciones para corregir las desviaciones

Mantener estricto control sobre las variaciones de temperatura de la cámara de calefacción y del agua de enfriamiento.

Asegurar la correlación entre temperatura, velocidad, presión y tiempo.

Efectuar el mantenimiento planificado.

Modernización de los instrumentos de medición.

Estandarización de la materia prima.

Garantizar respaldo eléctrico.

CONCLUSIONES.

1. Los resultados obtenidos en la investigación forman parte de la base estadística con la cual se cuenta para la implementación del sistema de monitoreo y control energético que será aplicado a la nueva tecnología, ya que el proceso tecnológico es el mismo, solo que el equipamiento es de tecnología más avanzada.
2. El principal portador energético en la empresa es la electricidad, la cual tuvo un comportamiento con tendencia al aumento desde el año 2006 al 2008, calculándose para el periodo los valores 78.11, 79.62 y 82.67 % respectivamente, además de existir el diesel, la gasolina, el GLP y los lubricantes.
3. En el estudio fueron definidos nueve puestos claves constituidos por 36 equipos en las áreas productivas, de los cuales 5 pertenecen a la UEB de Inyección, con total de 49 operarios, de ellos 15 son de la UEB de Inyección y 10 jefes divididos en 8 de la empresa y 2 de la UEB de Inyección.
4. La revisión del estado del arte evidencio la superioridad de la tecnología de inyección de plásticos sobre otras por su elevada versatilidad y volúmenes de producción
5. Se dio solución a dos problemas del diagnostico energético preliminar con un ahorro de 47.26 MWh. al año con su carga de gases contaminantes que en valor económico representa aproximadamente un 4,0 % de los gastos totales energéticos del 2007.
6. Se pudo demostrar que el índice de consumo energético aumenta o disminuye en función del tipo de molde que se utiliza en el proceso productivo de accesorios,

puesto que si es mayor la cantidad de cavidades, la producción es mayor, mientras el consumo energético se mantiene.

7. El índice de consumo energético en las producciones controladas fue inferior a las no controladas, lo que demuestra que el monitoreo y control constante son factores claves para el logro de mejores resultados, incidiendo directamente la capacitación del personal.

RECOMENDACIONES.

- 1-. Enviar los resultados obtenidos de índices de consumo energético de las máquinas de inyección para la empresa donde están actualmente ubicadas.
- 2-. Aplicar los resultados obtenidos en el sistema de monitoreo y control energético en la nueva tecnología que se montará en la UEB de Inyección de plástico.

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. San Román, Julio. Ciencia y tecnología de los materiales plásticos/
6. Revista de Plásticos Modernos_(Madrid) 89, (586):353-358, Abril 2005
7. Serrano Carlos. La industria del Plástico/ Revista de plásticos modernos, CSIC, Volumen I, Madrid, 1990.
8. Tecnología del Plástico. (Colombia), (114):16-20, Marzo 2005
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. "Ciencia y tecnología de los materiales plásticos" Revista de plásticos modernos, CSIC, Volumen I, Madrid, 1990.
12. Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation. Tomado de: <http://www.encarta.msn.es>

13. Dr. Aníbal E. Borroto Nordelo, Dr. Percy Viego Felipe. Gestión Energética Empresarial. Diplomado en Gestión Eficiente de la Energía. Universidad Autónoma de Baja California, Tecate, B.C., México, 2001.
14. Dr. José P. Monteagudo Yanes; Dr. Aníbal Borroto Norbelo. La “producción equivalente”. un método para elevar la efectividad de los Índices Energéticos. /-- Cfgos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, 1999. -- 78p
15. Dr. Juan C. Campos Avella. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial. Editorial Universidad de Cienfuegos, ISBN 959-257-018-3, 1997.
16. 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.
17. 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.
18. Dr. Anibal E. Borroto Nordelo. Gestión Energética Empresarial. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. 2002. ISBN: 959-257-040-X.
19. Freeman, M. H. Manual de Prevención de la Contaminación Industrial. Editorial McGraw Hill, México, 943 pp., 1988.
20. Glynn, H., Gary, J., Heinke, W., Ingeniería Ambiental. Editorial Prentice Hall, México, 798 pp., 1999.

21. Day, R. A. (1996). Como escribir y publicar trabajos científicos. (2ª ed.). Washington D.C.: OPS.
22. Hernández S., R.; Fernández C., C. y Baptista L., P. (1991). Metodología de la Investigación. (3ª Ed.). México. D.F.: McGRAW – HILL.
23. Muñoz R. C. (1998). Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis. México D.F: HISPANOAMERICANA.
24. Nubia Amparo Ortiz Guerrero. La elaboración de los proyectos de investigación. <http://www.uch.edu.ar/rrhh>
25. Ríos-R., Lillian E. Método Científico y Diseños de Investigación. <http://rcm-library.rcm.upr.edu/sitebuilder>.
26. Tim Oswald y Enrique Giménez. Procesado de Polímeros, fundamentos. Editorial Prentice Hall, México
27. Wolfgang Glenz. Terminología técnica de los plásticos. 6ta Edición. Editorial Carl Hanser. Múnich.
28. Laura Flórez. Aditivos: ¿Cómo lograr más con menos. Más productividad y mejor desempeño? <http://www.plastico.com>
29. J. D. Sierra M., I. Katime. Cinética de cristalización de copolímeros de estireno/Ácido acrílico. Revista Iberoamericana de Polímeros, Volumen 7(1), Febrero 2006. ISSN 0121-6651.
30. Serrano Carlos. Materiales plásticos termofijos: ¡Si al reciclaje! <http://plastico.com>
31. Uso eficiente de la energía en el procesamiento de plásticos. <http://www.plastico.com>. Junio 2009.

32. Ph.D. María del Pilar Noriega y M.Sc. Omar Augusto Estrada. Productividad. Uso eficiente de la energía en el procesamiento de plásticos. Cambio en las prioridades de la industria. ICIPC. www.icipc.org, Junio 2009.
33. Carlos Andrés Garnica. Inyección. Eficiencia y productividad. <http://www.plastico.com>. Junio 2009.
34. Azcarate Luxan. Blanca Mingorance. Jiménez Alfredo. Energías e impacto ambiental. Editorial Equipo Sirius. 2da Edición.
35. Richardson / Lokensg. Industria del plástico. Editorial Paraninfo. ISBN 9788428325691.

Anexo 2.**CURSO DE CAPACITACIÓN IMPARTIDO SOBRE GESTIÓN ENERGÉTICA**

A continuación se presenta el curso que fue concebido y desarrollado en la Empresa PLASTIMEC, para los trabajadores relacionados con el consumo de energía y que de una forma u otra incidían en el proceso productivo, así como a los jefes, personal técnico y de dirección.

Este se impartió en seis encuentros de 2 horas diarias y una frecuencia semanal con la presencia del profesor, 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 bio-diesel, el etanol y los bio-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 vinculo 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.