

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**SEP**

**TRABAJO PROFESIONAL  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**QUE PRESENTA:**

**PETRONA ARCOS SOLÍS**

**CON EL TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN  
PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN LA EMBOTELLADORA VALLE DE  
OAXACA S.A. DE C.V.”**

**MEDIANTE:**

**OPCION T.I.  
(TITULACION INTEGRAL)**

**TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS**

**JUNIO 2016**

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del Problema</b>	
1.1 Antecedentes del Problema	4
1.2 Definición del Problema	4
1.3 Objetivo General	5
1.4 Objetivos Específicos	5
1.5 Justificación	5
1.6 Delimitación	6
1.7 Impacto Económico, Ambiental y Social	7
<b>2 Antecedentes de la Empresa</b>	
2.1 Razón Social	9
2.2 Descripción de la Empresa	9
2.3 Ubicación de la Planta	10
2.4 Antecedentes	10
2.5 Visión	12
2.6 Misión	12
2.7 Valores	12
2.8 Estructura Organizacional del Área de Manufactura	13
2.9 Procesos de Producción	14
2.10 Productos Comercializados	20
2.11 Capacidad de la Maquinaria	21
<b>3 Fundamento Teórico</b>	
3.1 Energía	25
3.2 Principios de Electricidad	25
3.3 Potencia Eléctrica	26
3.4 Importancia del Ahorro de la Energía Eléctrica	29
3.5 Diagnostico Energético	30
3.5.1 Clasificación de Diagnósticos Energéticos	30
3.6 Estructura Tarifaria	31
3.6.1 Regionalización Tarifaria	31
3.6.2 Clasificación y Descripción	33
3.6.3 Medición de la demanda	33
3.6.4 Control de la Demanda	34
3.7 Equipos de Medición	34
3.8 Gestión de la Energía en la Industria	35
3.9 Técnicas Económicas	36
3.9.1 Periodo de recuperación de una inversión	42
3.10 Costo para Proyectos de Ahorro de Energía	37
3.11 Desarrollo de estrategias en ahorro de energía eléctrica	38

3.12	Programa de Ahorro de Energía Residencial. Acciones para combatir cambio climático en el sector residencial mexicano	39
3.13	Sensibilización Para el Ahorro de Energía Eléctrica	40
3.14	Formación y Desarrollo de grupos	41
3.15	Pruebas de Actitud	42
3.15.1	Escalas de Lickert	42
<b>4.</b>	<b>Metodología</b>	
4.1	Metodología para el Programa de Ahorro de energía Eléctrica	44
<b>5.</b>	<b>Resultados obtenidos</b>	104
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	107
6.1	Conclusiones	98
6.2	Recomendaciones	99
	<b>Bibliografía</b>	101
	<b>Anexos</b>	111

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1.	Productos que se elaboran en la planta	20
Tabla 2.2.	Productos que no se fabrican en la planta pero que se comercializan	20
Tabla 2.3.	Velocidad de sopladora	21
Tabla 2.4.	Velocidad de etiquetadora	22
Tabla 2.5.	Velocidad de llenadora	22
Tabla 2.6.	Velocidad de CarboCooler	22
Tabla 2.7.	Velocidad de envolvedora	23
Tabla 4.1.	Consumo kWh, cajas físicas producidas y su relación	46
Tabla 4.2.	Indicador de Energía Eléctrica	48
Tabla 4.3.	Consumo de energía eléctrica del área oficinas y talleres	50
Tabla 4.4.	Consumo de energía eléctrica del área de sala de jarabes y tratamiento de agua	50
Tabla 4.5.	Consumo de energía eléctrica del área de producción	51
Tabla 4.6.	Consumo de energía eléctrica del área de Equipos Auxiliares	51
Tabla 4.7.	Consumo de energía eléctrica del área de Garrafón	52
Tabla 4.8.	Horarios de la tarifa HM para horario de verano e invierno	56
Tabla 4.9.	Cuotas del año 2010 para la tarifa HM	57
Tabla 4.10.	Resumen de los datos de las fugas y costo anual	72
Tabla 4.11.	Equipos en el área de sala de jarabes y su consumo de kW	75
Tabla 4.12.	Equipo de sala de jarabes que es posible detener en horario punta	75
Tabla 4.13.	Equipos en el área de PTAP y su consumo de kW	76
Tabla 4.14.	Equipo de PTAP que es posible detener en horario punta	76
Tabla 4.15.	Equipos en el área de PTAR y su consumo de kW	76
Tabla 4.16.	Equipo de sala de PTAR que es posible detener en horario punta	77
Tabla 4.17.	Resumen de ahorros por área	77
Tabla 4.18.	Costo anual de entrada y salida de botellas por aire comprimido	79
Tabla 4.19.	Distribución del tiempo en que no hay producción	80
Tabla 4.20.	Inversión para la propuesta de automatización	81
Tabla 4.21.	Puntaje de las respuestas	85
Tabla 4.22.	Puntajes obtenidos en la encuesta.	86
Tabla 4.22.	Actividades del comité de energía eléctrica	93



## LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.1.	Croquis de ubicación de la planta	10
Fig. 2.2.	Organigrama del área de manufactura	13
Fig. 2.3.	Diagrama de flujo de los procesos productivos	14
Fig. 2.4.	Diagrama de flujo Santorini	18
Fig. 3.1.	Triángulo de potencias	34
Fig. 3.2.	Medición de la demanda	32
Fig. 3.3.	Programa de ahorro de energía FIDE	39
Fig. 4.1.	Procedimiento para el programa de energía eléctrica	45
Fig. 4.2.	Grafica de consumo kWh, cajas físicas producidas y su relación	47
Fig. 4.3.	Grafica del indicador de energía eléctrica	49
Fig. 4.4.	Consumo de kWh en cada una de las áreas	53
Fig. 4.5.	Grafica de equipos más consumidores de E.E. en el área de equipos auxiliares	54
Fig. 4.6.	Grafica de equipos más consumidores de E.E. en el área de Producción	54
Fig. 4.7.	Distribución de aire comprimido de baja presión	55
Fig. 4.8.	Fuga en dealcalizador 2	59
Fig. 4.9.	Fuga en filtro de arena 2	59
Fig. 4.10.	Fuga en válvula de comando	60
Fig. 4.11.	Fuga en válvula de comando	60
Fig. 4.12.	Fuga en unidad de mantenimiento de la sopladora	61
Fig. 4.13.	Fuga en transportador aéreo de sopladora a etiquetadora	61
Fig. 4.14.	Fuga en transportador aéreo de sopladora a enjuagadora	62
Fig. 4.15.	Fuga en transportador aéreo de etiquetadora a enjuagadora	62
Fig. 4.16.	Fuga en transportador aéreo entrada enjuagadora	63
Fig. 4.17.	Fuga en transportador aéreo entrada enjuagadora	63
Fig. 4.18.	Fuga en regulador de presión de sopladora a etiquetadora	64
Fig. 4.19.	Fuga en regulador de presión de etiquetadora a enjuagadora	64
Fig. 4.20.	Fuga en electroválvula de llenadora	65
Fig. 4.21.	Fuga en electroválvula de mando de limpieza llenadora	65
Fig. 4.22.	Fuga en válvula del sistema. Neumático de llenadora.	66
Fig. 4.23.	Fuga en mangueras del pistón de apertura de válvula de llenado	66
Fig. 4.24.	Fuga en tablero de control de sistema neumático	67
Fig. 4.25.	Fuga en filtro de aire del lubricador de pistones	67
Fig. 4.26.	Fuga en columna catiónica de Santorini	68
Fig. 4.27.	Fuga en columna catiónica de Santorini	68
Fig. 4.28.	Fuga en columna catiónica de Santorini	69
Fig. 4.29.	Fuga en columna catiónica de Santorini	69
Fig. 4.30.	Fuga en columna aniónica de Santorini	70
Fig. 4.31.	Fuga en columna aniónica de Santorini	70

Fig. 4.32. Fuga en columna aniónica de Santorini	71
Fig. 4.33. Cantidad de fugas encontradas	71
Fig. 4.34. Diagrama eléctrico de electroválvula de apertura y cierre de aire	80
Fig. 4.35. Procedimiento de arranque de maquinaria	83
Fig. 4.36. Gráfica del puntaje real vs puntaje objetivo de preguntas positivas	86
Fig. 4.37. Gráfica del puntaje real vs puntaje objetivo de preguntas negativas	87
Fig. 4.38. Resultado de la respuesta 1 de la encuesta de diagnostico	88
Fig. 4.39. Resultado de la respuesta 2 de la encuesta de diagnostico	88
Fig. 4.40. Resultado de la respuesta 3 de la encuesta de diagnostico	89
Fig. 4.41. Resultado de la respuesta 4 de la encuesta de diagnostico	89
Fig. 4.42. Resultado de la respuesta 5 de la encuesta de diagnostico	90

## **Introducción**

Uno de los pasos primordiales en la implementación de un programa de ahorro de energía eléctrica consiste en la identificación de oportunidades de ahorro y optimización del uso de la energía en las distintas áreas de la planta.

La investigación titulada “Diseño e implementación de un programa de ahorro de energía eléctrica en la embotelladora valle de Oaxaca S. A. de C.V.” está orientada a establecer propuestas de ahorro de energía eléctrica, en la cual se analizan cuestiones técnicas y de conducta del personal, por lo que se necesita identificar y evaluar los factores que determinan el nivel de consumo de dicho recurso y diseñar una metodología adecuada para hacer un uso más eficiente.

Este proyecto tiene dos enfoques, por un lado, la detección de áreas en las que exista un desperdicio de energía eléctrica o sea posible realizar una mejora para su ahorro y, por otro lado, la sensibilización del personal frente a la conservación y el aprovechamiento de éste recurso.

Para el cumplimiento del objetivo del proyecto, el documento se estructura de la siguiente manera:

En el capítulo uno, planteamiento del problema, se identificó el problema objeto de investigación, el desperdicio de la energía eléctrica, los objetivos que se esperan alcanzar y cuáles son las principales limitantes para llevarlo a cabo.

Posteriormente en el capítulo 2, se presenta información sobre la empresa en la que se realizó el proyecto.

El capítulo 3, fundamento teórico, se plantea las bases teóricas sobre los sistemas eléctricos, se presenta información para la sensibilización de las personas que laboran en la empresa para el ahorro de dicho recurso. Se fundamentan todos los términos y conceptos que son utilizados en la metodología.

El procedimiento que se siguió para realiza el programa de ahorro de energía eléctrica se menciona en el capítulo 4, allí se presentan las diferentes propuestas y se describe la forma en que se realizó el estudio para establecerlas.

Por último, en los capítulos 5 y 6 se presenta los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron.

Es fundamental mencionar que algunas de las propuestas así como muchas ideas para realizar de mejor manera el programa fueron hechas por los propios operadores de los equipo, esto demuestra que es importante escuchar la opinión de los empleados ya que son ellos los que conocen a los equipos puesto que diariamente están en contacto con estos.

## **CAPÍTULO 1**

---

---

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Antecedentes del Problema**

Para que una empresa sea líder en el mercado debe ser competitiva, siendo uno de los factores principales para conseguirlo el costo de producción.

Existen varios factores que impactan en el costo de producción, como son: materia prima, agua, gas, energía eléctrica, etc. Un factor que resalta en cuánto al enorme gasto que representa para la empresa, es la energía eléctrica.

En la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V., se utiliza maquinaria que consume grandes cantidades de energía eléctrica, aunado a esto, la empresa cuenta con varios departamentos desde ventas hasta producción por lo que se requiere de una considerable cantidad de personal, Con estas dos características (maquinaria y personal) fácilmente se puede tener un área de oportunidad para reducir los gastos de energía y por lo tanto los costos totales de la empresa.

Por otro lado, en el mes de febrero del año 2010, la empresa sufrió un incremento en el precio del kw/h de alrededor del 22%.

De todo lo anterior surge la necesidad de realizar acciones que contribuyan al uso eficiente de la energía eléctrica.

## **1.2 Definición del Problema**

Debido al costo excesivo que genera el uso de la energía eléctrica como recurso indispensable para la producción se considera necesario implementar un programa de ahorro de energía eléctrica.

### 1.3 Objetivo General

Desarrollar un programa para el ahorro de energía eléctrica en la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

### 1.4 Objetivos Específicos

- Identificar áreas de oportunidad para reducir el consumo de energía eléctrica en la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A de C.V.
- Definir actividades a través del análisis detallado del consumo de energía eléctrica, que finalmente se establecerán en el programa de ahorro de energía.
- Establecer propuestas que involucren al trabajador en el ahorro de energía eléctrica.

### 1.5 Justificación

La realización de un programa de ahorro de energía eléctrica permitirá obtener los siguientes beneficios:

- **Reducción de los costos energéticos.** Ya que reduciendo el consumo se reducen los costos.
- **Lograr una mayor competitividad.** Uno de los factores principales para que una empresa sea competitiva es el costo de producción, al disminuir los costos de energía eléctrica también se reducen los costos de producción.

- **Reduce el impacto ambiental.** Según datos de la Secretaría de Energía (SENER), en México, el 80% de la energía eléctrica se genera a partir de combustibles fósiles. Estas centrales son altamente contaminantes por la gran cantidad de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que liberan a la atmósfera, el cual contribuye a la acumulación de gases de efecto invernadero que es uno de los impulsores del cambio climático.

## 1.6 Delimitación

El programa de ahorro de energía eléctrica se llevará a cabo en todas las áreas de la empresa Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V., abarcando desde la alta gerencia hasta el nivel más bajo en el organigrama. Durante el periodo comprendido de junio a noviembre del año 2010.

Entre las principales limitaciones se observaron las siguientes:

- Falta de tiempo de los eléctricos para apoyo en las mediciones de corriente eléctrica.
- Falta de herramientas o equipos de medición necesarios para realizar las mediciones de corriente eléctrica.
- Falta de tiempo de los empleados para asistir a las pláticas de sensibilización.
- La resistencia al cambio por parte de los empleados y jefes.
- La falta de interés de los participantes en las pláticas de sensibilización.
- No darle seguimiento al programa de ahorro de energía eléctrica.
- El conformismo, creer que las cosas están bien como se han venido haciendo.



## **1.7 Impacto Económico, Ambiental y Social**

El programa de ahorro de energía eléctrica persigue los siguientes intereses:

Un interés económico, con el que se busca disminuir el costo de producción disminuyendo el consumo en energía eléctrica.

Un interés ambiental, ya que con el ahorro de energía eléctrica se contribuye a cuidar el medio ambiente reduciendo la emisión de gases contaminantes como el bióxido de carbono los cuales afectan el delicado equilibrio de la naturaleza y son dañinos para la salud.

Un interés social, con la participación de todas las personas de la empresa y que la práctica del uso eficiente de la energía eléctrica sea transmitido hacia las personas que los rodean como familiares, amigos, vecindario, etc.

## **CAPÍTULO 2**

---

---

### **ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

## **2.1 Razón Social**

Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V.

## **2.2 Descripción de la Empresa**

La Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. es una empresa del sector privado dedicada a la fabricación, comercialización y distribución de bebidas carbonatadas y agua purificada; dicha empresa pertenece al reconocido Grupo de Embotelladoras Unidas S.A. de C. V. (GEUSA), el cual es un corporativo poseedor de acciones industriales y comerciales dedicadas a la producción, distribución y comercialización de bebidas y aguas envasadas.

GEUSA es subsidiaria de PepsiCo, siendo la última, la propietaria de marcas registradas de gran prestigio como: Pepsi, Quaker, Sabritas, Gatorade, etc.

Hoy en día, GEUSA es la segunda empresa embotelladora, de las marcas de PepsiCo, más grande de México, en relación a volumen de ventas anuales, atendiendo en su área geográfica, a una población de aproximadamente 38 millones.

GEUSA opera en las regiones Centro y Oeste de México y gran parte del Sureste del territorio nacional, con presencia en los estados de Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Colima, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Guerrero, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas.

### 2.3 Ubicación de la Planta

Carretera Tuxtla Gutiérrez – La Angostura Km. 9

Nº 800 Col. Rivera de Cupía

Municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas (ver figura 2.1.)

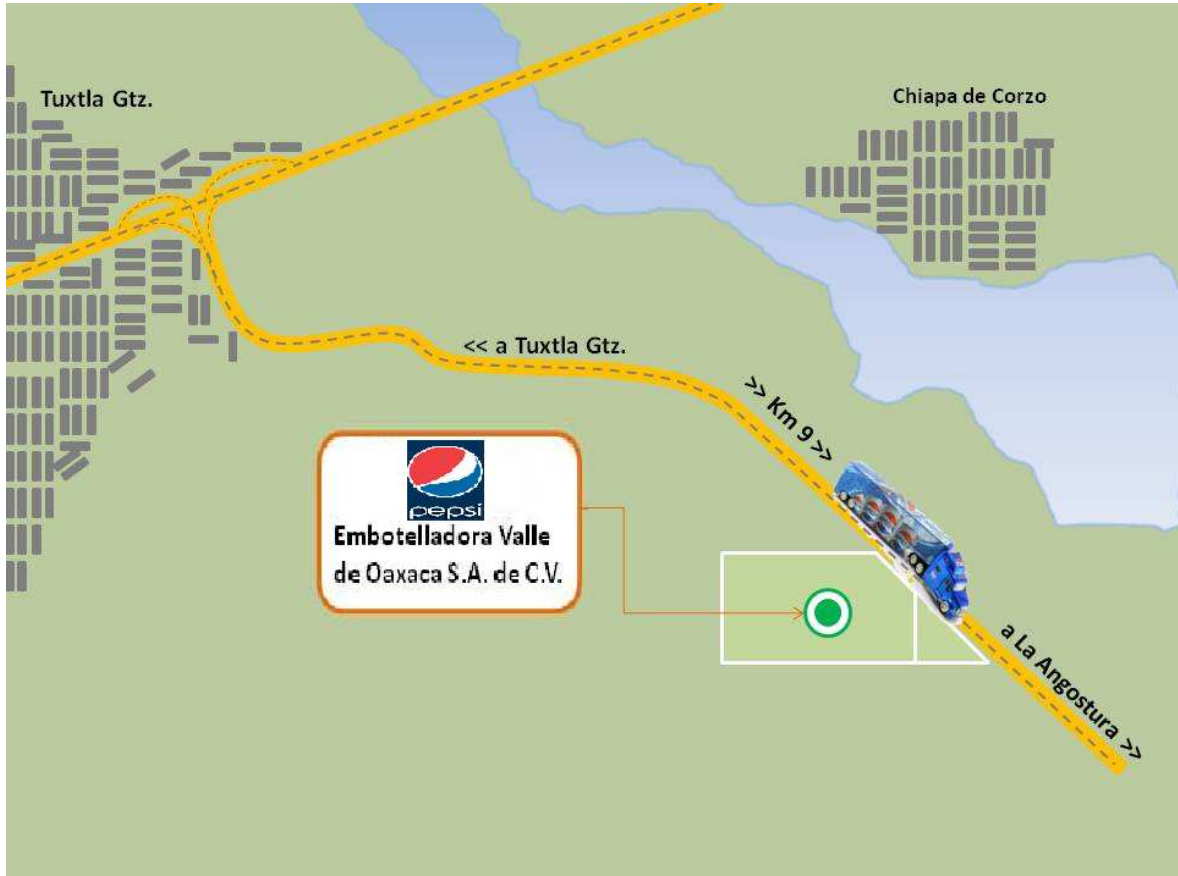


Figura 2.1. Croquis de ubicación de la planta

### 2.4 Antecedentes

PepsiCo Inc. es una empresa multinacional estadounidense de bebidas y aperitivos. Nació a principios de 1890 en Carolina del Norte, cuando el farmacéutico Caleb Bradham creó una bebida para curar dolores de estómago, la que luego bautizó como *Pepsi*. La firma quebró en 1923, pero luego resurgió de mano de la compañía de dulces Loft Candy.

A fines de la década de los 30's PepsiCo comenzaba a expandirse a mercados internacionales, fue entonces cuando en 1938 se introdujo en Mexicali, Baja California, como primer mercado mexicano.

En 1943 Pepsi-Cola Mexicana se estableció legalmente en esta ciudad bajo la razón social de Pepsi-Cola Mexican Syrup Company como subsidiaria de Pepsi-Cola International, siendo su misión el franquiciamiento de las marcas Pepsi-Cola a inversionistas independientes de todo el país, a fin de operar la distribución y venta de refrescos embotellados con las marcas de la empresa.

Las primeras plantas embotelladoras de Pepsi-Cola Mexicana fueron: Mexicali (1938), Monterrey (1942), Ciudad de México (1943), Guadalajara (1943) y León (1945).

En Guadalajara, desde 1943 se embotellaba Pepsi-Cola en la Planta "La Victoria", posteriormente siguieron estableciéndose otras modernas plantas en la República como las de la cadena Padilla, después Grupo Trieme S.A. de C.V. Cuatro años más tarde, en 1947 debido a la creciente demanda del producto se instaló la primera Planta de Concentrados de Pepsi-Cola en la ciudad de México para satisfacer las necesidades de concentrado de sus embotelladores, cuyo número crecía a un ritmo acelerado. Fue hasta 1949 cuando se inauguró en esta misma ciudad la Embotelladora de Occidente S.A. de C.V., primera planta de la cadena Trieme que actualmente es considerada como una de las plantas con instalaciones de mayor capacidad en América Latina.

Posteriormente, esta Cadena fue creciendo al construirse las siguientes plantas:

1953: Bebidas Purificadas de Michoacán S.A. (Morelia, Michoacán)

1957: Bebidas Purificadas del Centro S.A. (Celaya, Guanajuato)

1967: Bebidas Purificadas del Cupatitzio, S.A. (Uruapan, Michoacán)

En 1987 Trieme se transformó en Grupo de Embotelladoras Unidas S.A. de C.V. (GEUSA), y se consolida en los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato. A partir de 1992, con la liberación económica de la Industria Refresquera en el país

y debido a la gran demanda de los consumidores por nuevos empaques y presentaciones, se inicia el lanzamiento de nuevos productos.

En el año 2008, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se inaugura la planta Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V. y un centro de distribución.

GEUSA participa en una alianza comercial con la empresa guatemalteca Livsmart distribuyendo, en varios estados de la República Mexicana, jugos y néctares Petit y California.

Hoy en día GEUSA busca expansión territorial con participación de mercado, pero también busca la expansión vertical e innovadora con marcas, tamaños y sabores.

## **2.5 Visión**

“Ser la Compañía de bebidas líder en atención a sus clientes”.

## **2.6 Misión**

“Ser un Grupo productor y comercializador de bebidas que busca con pasión satisfacer las necesidades del comercio y los consumidores, con un sistema de distribución y portafolio de marcas líderes, para lograr un crecimiento rentable y sostenido, mediante la gestión socialmente responsable de un equipo ganador”.

## **2.7 Valores**

- Enfoque al Cliente
- Respeto por el Individuo
- Comunicación y Trabajo en Equipo
- Productividad
- Integridad y Disciplina

## 2.8 Estructura Organizacional del Área de Manufactura

En la figura 2.2. Se observa el organigrama del área de manufactura de la Embotelladora Valle de Oaxaca S. A. de C.V.

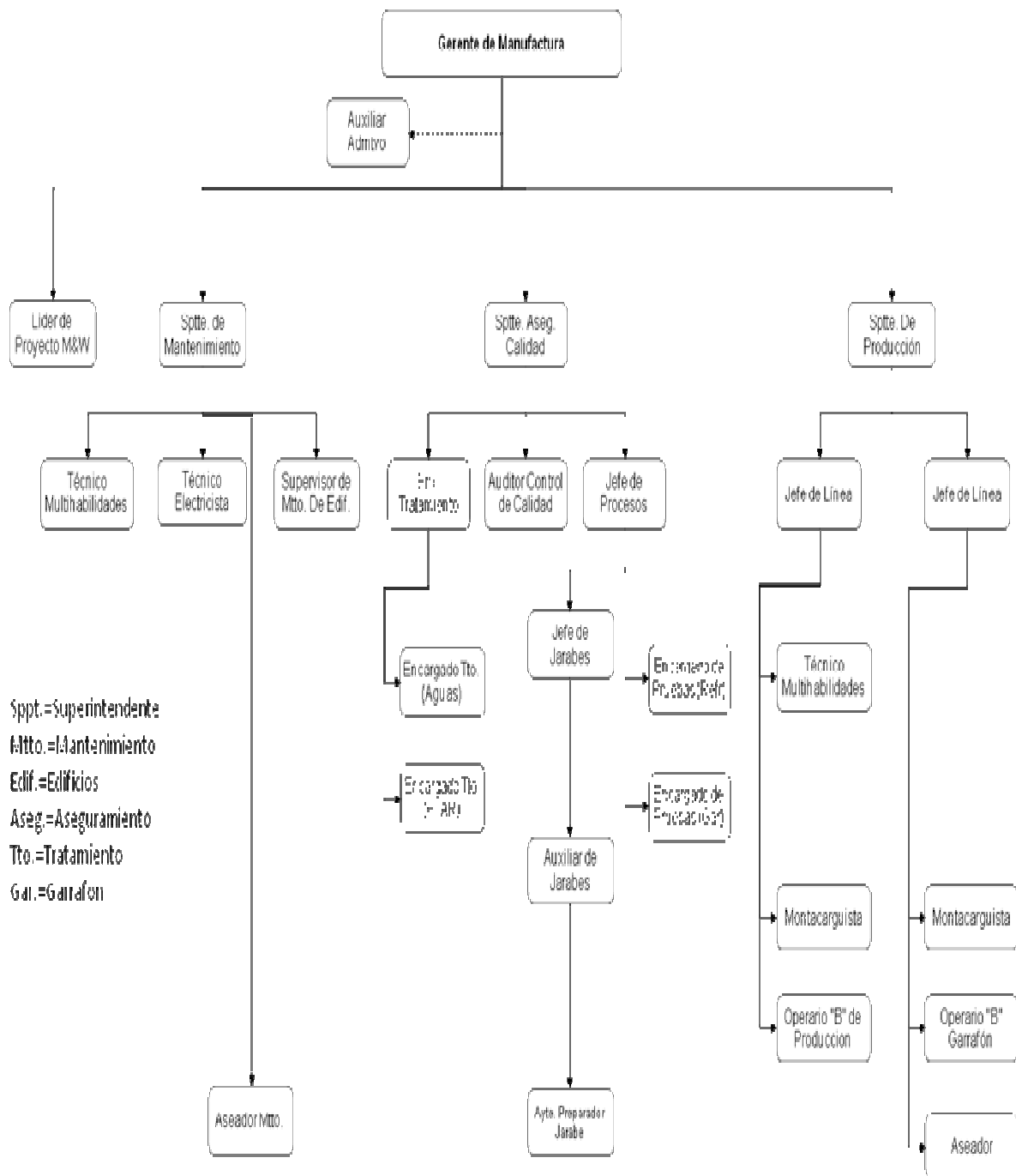


Fig. 2.2. Organigrama del área de manufactura

## 2.9 Procesos de Producción

En la figura 2.3. Se visualiza los diferentes procesos que se llevan a cabo en la Embotelladora Valle de Oaxaca S.A. de C.V. y cómo éstos se interrelacionan, coincidiendo todos de tal manera que contribuyen a obtener un producto de calidad. Dichos procesos se describen a continuación.

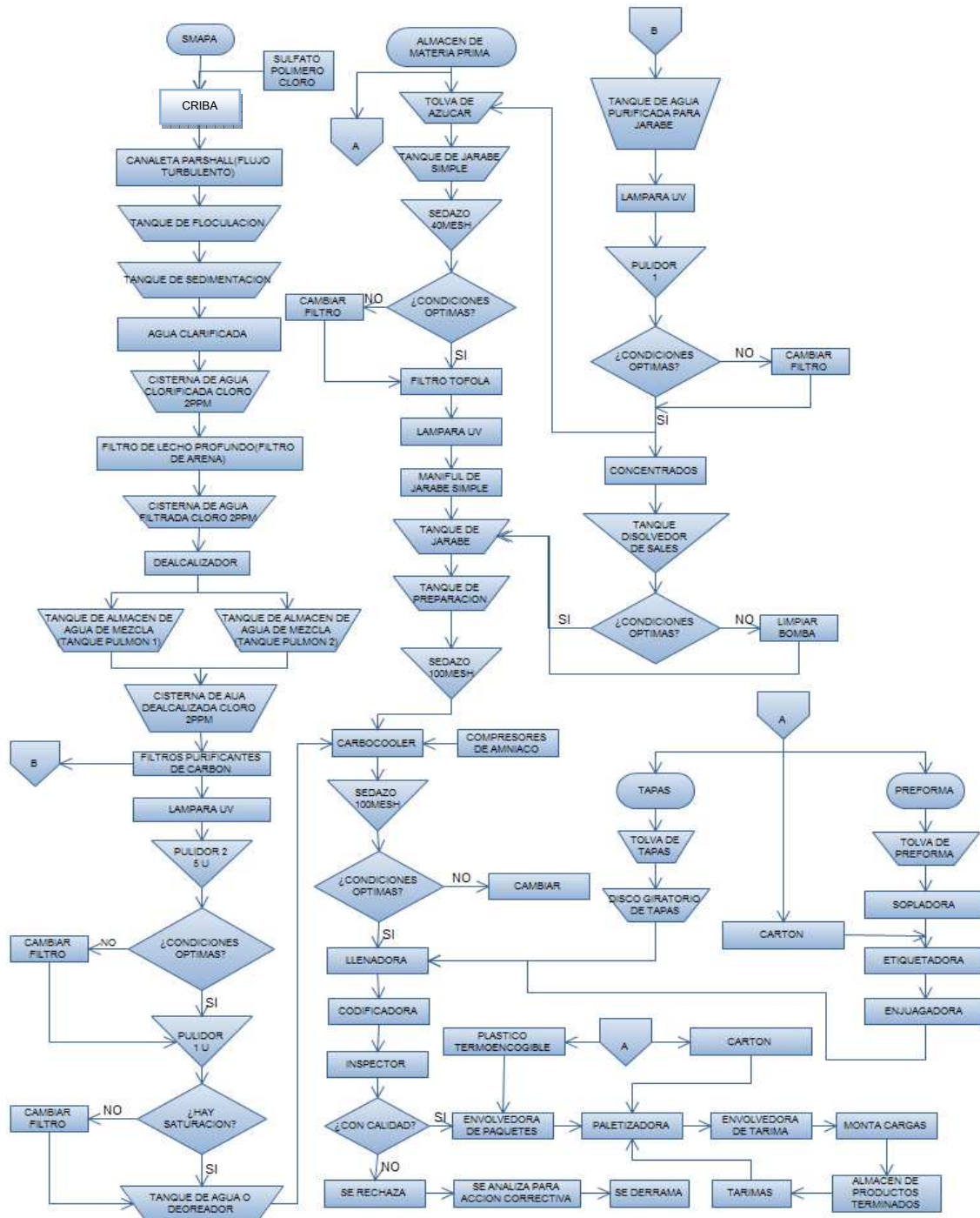


Fig. 2.3. Diagrama de flujo de los procesos productivos



## **Descripción del diagrama**

### **Tratamiento de Agua de Proceso**

En la Planta de Tratamiento de Agua de Proceso, el agua se recibe de SMAPA (Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado), sin ningún tipo de tratamiento de purificación.

Cuando el agua ingresa por una tubería, se le agrega sulfato, polímero y cloro, por medio de unos dosificadores ya calibrados, con la finalidad de quitarle el color amarillento y desinfectarla.

Posteriormente, atraviesa una criba (una lámina agujereada) que se emplea para separar del agua algún objeto que contenga, como piedras, hojas, etc.

A continuación, el agua se dirige hacia una canaleta, es decir, una cisterna elevada para brindarle presión al agua por medio de la gravedad. Seguidamente, se envía al tanque de floculación, cuyo principal objetivo es el de reunir las partículas desestabilizadas por el polímero agregado anteriormente, para formar aglomeraciones de mayor peso y tamaño que sedimenten con mayor eficiencia.

Luego se traslada al tanque de sedimentación, en el cual, las partículas de mayor peso han quedado en la parte inferior del tanque, por lo que, el agua tiene una apariencia más cristalina. Es en esta etapa del proceso, cuando se realiza una prueba para determinar su turbidez, la cual no debe rebasar los 4 puntos, si se compara con la turbidez máxima permitida en el tanque de floculación que es de 10 puntos, es fácil darse cuenta que el agua es mucho más clara y limpia.

Seguidamente, se envía al tanque de agua clarificada y posteriormente a la cisterna 1. De dicha cisterna se toma el agua para los servicios de lavaderos, baños, etc.

Continuando con el tratamiento, se traslada por unos filtros de arena para luego ser almacenada en la cisterna 2. El agua de ésta cisterna puede continuar tres procesos diferentes dependiendo su utilización:

- Si va a utilizarse en el proceso de refresco o sala de jarabes, se transporta hacia los dealcalizadores y se almacena en la cisterna 3. Posteriormente, se envía a los filtros purificadores de carbón; por ultimo, se transfiere a la lámpara ultravioleta (UV). Es allí donde termina el proceso, por lo que el agua es llevada al Carbo-Cooler (si el agua es para la elaboración del refresco) o al tanque pulmón (si el agua es para sala de jarabes).
- Si va a utilizarse para el sistema de refrigeración como el chiller, la caldera, compresor de alta, etc. se traslada a los suavizadores para luego ser transportada a los equipos que van a utilizarla.
- Si es utilizada para la producción de agua Santorini, es transportada hacia dicha área para continuar allí, con el tratamiento que el producto requiere.

### **Sala de Jarabes**

El proceso en el área de sala de jarabes se inicia con el tanque de jarabe simple<sup>1</sup>, es allí donde se mezcla azúcar con agua, luego se transfiere al filtro toffola cuya función es limpiar la mezcla de las materias que contiene en suspensión haciendo que ésta sea más homogénea. Posteriormente se traslada hacia la lámpara UV y por último se envía a alguno de los 10 tanques para mezclarlo con el concentrado.

Simultáneamente al proceso anterior, el concentrado se envía al tanque disolvedor de sales.

Cuando el concentrado y el jarabe simple se encuentran en alguno de los tanques, se combina hasta que se hayan unido completamente y cumpla con las

---

<sup>1</sup>Mezcla de agua con azúcar.

especificaciones de calidad, a ésta mezcla se le denomina, jarabe terminado. Finalmente se envía al Carbo-Cooler.

### **Embotellado del Refresco**

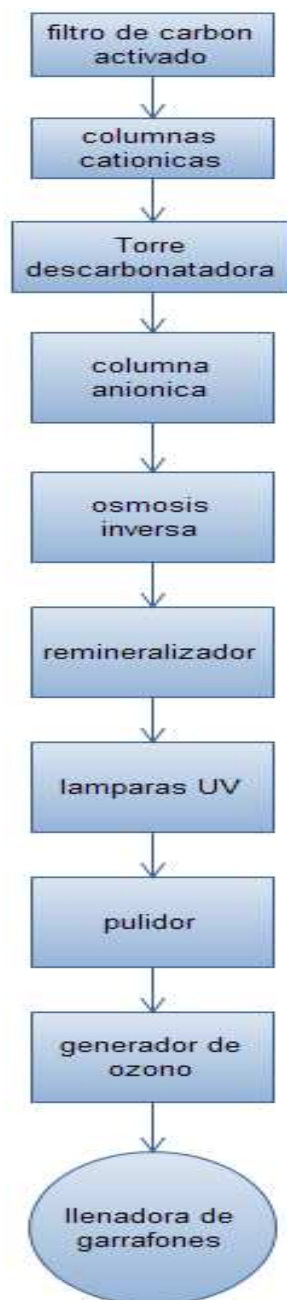
El proceso comienza en la sopladora, el equipo que forma las botellas de PET por medio de moldes, dependiendo la presentación que se desee producir. Seguidamente, se traslada a la etiquetadora, a través de los transportadores aéreos y posteriormente a la enjuagadora para el lavado de la botella.

Inmediatamente, la botella llega a la llenadora, a este equipo le antecede el Carbo-Cooler que se ha mencionado en los procesos anteriores. El Carbo-Cooler es un equipo crítico dentro de todo el proceso de producción de refresco ya que en éste, es donde se unen las diferentes áreas, su función es la de mezclar el agua con el jarabe, aplicarle CO<sub>2</sub> y disminuir la temperatura del refresco aproximadamente a 5°C a través de amoníaco, ya que, éste último, internamente pasa por unas placas que están dentro del tanque del Carbo-Cooler y al contacto del refresco con la parte exterior de las placas, produce la disminución de la temperatura.

Cuando la botella está llena se traslada a la taponadora, luego al codificador, seguidamente a la envolvedora en la cual se le empaqueta dependiendo la presentación (ver tablas 2.3.-2.7.) seguido de esto, se pasan los paquetes a la paletizadora cuya función es armar las tarimas y por último llegan a la envolvedora de tarimas, el cual, con un plástico llamado polystrech (película estirable) se envuelve para finalmente ser llevado al almacén de llenos y vacíos para posteriormente ser distribuido.

## Producción de agua Santorini

Este proceso de producción de agua Santorini requiere información detallada, es por eso que se presenta la figura 2.4. con cada uno de los pasos que lo conforman.



**Fig. 2.4.** Diagrama de flujo Santorini

**Filtro de Carbón activado.** Partiendo de la cisterna 2 ubicada en la planta de Tratamiento de Agua de Proceso, se continúa el tratamiento en el área de santorini. El primer equipo en el cual el agua llega es el filtro de carbón activado, este se encarga de eliminar olores y/o sabores desagradables, el cloro de la etapa de filtración por arena, y proporciona el color y el nivel de turbidez adecuado.

**Columna catiónica.** Después se envía por la columna catiónica, su función es la de eliminar la parte alcalina del agua como carbonatos  $\text{CO}_3$ , bicarbonatos  $\text{HCO}_3$ , dureza del calcio y magnesio.

**Torre descarbonatador.** Su función es la de eliminar el ácido carbónico de la etapa anterior a través de un proceso de dirección.

**Columna aniónica.** Elimina la parte ácida del agua en forma de ácido nítrico, nítrico y sulfúrico; reduce nitratos y sulfatos.

**Osmosis inversa.** Elimina los minerales presentes, reduce los sólidos totales presentes, el resultado es agua permeada que por sus características no se puede tomar o ingerir directamente.

**Remineralización.** Se le agrega el contenido de sales que requiere a través de una sustancia de dosificación por bombas peristálticas, se le adiciona bicarbonato, cloruro y sulfato.

**Lámparas UV.** Elimina bacterias que resistieran la cloración al inicio del proceso.

**Inyección de ozono:** A través de un generador se produce ozono que posteriormente se inyecta por medio del sistema venturi a una torre de contacto en donde el ozono se integra al agua. La finalidad es asegurar la inocuidad alimentaria ya que el ozono es un excelente bactericida con alto poder residual. Finalmente el agua es llevada a la llenadora para el proceso de llenado.

## 2.10 Productos Comercializados

La planta cumple con las funciones de producir y almacenar, debido que el mercado permite aprovechar la venta de productos propios y además comercializar el resto de la familia PepsiCo. En las tablas 2.1. y 2.2. se muestran los productos que fabrica y los que comercializa.

**Tabla 2.1.** Productos que se elaboran en la planta

PRODUCTO	PRESENTACIÓN		
	600 ml.	2 lts.	3 lts.
Pepsi	X	x	X
Mirinda naranja	X	x	X
Sangría	X		X
Seven up	X		X
Rey piña	x	X	X
Rey durazno	x	X	X
Rey grosella	x	X	X
Rey mandarina	x	X	X
Montebello	x	X	

**Tabla 2.2.** Productos que no se fabrican en la planta pero que se comercializan

Pepsi 2.5 lts 6 bot.	Be ligh mixto 500ml.	Gat coolline 500 ml.
Mirinda 2.5 lts 6 bot.	Pepsi lata 6 pack	Gatorade naranja 591(600)
Seven up 2.5 lts 6 bot.	Pepsi kick lata 6 pack	Gatorade uva 591(600)
Kas 2.5 lts 6 bot.	Mirinda lata 6 pack	Gatorade lima-limón 591(600)
Manzanita sol 2.5 lts 6 bot.	Seven up lata 6 pack	Gatorade ponche 591(600)
Rey piña 2.5 lts 6 bot.	Manzana lata 6 pack	Gatorade mandarina 591(600)
Rey durazno 2.5 lts 6 bot.	Rey piña 450 vidrio	Gatorade mango 591(600)
Rey grosella 2.5 lts 6 bot.	Rey durazno 450 vid	Gatorade fresandia 591(600)
Rey mandarina 2.5 lts 6 bot.	Rey mandarina 450 vid	Gatorade coolline 591(600)
Sangría 2.5 lts 6 bot.	Manzana 450 vid	Gatorade uva 355 ml.
Pepsi lata	Be ligh naranja 1.5 lts.	Gatorade lima-limón 355 ml.
Pepsi light lata	Be ligh toronja 1.5 lts.	Gatorade mixto 1 lt.
Pepsi kick lata	Be ligh jamaica 1.5 lts.	Gatorade mixto 750 ml.
Mirinda lata	Be ligh fresa 1.5 lts.	Gatorade mixto 591(600)
kas lata	Be ligh mixto 1.5 lts.	Gatorade mixto 500 ml.
Manzana lata	Be ligh manzana 1.5 lts.	Gatorade mixto 355 ml.
Sangría lata	Be ligh mango 1.5 lts.	Tetra manzana creci 24 pack
Pepsi 355 ml.	Pepsi 1 lt.	Tetra durazno creci 24 pack
Mirinda 355 ml.	Agua Santorini 1 lt.	Agua Santorini 330 ml.
Montebello 355 ml.	Pepsi kick 500 ml. Pet	Agua Santorini garrafón
Seven up 355 ml.	Pepsi 9 onz vid	Wiwichus
Pepsi nor 1/2 lt.	Pepsi 500 ml. Pet	Néctar mix tetra 200 ml.
Pepsi naranja 1/2 lt.	Manzana 500 ml. Pet	Tetra manzana 3 pack
Manzana 1/2 lt.	Seven up 500 ml. Pet	Tetra mango 3 pack

Pepsi normal 12 onzas.	Sangría 500 ml. Pet.	Néctar mango lata
Mirinda naranja 12 onzas	Gatorade lima limón 1 lt.	Néctar manzana lata
kas toronja 12 onzas	Gatorade uva 1 lt.	California piña-coco 4 pack
Manzana 12 onzas	Gatorade mandarina 1 lt.	California mango-dzno 4 pack.
Seven up 12 onzas	Gatorade ponche 1 lt.	Gatorade 600 mixto six pack
Montebello 12 onzas	Gatorade naranja 1 lt.	Gatorade México six pack 600ml.
Pepsi bag in box	Gatorade limonada 500 ml.	Rey piña 3 lts. 6 botes.
Pepsi bag in box lighth	Gatorade lima limón 500 ml.	Tetra 1 lt. Manzana
Mirinda bag in box	Gatorade uva 500 ml.	Tetra 1 lt. Mango
kas bag in box	Gatorade mandarina 500 ml.	Pepsi 400 ml. Pet
Seven bag in box	Gatorade ponche 500 ml.	Mirinda 400 ml. Pet
Power uva	Gatorade naranja 500 ml.	Seven up 400 ml. Pet
Power fresa	Gatorade fit line 6 pack 500 ml.	Sangría 400 ml. Pet.
Power guayaba	Gatorade blue gat 500 ml.	Santorini 600 ml.
Aqua di roma 600ml.	Gat fit line 6 pack 500 ml.	

## 2.11 Capacidad de la Maquinaria

De la tabla 2.3. a la tabla 2.7. Se muestran las velocidades a la que corren cada una de los equipos de la línea de producción de refresco.

**Tabla 2.3.** Velocidad de sopladora

<b>VELOCIDAD DE SOPLADORA</b>			
<b>EMPAQUE</b>	<b>BPH</b>	<b>CPH</b>	<b>BOT / CAJA</b>
600 ML	16800	700.00	24
2 LITROS	12000	1,333.33	9
2.5 LITROS	9600	1,600.00	6
2.5 LITROS	9600	1,066.67	9
3 LITROS	8000	1,333.33	6
BPH (BOTELLAS POR HORA)			
CPH (CAJAS POR HORA)			

**Tabla 2.4.** Velocidad de etiquetadora

<b>VELOCIDAD DE ETIQUETADORA</b>			
<b>EMPAQUE</b>	<b>BPM</b>	<b>CPM</b>	<b>BOT / CAJA</b>
600 ML	308	12.83	24
2 LITROS	220	24.44	9
2.5 LITROS	176	29.33	6
2.5 LITROS	176	19.56	9
3 LITROS	146.666667	24.44	6
BPM (BOTELLAS POR MINUTO)			
CPM (CAJAS POR MINUTO)			

**Tabla 2.5.** Velocidad de llenadora

<b>VELOCIDAD DE LLENADORA</b>			
<b>EMPAQUE</b>	<b>BPH</b>	<b>CPH</b>	<b>BOT / CAJA</b>
600 ML	16800	700.00	24
2 LITROS	12000	1,333.33	9
2.5 LITROS	9600	1,600.00	6
2.5 LITROS	9600	1,066.67	9
3 LITROS	8000	1,333.33	6
BPM (BOTELLAS POR MINUTO)			
CPM (CAJAS POR MINUTO)			

**Tabla 2.6.** Velocidad de Carbocooler

<b>CAPACIDAD DE CARBO – COOLER</b>
24 000 LITROS DE JARABE PREPARADO

**Tabla 2.7.** Velocidad de envolvedora

<b>ENVOLVEDORA ZAMBELLI</b>			
<b>EMPAQUE</b>	<b>BPH</b>	<b>CPH</b>	<b>BOT / CAJA</b>
600 ML	308	13	24
2 LITROS	220	24	9
2.5 LITROS	176	29	6
2.5 LITROS	176	20	9
3 LITROS	147	24	6
BPM (BOTELLAS POR MINUTO)			
CPH (CAJAS POR HORA)			





## **CAPÍTULO 3**

---

---

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **3.1 Energía**

Jaime González Velazco (2009) menciona que cualquier alteración en la posición, propiedades, o estado de un sistema determinado requiere la realización de un trabajo, el cual puede llevarse a cabo por la aplicación sobre el sistema de fuerzas externas (viento, oleaje o cualquier otra causa) o de fuerzas internas (una explosión, por ejemplo).

Con el comentario anterior, se desprende que los cuerpos tienen una cierta capacidad de realizar trabajo, que puede tener su origen en su constitución, en la posición que ocupa en el campo gravitatorio o eléctrico, o en su estado de movimiento. A esta capacidad para realizar trabajo que poseen los cuerpos, cualquiera que sea su causa, se le denomina energía.

### **3.2. Naturaleza de la Electricidad**

Según Chester L. Dawes (1981) toda la materia se halla compuesta por partículas extraordinariamente pequeñas que se llaman moléculas, cada una de las cuales posee todas las propiedades de la sustancia que la constituyen. Las moléculas, a su vez, están formadas por pequeñas unidades denominadas átomos.

La ciencia moderna ha demostrado que los átomos de la materia consisten en un núcleo cargado positivamente llamados protones y alrededor giran unas partículas extremadamente pequeñas y cargadas negativamente, llamadas electrones.

Toda la masa del átomo está prácticamente concentrada en el núcleo, difiriendo entre sí los núcleos de los diversos elementos, los electrones siempre son idénticos y con cargas negativas que constituyen la electricidad.

Una de las leyes de la naturaleza, denominada Ley de la Fuerza Eléctrica de Coulomb, especifica que las cargas opuestas reaccionan entre sí con una fuerza

de atracción y si son de la misma polaridad se repelan, además la fuerza aumenta a medida que las cargas se aproximan. La fuerza es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de separación. Cuando las partículas se encuentran muy cerca una de la otra, la fuerza nuclear supera la fuerza eléctrica de repulsión y el núcleo se mantiene unido; por esta razón, las partículas del núcleo no se separan.

La potencia eléctrica es la relación de la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado, que considera el Watt como un Sistema Internacional de Unidades.

### **3.3 Potencia eléctrica**

Según Stanley Wolf (1992) En un circuito eléctrico de corriente alterna se pueden llegar a encontrar tres tipos de potencias eléctricas diferentes:

Potencia activa (P) (resistiva)

Potencia reactiva (Q) (inductiva)

Potencia aparente (S) (total)

#### **a) Potencia activa o resistiva (P)**

Cuando se conecta una resistencia (R) o carga resistiva en un circuito de corriente alterna, el trabajo útil que genera dicha carga determinará la potencia activa que tendrá que proporcionar la fuente de fuerza electromotriz (FEM), se representa por medio de la letra (P) y su unidad de medida es el watt (W).

La ecuación matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = I \times V \times \text{Cos}$$

De donde:

P = Potencia de consumo eléctrico, expresada en Watt (W)

I = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en Ampere (A)

Cos = Valor del factor de potencia o coseno de "fi"

### **b) Potencia reactiva o inductiva (Q)**

Esta potencia la consumen los circuitos de corriente alterna que tienen conectadas cargas reactivas, como pueden ser motores, transformadores de voltaje y cualquier otro dispositivo similar que posea bobinas o enrollados. Esos dispositivos no sólo consumen la potencia activa que suministra la fuente de FEM, sino también potencia reactiva.

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que tienen alambres de cobre enrollados, requieren ese tipo de potencia para producir el campo magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-ampere reactivo (VAR).

La ecuación matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

De donde:

Q = Valor de la carga reactiva o inductiva, en volt-ampere reactivo (VAR)

S = Valor de la potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

P = Valor de la potencia activa o resistiva, expresada en watt (W)

### **C) Potencia aparente o total (S)**

La potencia aparente (S), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es

decir, sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (P).

La potencia aparente se representa con la letra “S” y su unidad de medida es el volt-ampere (VA). La ecuación matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V \times I$$

De donde:

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

La potencia activa, por ejemplo, es la que proporciona realmente el eje de un motor eléctrico cuando le transmite su fuerza a otro dispositivo mecánico para que funcione.

Si se procede a medir con un voltímetro la tensión o voltaje (V) que llega hasta los bornes del motor y después con un amperímetro, la intensidad de corriente en ampere (A) que fluye por el circuito eléctrico de ese motor y si multiplicamos los valores obtenidos, se obtiene la potencia aparente (S), expresada ahora en volt-ampere (VA) que desarrolla dicho motor y no precisamente su potencia activa (P) en watt (W).

La cifra que se obtiene de la operación matemática de hallar el valor de la potencia aparente (S) que desarrolla un dispositivo será siempre superior a la que corresponde a la potencia activa (P), porque al realizar esa operación matemática no se está tomando en cuenta el valor del factor de potencia o coseno de “fi” (Cos  $\phi$ ). Como se observa en la figura 3.1.

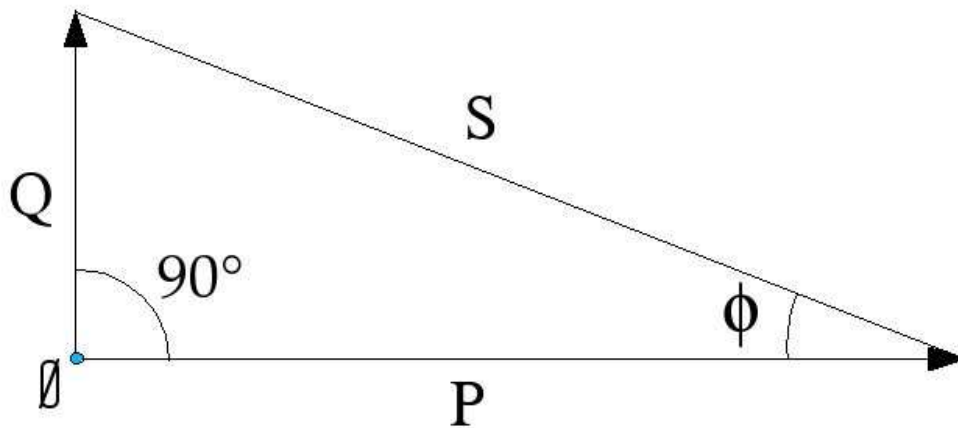


Figura 3.1. Triángulo de potencias

### 3.4 Importancia del ahorro de la energía eléctrica

La energía eléctrica sin duda es el energético más utilizado en el mundo, es el pilar del progreso industrial de todos los países, parte importante del desarrollo social, y elemento esencial para el avance tecnológico.

Sin duda la electricidad juega un papel muy importante en la vida del ser humano, se establece una serie de comodidades que con el transcurso de los años se van haciendo indispensables para el hombre.

Tres de las razones más importantes del ahorro de energía son según la Revista construir (2009):

- 1) Razones individuales: Es una forma de ahorrar dinero.
- 2) Razones colectivas: Para que otras personas accedan a ella.
- 3) Razones ambientales: Toda fuente de energía tiene un impacto ambiental.

### **3.5 Diagnóstico Energético**

Según Juan José Soto Cruz (1996), el diagnóstico energético es la herramienta técnica utilizada para la evaluación sistemática del uso eficiente de la energía, definiendo la situación del consumo y las posibles oportunidades potenciales de ahorro. Para llegar a ese objetivo, deben emplearse las siguientes metas:

- El análisis preliminar de datos sobre consumos, costos de energía y de producción para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de la planta.
- Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía.
- Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.
- Analizar las relaciones entre los costos y los beneficios de las diferentes oportunidades dentro del contexto financiero y gerencial de la empresa, para priorizar su implementación.
- Desarrollar un plan de acción para la realización de todos los proyectos de ahorro de energía, incluyendo fechas, metas y responsabilidades, permitirá dar continuidad al programa de ahorro de energía de la empresa.

#### **3.5.1 Clasificación de Diagnósticos Energéticos**

Juan José Soto Cruz (1996) clasifica el diagnóstico energético en dos niveles.

- Diagnóstico Energético de Primer Nivel (DEN-1): Su objetivo principal es la obtención de un balance global de energía y potenciales de ahorro que no requieren de inversión, por ejemplo: El control de encendido de luminarias



cuando sea sólo necesario, apagado de motores que estén trabajando en vacío sin ningún beneficio, etc.

- Diagnóstico Energético de Segundo Nivel (DEN-2): Su objetivo principal es la obtención de balances específicos de energía, así como potenciales de ahorro de energía sin y con inversión, aplicados al proceso.

### **3.6 Estructura Tarifaria**

La estructura actual de las tarifas de energía eléctrica se basa en los costos de suministro a los usuarios, por lo cual se toman en cuenta las diferencias regionales, estaciones del año, horarios de consumo, nivel de tensión de suministro y demanda.

Comisión Federal de Electricidad (CFE) clasifica las tarifas según dos parámetros:

1. La región geográfica donde se localiza el centro de consumo.
2. La tensión de suministro al centro de consumo.

#### **3.6.1 Regionalización Tarifaria**

CFE ha dividido el territorio nacional por regiones, principalmente para diferenciar el uso de la energía eléctrica en media y alta tensión.

A continuación se detallan los municipios y estados de la República Mexicana que corresponden a cada zona.

- 1) Región Baja California. Todos los municipios del estado de Baja California.  
Municipios del estado de Sonora: San Luis Río Colorado.

- 2) Región Baja California Sur. Todos los municipios del estado de Baja California Sur.
- 3) Región Noroeste. Todos los municipios del estado de Sonora, excepto San Luis Río Colorado. Todos los municipios del estado de Sinaloa.
- 4) Región Norte. Todos los municipios de los estados de Chihuahua y Durango. Municipios del estado de Zacatecas: Chalchihuites, Jiménez del Teúl Sombrerete, Saín Alto, Jerez, Juan Adama, Río Grande, General Francisco Murguía, Mazapil, Melchor Acampo, Municipios del estado de Coahuila: Torreón, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Viesca, Parras de la Fuente y Francisco I. Madero.
- 5) Región Noreste. Todos los municipios de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, Todos los municipios del estado de Coahuila, excepto los comprendidos en la región norte. Municipios del estado de Zacatecas: Concepción del Oro y el Salvador. Municipios del estado de San Luis Potosí: Vanegas, Cedral, Cerritos, Guadalcázar, Ciudad Fernández, Río Verde, San Ciró de Acosta, Lagunillas, Santa Catarina, Rayón Cárdenas, Alaquines, Ciudad del Maíz, Ciudad Valles, Tamazopo, Aquísmon, Axtla de Terrazas, Tamasunchale, Vicente Tancuayalab, Ébano, Xilitla, Yampacan, Tanquían de Escobedo, Municipios del estado de Veracruz: Panuco, Tempoal, Pueblo Viejo, Tampico Alto, ozuluama de Mazcareñas, El Higo, Huayacocotla.
- 6) Región Central: Todas las delegaciones del D.F. Municipios del Estado de México: Tultépec, Tultitlan, Ixtapaluca, Chalco de Días Covarrubias, Huixquilucan de Degollado, San Mateó Atenco, Toluca, Santa Cruz Atizapán, Cuautitlán, Coacalco, Cuautitlán Itzcalli, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Chimalhuacán, Chicoloapan, Texcoco, Netzahualcóyotl, Los Reyes la Paz. Municipios del estado de Morelos: Cuernavaca.
- 7) Región Sur: Todos los municipios de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo,

Guerrero, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Chiapas, Tabasco. Todos los municipios de los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, y Veracruz no comprendidos en la región norte o noreste. Todos los municipios de los estados de México y Morelos no comprendidos en la región central.

- 8) Región Peninsular: Todos los municipios de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

### **3.6.2 Clasificación y Descripción**

Para la aplicación e interpretación de las tarifas se considera:

- a) Baja Tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 kV.
- b) Media Tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1.0 kV, pero menores o iguales a 35 kV.
- c) Alta Tensión a nivel subtransmisión es el servicio que suministra al nivel de tensiones mayores a 35 kV, pero menores a 220 kV.
- d) Alta Tensión a nivel transmisión es el servicio que se suministra a niveles de tensión igual o mayores a 220 Kv.

### **3.6.3 Medición de la Demanda**

Según Donald G. Fink (1984) El desconocimiento asociado al cargo por demanda máxima, produce que se asuma que está basado en un pico instantáneo de demanda y no es así, en su lugar el pico de demanda instantáneo es promediado o integrado sobre un período prefijado de 15 minutos.

Para la medición de la demanda, se utiliza el siguiente método: Se realiza la medición del consumo de energía por 15 minutos, el resultado es dividido entre el periodo de demanda de 15 min para obtener una demanda promedio, posteriormente, el siguiente intervalo de medición es desplazado en 5 minutos, tomando un rango de demanda de 15 minutos nuevamente.

En la figura 3.2. Se observa un diagrama de los periodos de demanda y el desplazamiento de tiempo entre período y período.



**Fig. 3.2.** Medición de la demanda

### 3.6.4 Control de la Demanda

Los intervalos de 15 minutos utilizados para la determinación de la demanda máxima ofrecen una posibilidad de control ya que existe cierto tiempo disponible para apagar o reducir cargas que pueden estar contribuyendo al pico de demanda.

### 3.7 Equipos de Medición

Los equipos de medición son el conjunto de equipos que se utilizan para realizar mediciones de dispositivos, pueden servir para crear estímulos, capturar, enrutar la señal etc. A continuación se describen algunos equipos de medición.

**AMPERÍMETRO DE GANCHO.** Es una tenaza amperímetra que muestra los parámetros de intensidad de corriente en una línea. En el mercado existen una gran variedad de modelo y marcas por lo que sus rangos varían de acuerdo al modelo y la capacidad a medir.

**FACTORÍMETRO.** Es una tenaza fasimétrica, se utiliza para realizar mediciones del factor de potencia en redes monofásicas y trifásicas.

**ANALIZADOR ELÉCTRICO DE REDES.** Permite la visualización e impresión de parámetros eléctricos de interés en una instalación eléctrica monofásica o trifásica. Este aparato ayuda a controlar y racionalizar cualquier utilización de la energía eléctrica de una instalación.

**ANALIZADOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y ARMÓNICAS.** Es un equipo portátil y de fácil manejo, determina la calidad de la energía eléctrica, analiza la distorsión armónica en voltaje y corriente, grafica la forma de onda en voltaje y corriente, Watts, Var's, VA, Factor de Potencia, distorsión de Volt-Amperes, puede guardar la información para después cargarla a la computadora por medio de un software para visualizarla y analizarla mejor.

**TERMÓMETRO.** Son aparatos destinados a medir temperaturas. En el mercado existe una gran variedad de termómetros apropiados para cada aplicación.

### **3.8 Gestión de la Energía en la Industria**

Como Pere Esquerra pizá (1988) menciona, al crecer los costos de la energía y a medida que el suministro y el uso de la misma requieren un esfuerzo de planificación a medio plazo, se comprende la necesidad de establecer mecanismos de gestión energética. Es preciso conocer los consumos y usos de las distintas fuentes energéticas, no sólo a nivel de valores globales, sino de modo particularizado aplicado a los distintos procesos y consumos internos.

De aquí es posible predecir los incrementos de energía usada que se producirán al aumentar la capacidad de producción industrial, o es posible fijar las medidas de contención del costo a través de un programa inteligente de ahorro.

La sensibilización de las personas ante el uso eficiente de la energía, forma parte también del concepto de gestión.

### **3.9 Técnicas Económicas**

Cuando se hace un estudio o una evaluación a una planta productiva y se detectan ahorros energético potenciales, en algunos casos con el simple hecho de modificar los horarios de operación de un turno de trabajo, optimizando el uso de algunos equipos o bien con un adecuado mantenimiento a las instalaciones, se obtendrá un ahorro energético, pero en otros casos será indispensable hacer inversiones para cambiar algunos equipos.

Según menciona Juan José Soto Cruz (1996), una buena inversión tendiente a disminuir los costos de la energía, es aquella que se justifica económicamente; esto significa que el costo de las inversiones que se efectúen con este fin, se deben pagar con los ahorros que se obtengan en un periodo de tiempo “aceptable” por las políticas de inversión de cada empresa.

#### **3.9.1 Periodo de recuperación de una inversión**

Juan José Soto Cruz (1996), explica que existen casos en los que se pretende determinar la cantidad de periodos “n” por los que fluirá una serie uniforme de flujos de efectivo, en el que se igualará a valor presente una erogación inicial. El numero de periodos “n” se le conoce como “periodo de recuperación de una inversión”

La siguiente ecuación indica la forma para determinar el periodo de recuperación de la inversión.

$$n = \frac{\ln\left(\frac{1}{1 - (P/A)i}\right)}{\ln(1 + i)}$$

Donde:

P = inversión inicial

A= serie uniforme de flujo de efectivo

i = interés

### **3.10 Costo para Proyectos de Ahorro de Energía**

Carl Blumstein (1999) menciona las medidas de bajo costo y las de costo elevado para proyectos de ahorro de energía eléctrica.

Entre las medidas de bajo costos incluye:

- Desactivar el equipo eléctrico cuando no se necesite.
- Reducir los servicios de alumbrado y climatización hasta los niveles recomendados.
- Reprogramar las operaciones que consumen mucha electricidad para realizarlas en horas de poca demanda.
- Ajustar apropiadamente los controles del equipo y dar mantenimiento con regularidad.

Estas medidas se pueden iniciar de inmediato, pero sus beneficios usualmente dependen de un esfuerzo permanente. Para garantizar buenos resultados, se necesita un programa de administración energética que asigne las responsabilidades de mantener estas medidas de bajo costo y de vigilar su eficacia.

Debido a que la mayoría de compañías de servicio eléctrico cobran más por la electricidad durante los periodos de demanda alta, se pueden ahorrar cantidades considerables de dinero reprogramando la operación de algunos equipos. No siempre es fácil reprogramar las actividades para evitar las tarifas de demanda máxima de una compañía suministradora, puesto que tiene lugar cuando la mayoría de instalaciones están ocupadas en actividades que requieren de electricidad. Sin embargo, un examen cuidadoso del equipo eléctrico principal con frecuencia revelará algunas oportunidades de reprogramación.

Dentro de las estrategias con una inversión alta pero que a la larga se ve reflejado en cuanto al ahorro que representa, está la realización de cambios en maquinarias, equipos eléctricos, instalaciones y entre muchas otros factores consumidoras de energía eléctrica.

### **3.11 Desarrollo de estrategias en ahorro de energía eléctrica**

Según Carl Blumstein (1999), En casi todas las instalaciones de una empresa puede descubrirse un número sorprendentemente de oportunidades para ahorrar energía, que varían desde las obvias, como el uso de apagadores, hasta sistemas que implican avanzadas tecnologías de conversión energética. La identificación de maneras de ahorrar energía requiere imaginación e ingenio, así como de un sólido conocimiento de los principios técnicos.

Esta labor consiste en encontrar modos de eliminar tareas innecesarias que consumen energía y de minimizar el trabajo requerido para realizar las tareas necesarias.

En estudios anteriores sobre ahorro de energía eléctrica se puede apreciar, que gran número de ellas se fijan en primera instancia en programas o estrategias que no resulten tan costosas. Además no hay un método fijo para descubrir todas las posibilidades de ahorro de energía en una empresa.



El enfoque más común es revisar medidas de conservación energética que hayan sido aplicadas en otros sitios. Y aunque estas listas proyectos, programas o estrategias existan es de menester mencionar que cada proyecto de ahorro de energía eléctrica depende de la planeación y la creatividad de la persona que busca ahorrar.

### 3.12 Programa de Ahorro de Energía Residencial. Acciones para combatir cambio climático en el sector residencial mexicano

En este proyecto realizado por el Fideicomiso para Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), se aliaron organismo privados sin fines de lucro así como usuarios de electricidad que implementan medidas ahorradoras, para combatir el uso inadecuado de energía eléctrica. Fide (2009).

Los programas de ahorro de energía eléctrica que FIDE implementó se muestran en la figura 3.3.



Fig. 3.3. Programa de ahorro de energía FIDE

El FIDE está comprometido con las metas del Sector Eléctrico Nacional y del Gobierno Federal para el ahorro y uso eficiente de energía eléctrica y mejoramiento del medio ambiente.

La Visión del FIDE hacia el 2012 plantea que el ahorro de energía eléctrica promovido por sus acciones crezca de 2.5 a 5 veces el ahorro acumulado al año 2006. Fide (2009)

El FIDE ha presentado la propuesta con el cual pretende obtener los siguientes beneficios:

- Contribuir al desarrollo sustentable del país.
- Disminuir consumo de combustibles y emisión de contaminantes.
- Revertir cambio climático.
- Diferir inversiones en infraestructura eléctrica.
- Disminuir el costo de la factura eléctrica a los usuarios.
- Reducir el costo de subsidios aplicados en tarifas.
- Incrementar la competitividad y generación de empleos.

### **3.13 Sensibilización Para el Ahorro de Energía Eléctrica**

Ante el agotamiento de ciertos recursos energéticos y el impacto que esto puede tener en la calidad de vida de la gran mayoría en un futuro no muy lejano, se hace imprescindible fomentar la enseñanza de actitudes de valoración, cuidado y ahorro de energía eléctrica.

Sarabia (1992), define actitud como “tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, una persona, un suceso o una situación y actuar en consonancia con dicha evaluación” Desde esta perspectiva, las actitudes están compuestas por tres componentes: conductual (formas de comportamiento), afectivo (preferencias y rechazos) y cognitivo (conocimientos y creencias).

Según Koballa (1985), tres medios están disponibles para cuidar la energía: tecnológico, económico y social. El tecnológico involucra el diseño de construcciones, aparatos y sistemas eficientes en el manejo de la energía.

La política de precios es el medio económico para promover el cuidado de la energía. En lo social, la conservación de la energía se promueve desde el uso de la persuasión, información y normas comunitarias para cambiar actitudes y conductas.

La educación contribuye en el medio social; sin embargo, la conservación de la energía eléctrica, no es un tema ampliamente enseñado en la escuela.

Gómez Granell y Cervera March (1993) diseñaron un cuestionario de relaciones causa-efecto entre acciones cotidianas y consecuencias negativas sobre el medio ambiente, basado en la idea de que una demanda excesiva de energía es la principal causa de muchos de los problemas ambientales a los que se enfrenta la humanidad.

con similitud se realizó una encuesta a todos los trabajadores, el cual permitió poner de manifiesto que existe una falta de conocimientos y de conciencia muy evidente sobre el consumo energético que demandan las actividades cotidianas así como del gran impacto ambiental que provocan.

### **3.14 Formación y Desarrollo de grupos**

Según Carlos Fernández Collado (1995), los grupos se forman cuando dos o más personas perciben o creen que algo se puede lograr por medio de la acción conjunta de varias personas, y no por la acción individual de una sola.

La lista de cosas que se pueden llevar a cabo por medio de la acción de un grupo es casi infinita, una tarea compleja, un problema difícil, la interacción con otros, la elección de un candidato político e incluso el derrocamiento de un gobierno repudiado.

Cuando los grupos quedan bien establecidos, la gente se les une por muchas de las mismas razones por las que fueron creados.

### **3.15. Pruebas de Actitud**

Neil J. Salkind (1998) menciona que las pruebas de aprovechamiento son quizá el tipo de prueba más utilizadas en nuestra sociedad, en diversas aplicaciones de investigación se utilizan otros tipos.

Uno de esos tipos es la prueba de actitud, que evalúan las opiniones de un individuo acerca de un objeto, persona o suceso. Se usan escalas de actitud cuando lo que interesa es conocer qué opina alguien acerca de una cosa en particular.

#### **3.15.1 Escalas de Lickert**

Neil J. Salkind (1998) explica los pasos a seguir para crear una escala de lickert.

1. Se escriben afirmaciones que expresan una opinión o un sentimiento acerca de un suceso, objeto o persona. Por ejemplo si se quiere estudiar las actitudes hacia el apoyo del gobierno de las guarderías, los siguientes podrían ser ejemplos de reactivos.
  - a) El gobierno federal no tiene porqué financiar programas de guarderías.
  - b) El gobierno federal debe dar todo su apoyo a las guarderías
2. Se seleccionan reactivos que tienen valores positivos y negativos claros (a juicio de quien está creando la escala).
3. Se listan las afirmaciones, y a la derecha de cada una se deja un espacio para que el encuestado indique el grado en que está de acuerdo o en desacuerdo, utilizando una escala de 5 puntos como:  
TA Totalmente de acuerdo  
A De acuerdo  
I Indeciso  
D En desacuerdo  
TD Totalmente en desacuerdo

Se pide a los encuestados que encierren en un círculo o marquen su nivel de acuerdo con cada reactivo.

## **CAPÍTULO 4**

---

---

### **METODOLOGIA**

## **4.1 Metodología para el Programa de Ahorro de energía Eléctrica**

El proyecto de ahorro de energía eléctrica realizado consta de tres etapas consecutivas, previamente se realiza un paso considerado etapa cero en la metodología, se refiere a la inspección y reconocimiento de la planta con el fin de lograr un entendimiento de los diferentes procesos que requieren la utilización de energía eléctrica.

La metodología que se sigue se representa en la figura 4.1. y a continuación se explica cada etapa.

### **Etapa 1. Detección de áreas de Oportunidad**

Su finalidad es determinar áreas en las cuáles no se utilice de manera adecuada la energía o sea posible realizar una mejora para un uso más eficiente de dicho recurso. Por otro lado, también permite establecer un punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuánta es desperdiciada.

Para realizar esta etapa se llevan a cabo los pasos que a continuación se mencionan.

#### **a) Recolección de información básica**

Para efectuar un estudio sobre las causas de un problema es necesario tomar en cuenta todos los factores y para ello se debe tener conocimiento básico del área como sus procesos, los productos que se elaboran, etc. En el capítulo 2, antecedentes de la empresa, se encontrar la información que este paso requiere.

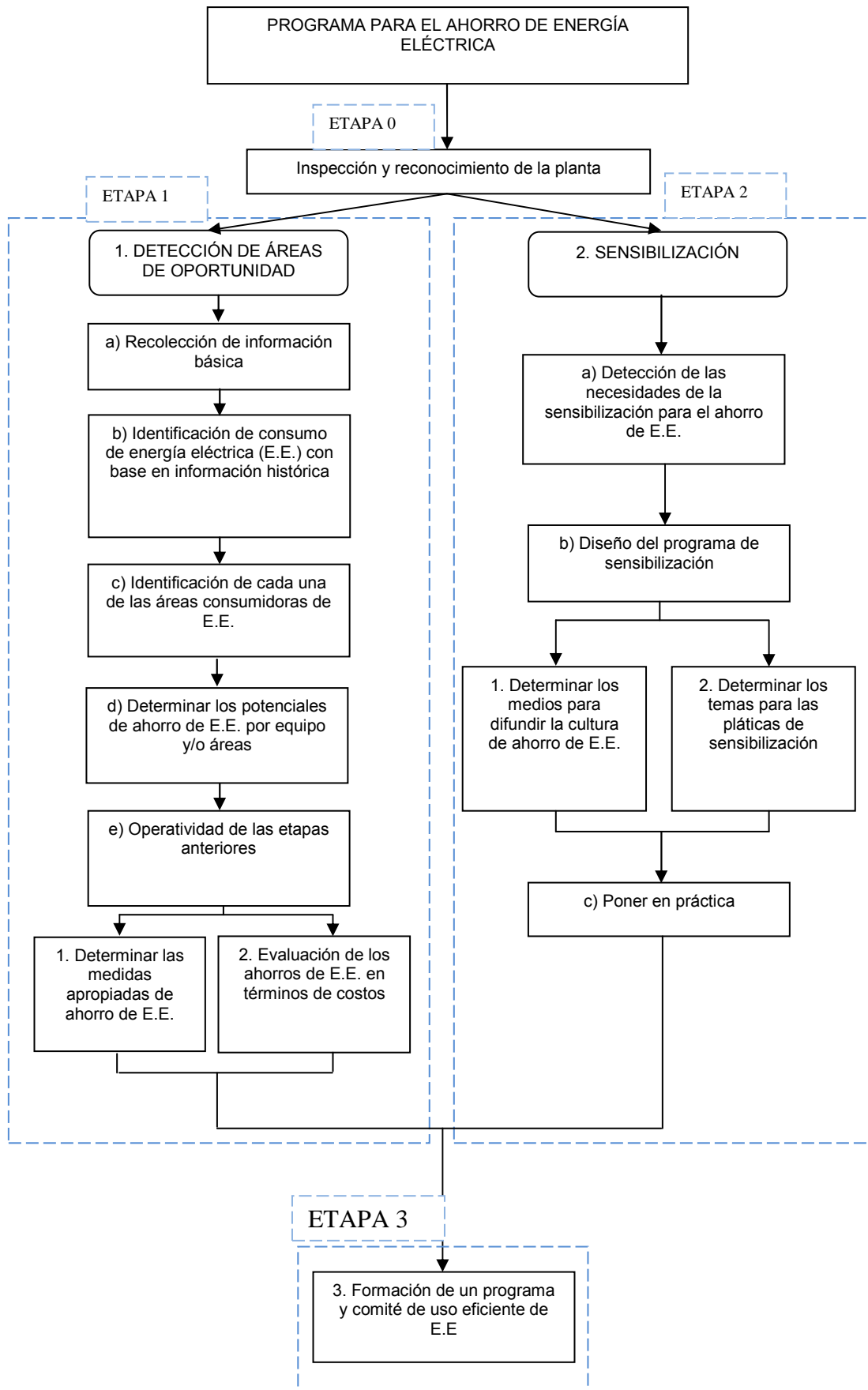


Fig. 4.1. Procedimiento para el programa de energía eléctrica

## b) Identificación de consumo de energía eléctrica con base en información histórica

Se obtiene información de los consumos mensuales de energía eléctrica de la planta con base en recibos de CFE y la cantidad de cajas físicas producidas en el mismo periodo, con la finalidad de hacer un cuadro comparativo de la cantidad de energía consumida en cada mes, las cajas físicas producidas y la relación entre ambos (ver tabla 4.1.).

**Tabla 4.1.** Consumo kWh, cajas físicas producidas y su relación.

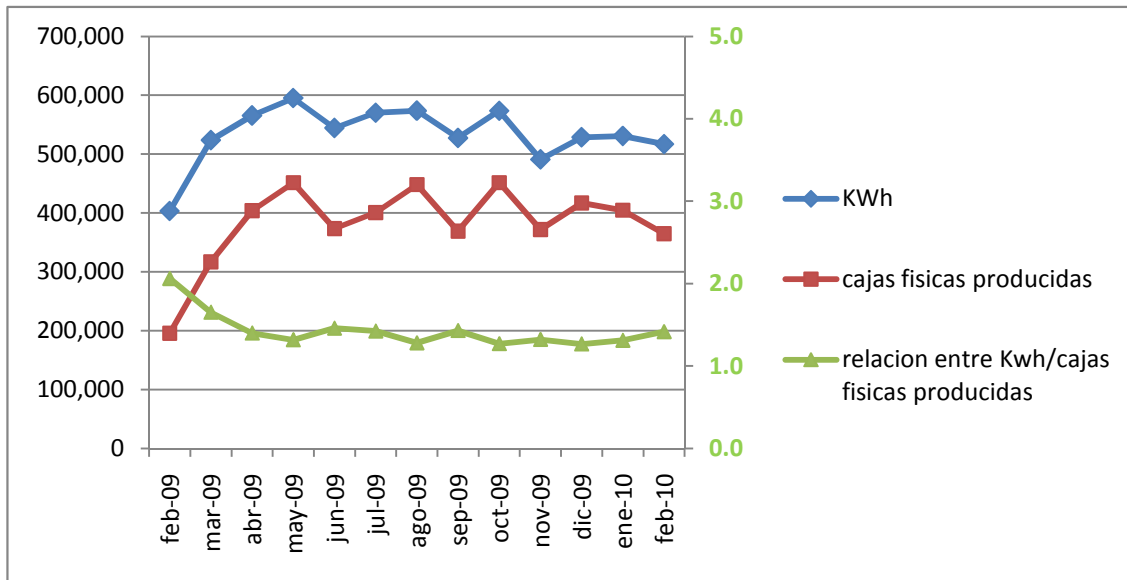
Periodo	KWh	Cajas físicas producidas	Relación kWh/cajas físicas producidas
feb-09	403.419	195.721	2,061
mar-09	523.644	316.955	1,652
abr-09	565.434	404.052	1,399
may-09	595.050	451.465	1,318
jun-09	544.388	373.328	1,458
jul-09	570.239	400.596	1,423
ago-09	573.573	448.206	1,280
sep-09	527.324	369.073	1,429
oct-09	573.443	451.602	1,270
nov-09	490.975	371.754	1,321
dic-09	528.537	416.968	1,268
ene-10	530.862	404.674	1,312
feb-10	516.792	364.919	1,416

La figura 4.2. muestra los datos gráficamente. Se observa que la tendencia de los KWh y la producción fueron muy similares y aumentó en los meses de mayo y octubre.

En el mes de febrero 2009 la producción disminuyó y sin embargo la relación entre kWh/cajas físicas producidas fue el más elevado, se regularizó con el paso de los meses, sin embargo, en el mes de septiembre el consumo en kWh y las



cajas físicas producidas se redujeron y la relación aumentó. Esto nos indica que existen áreas de oportunidad para el ahorro de energía eléctrica en la planta.



**Fig. 4.2.** Gráfica de consumo kWh, cajas físicas producidas y su relación

Por otro lado, a partir de la semana 23 del año 2010, la empresa comenzó a manejar un indicador semanal para el consumo de energía eléctrica. El indicador es la relación entre los kWh consumidos en una semana tomados del medidor de CFE y las cajas físicas producidas en el mismo periodo (tabla 4.2.)

Contar con un indicador de energía eléctrica es de suma importancia puesto que se mide el consumo y por lo tanto es posible controlarlo. Permite conocer la situación de la empresa (Caso contrario, se marcha “a ciegas” tomando decisiones sobre suposiciones o intuiciones).

Tener un indicador también permite tomar medidas cuando las variables salen de los límites u objetivos establecidos. En este caso, la empresa tiene un objetivo que es de 1.3 y una meta que es de 1.24. En la figura 4.3. Se observan dichos parámetros.

**Tabla 4.2.** Indicador de Energía Eléctrica.

<b>Periodo</b>	<b>KWh</b>	<b>Cajas físicas producidas</b>	<b>Indicador(kWh/cajas físicas producidas)</b>
23	136,937.50	85185	1.61
24	153,037.50	84650	1.81
25	90,300.00	55704	1.62
26	97,300.00	70153	1.39
27	144,725.00	109549	1.32
28	102,375.00	47385	2.16
29	127,400.00	109112	1.17
30	136,325.00	111259	1.23
31	130,725.00	95887	1.36
32	124,425.00	98417	1.26
34	132,475.00	82768	1.60
35	137,025.00	90123	1.52
36	104,825.00	54432	1.93
37	112,000.00	65711	1.70
38	118,825.00	75478	1.57
39	131,425.00	91435	1.44
40	134,400.00	111063	1.21
41	122,850.00	71317	1.72
42	137,200.00	111706	1.23
43	130,375.00	104298	1.25

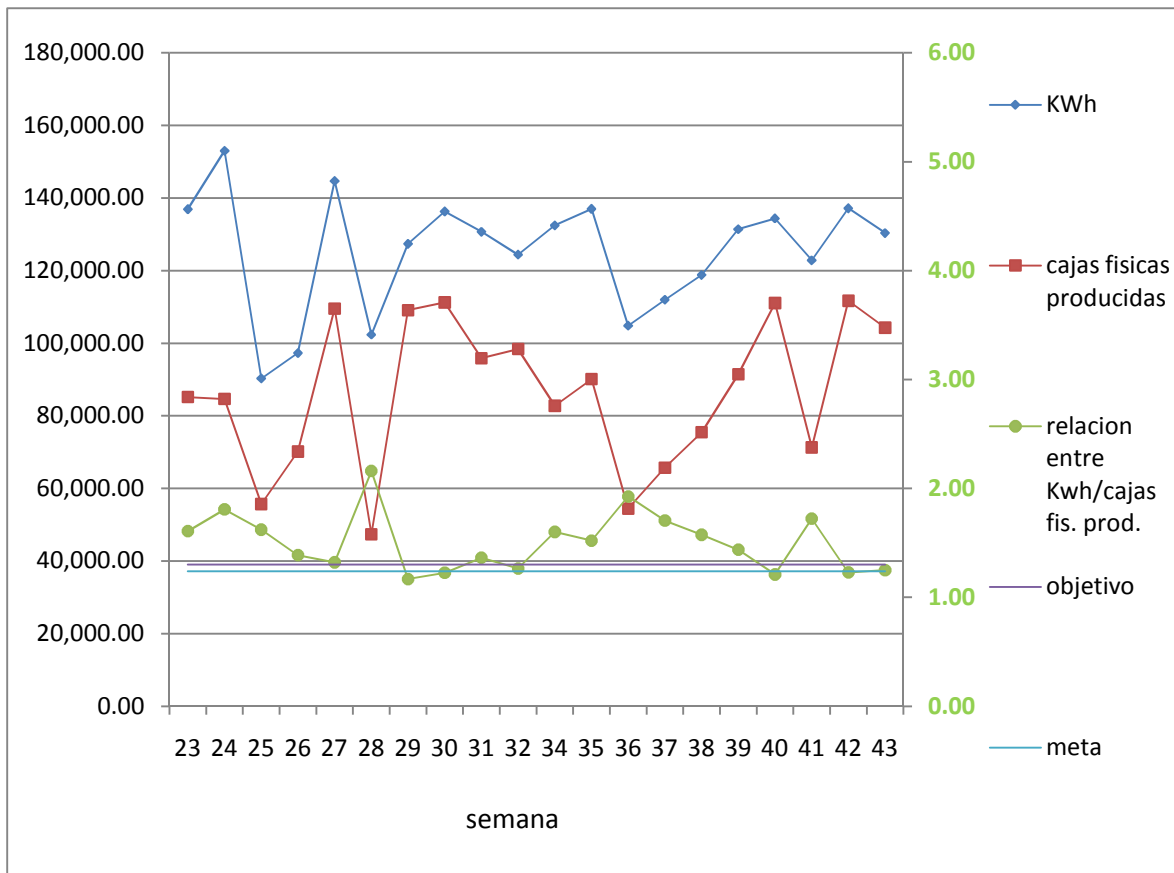


Fig. 4.3. Grafica del indicador de energía eléctrica

### c) Identificación de las áreas consumidoras de E.E.

Después de contar con la gráfica de consumo de energía eléctrica de la planta, es importante conocer cómo se distribuye actualmente en sus diferentes áreas. Se hicieron mediciones en la subestación para determinar el consumo real de toda la planta.

De la tabla 4.3. a la 4.7. Se muestran las mediciones divididas en 5 áreas.

Para la realización de las tablas se tomaron lecturas de corriente eléctrica de cada uno de los equipos, se utilizó la siguiente ecuación:

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad \text{Ecuación 4.1.}$$

Donde:

P = Potencia en watt (W)

V = Voltaje o tensión aplicada en volt (V)

I = Corriente en ampere (A)

Cos  $\phi$  = Coseno de "fi" (phi) o factor de potencia (menor que "1")

**Tabla 4.3.** Consumo de energía eléctrica del área oficinas y talleres

1. OFICINAS y TALLERES				
	AMPERAJE	VOLTAJE	FACTOR DE POTENCIA	kWh
Aire acondicionado logística planta baja	6.7	220	0.9338	1.3764212
Aire acondicionado logística planta alta	10.34	220	0.9338	2.12420824
Aire acondicionado producción	14.27	220	0.9338	2.93157172
Aire acondicionado liquidaciones	7.54	220	0.9338	1.54898744
Contactos trampa de moscos	2	220	0.9338	0.410872
Aire acondicionado laboratorio calidad	5.2	220	0.9338	1.0682672
Aire acondicionado oficinas	40	220	0.9338	8.21744
Alumbrado oficinas	29	220	0.9338	5.957644
Alumbrado y contactos pasillo taller mecánico	2.8	220	0.9338	0.5752208
Extractor de subestación	2.1	480	0.9338	0.9412704
Extractor de taller de mantenimiento	2.1	480	0.9338	0.9412704
			TOTAL	26.0931734

**Tabla 4.4.** Consumo de energía eléctrica del área de sala de jarabes y tratamiento de agua

2. SALA DE JARABES Y TRATAMIENTO DE AGUA				
	AMPERAJE	VOLTAJE	FACTOR DE POTENCIA	kWh
Alumbrado	24.13	220	0.9338	4.95717068
Tablero TDF 3 jarabes	103.3	480	0.9338	46.3015392
Neutralización (equipo en reparación)	2.8	480	0.9338	1.2550272
			TOTAL	52.5137371

**Tabla 4.5.** Consumo de energía eléctrica del área de producción

3. PRODUCCION				
	AMPERAJE	VOLTAJE	FACTOR DE POTENCIA	kWh
Sopladora	92	480	0.9338	41.236608
Aire acondicionado 1 sopladora	24	220	0.9338	4.930464
Aire acondicionado 2 sopladora	24.3	220	0.9338	4.9920948
Aire acondicionado 3 sopladora	24.8	220	0.9338	5.0948128
Aire acondicionado 4 sopladora	31.3	220	0.9338	6.4301468
Aire acondicionado 5 sopladora	84.3	220	0.9338	17.3182548
Extractores sopladora	1.36	220	0.9338	0.27939296
Transportadores aéreos	39.2	480	0.9338	17.5703808
Etiquetadora	3.3	480	0.9338	1.4791392
Mezclador carbonatador	48.1	220	0.9338	9.8814716
Manejadora de aire en sala de embotellado	4.1	480	0.9338	1.8377184
Aire lavado embotellado	12.25	480	0.9338	5.490744
Enjuagador rotativo	1.83	220	0.9338	0.37594788
Elevador de tapas	3	220	0.9338	0.616308
Llenadora-taponadora	4.85	220	0.9338	0.9963646
Codificador	6.63	220	0.9338	1.36204068
Paletizadora	25.6	220	0.9338	5.2591616
Formadora de paquetes (resistencias)	81.63	220	0.9338	16.7697407
Formadora de paquetes	44.9	220	0.9338	9.2240764
Transportador de paquetes y botellas	13.06	220	0.9338	2.68299416
Envolvedora de tarimas	3.1	220	0.9338	0.6368516
Alumbrado	7.8	480	0.9338	3.4961472
			TOTAL	157.960861

**Tabla 4.6.** Consumo de energía eléctrica del área de Equipos Auxiliares

4. EQUIPOS AUXILIARES				
	AMPERAJE	VOLTAJE	FACTOR DE POTENCIA	kWh
Caldera	9.2	220	0.9338	1.8900112
Compresor baja 100 HP (sullair)	127	480	0.9338	56.924448
Compresor alta	747	480	0.9338	334.823328
Torre de enfriamiento para compresor de alta	21.76	480	0.9338	9.75335424
Chiller	16.26	480	0.9338	7.28812224
Bomba de recirculación de agua chiller	3.01	480	0.9338	1.34915424
Secador compresor alta	11.1	480	0.9338	4.9752864
Secador compresor baja sullair 1	5.36	480	0.9338	2.40248064
Bomba de recuperación	5.7	480	0.9338	2.5548768
Extractor 1 compresor de amoniaco	1.7	480	0.9338	0.7619808
Extractor 2 compresor de amoniaco	1.6	480	0.9338	0.7171584

Sistema de refrigeración amoniaco	365.6	480	0.9338	163.870694
Tanque de CO2	16.7	220	0.9338	3.4307812
Extractor compresor de alta	2	480	0.9338	0.896448
Extractor compresor de baja	2.2	480	0.9338	0.9860928
Extractor calderas	2.1	480	0.9338	0.9412704
Extractor de subestación	2.1	480	0.9338	0.9412704
TOTAL				594.506758

**Tabla 4.7.** Consumo de energía eléctrica del área de Garrafón

5. GARRAFÓN				
	AMPERAJE	VOLTAJE	FACTOR DE POTENCIA	kWh
TDF 4 garrafón	142	480	0.9338	63.647808
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de agua</li> <li>• Lavadora/llenadora</li> <li>• Alumbrado</li> <li>• Aire lavado</li> <li>• Túnel de encogimiento</li> <li>• Bomba osmosis</li> <li>• Robot paletizador</li> <li>• Bomba booster</li> <li>• Extractor embotellado</li> </ul>				
TDF 5 garrafón	17.15	220	0.9338	3.5232274
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extractor vapor</li> <li>• Hiperzonificador</li> <li>• Codificado</li> <li>• Remineralizador</li> <li>• Prelavado</li> <li>• Inspección vacío</li> </ul>				
TDF 6 garrafón	17.8	220	0.9338	3.6567608
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador de ozono</li> <li>• Lubricación</li> <li>• Alumbrado paso de gato</li> <li>• Destructor de ozono</li> <li>• Inspección lleno</li> </ul>				

• Contacto enfriador agua					
				TOTAL	70.8277962
				TOTAL GLOBAL	901.902326

La figura 4.4. Muestra en la gráfica de Pareto los consumos de energía eléctrica de las diferentes áreas, se observa fácilmente que las de mayor consumo son equipos auxiliares y producción con un 83% del total de la planta, por lo que las propuestas de ahorro de energía eléctrica se enfocaron mayormente a los equipos que estas incluye.

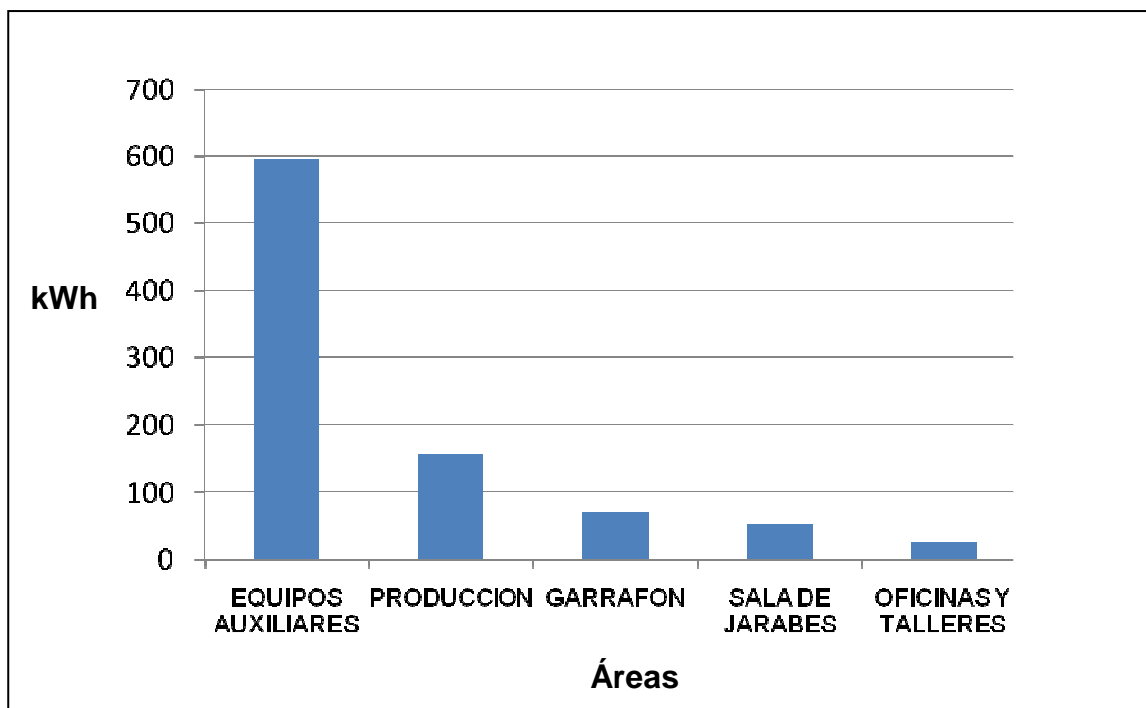


Fig. 4.4. consumo de kWh en cada una de las áreas

#### d) Determinar los potenciales de ahorro de E.E. por equipo y/o áreas

Para realizar este paso es necesario conocer más a fondo el funcionamiento de los equipos, especialmente de las dos áreas que más consumen energía, con la finalidad de detectar lugares en los cuales se esté desperdiciando electricidad y/o sea posible realizar una mejora para el ahorro de dicho recurso.

En las figuras 4.5. y 4.6. Se observan los equipos correspondientes al área de equipos auxiliares y producción.

Como se observa, el equipo que más consume energía eléctrica es el compresor de aire de alta presión, esta máquina solamente provee aire comprimido a una presión aproximada de 40 kg/cm<sup>2</sup> a la sopladora para el inflado de la preforma cuando está dentro del molde del cual toma la forma final.

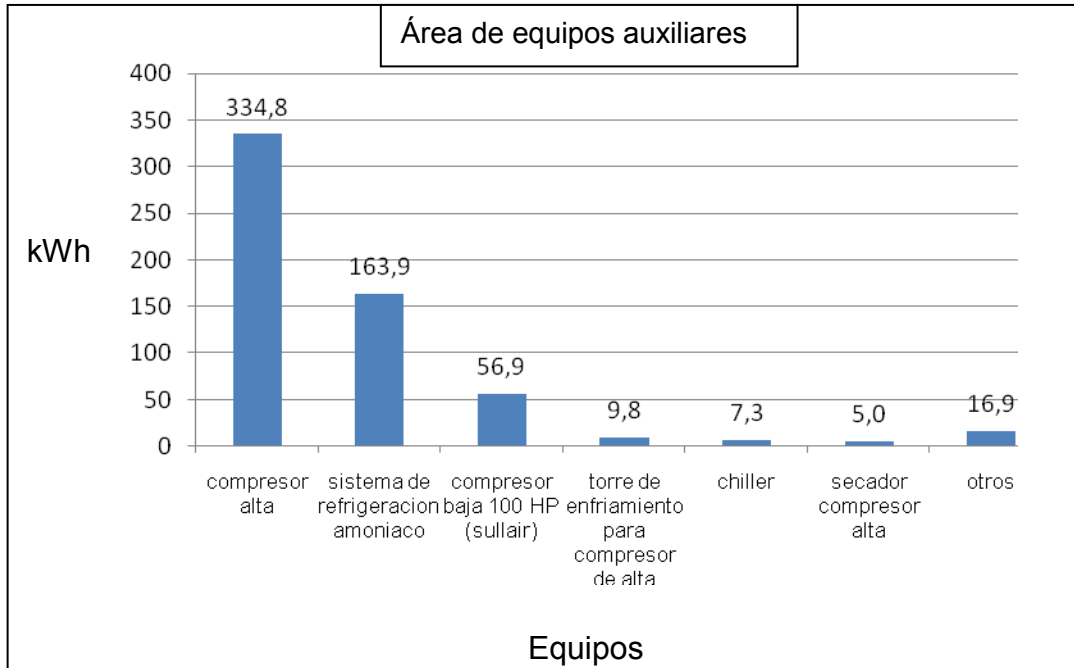


Fig. 4.5. Gráfica de equipos consumidores de E.E en el área de equipos auxiliares

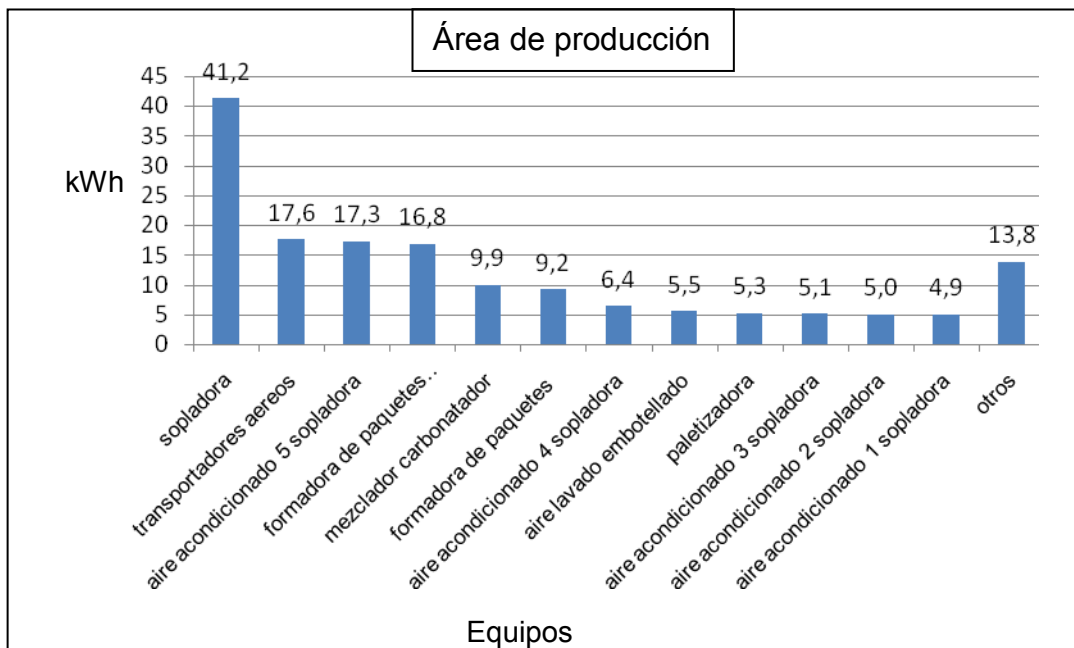


Fig. 4.6. Gráfica de equipos consumidores de E.E en el área de producción



Se cuenta también con un compresor de aire de baja presión el cual abastece aire comprimido a los demás equipos para realizar sus funciones. En la figura 4.7. se muestran dichos equipos.

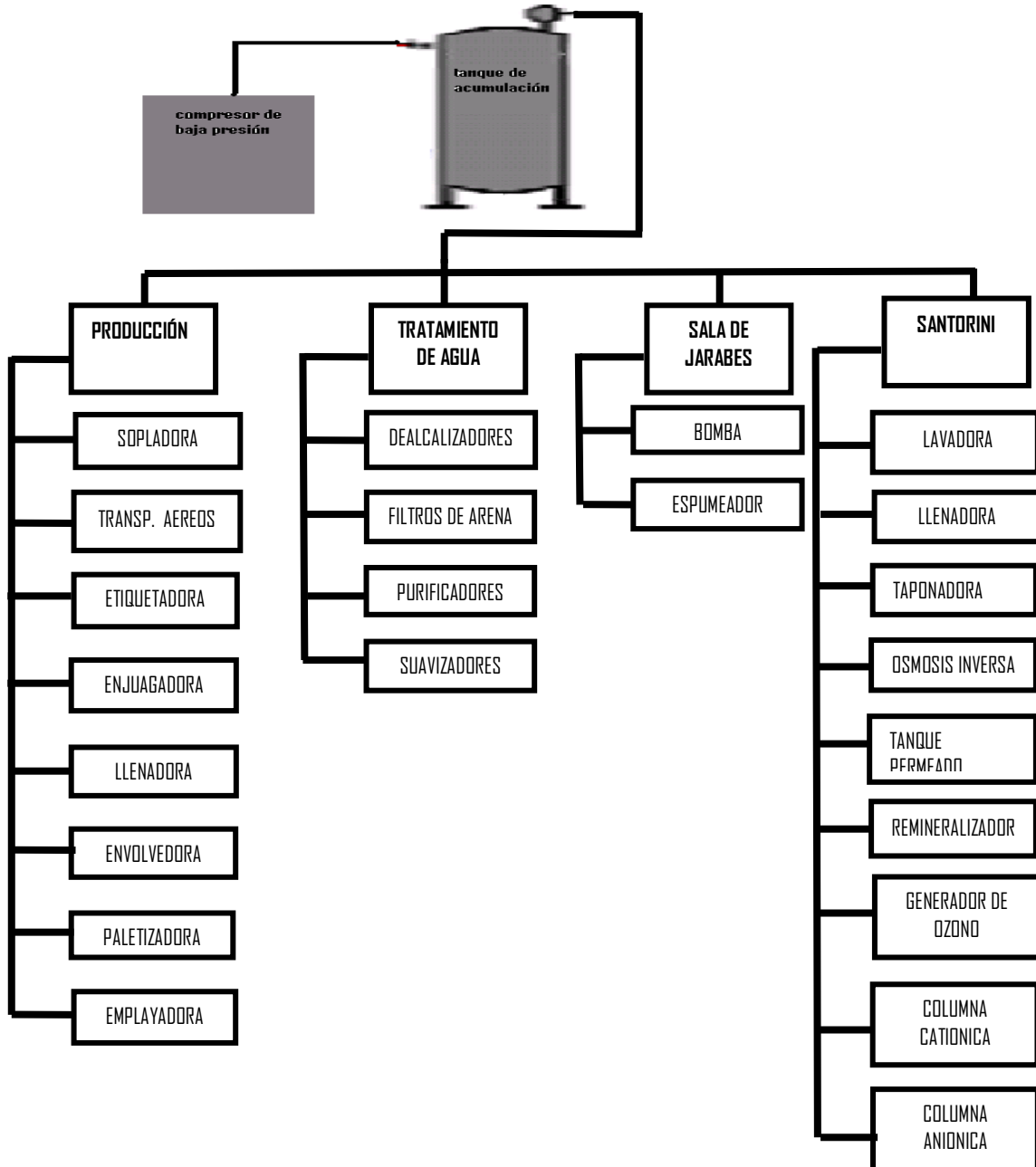


Fig. 4.7. Distribución de aire comprimido de baja presión.

Por otro lado, La empresa utiliza la tarifa HM correspondiente al servicio general en media tensión con demanda de 100 kW o más, para realizar el cobro CFE se basa en 3 conceptos: base, intermedio y punta, en la tabla 4.8. Se observan los horarios.

**Tabla 4.8.** Horarios de la tarifa HM para horario de verano e invierno

Fuente. <http://app.cfe.gob.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/Tarifas.asp?Tarifa=HM&Anio=2010&mes=1>

<b>Horario de verano (Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre)</b>			
<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	
<b>Horario de invierno (Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril)</b>			
<b>Día de la semana</b>	<b>Base</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Punta</b>
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Las cuotas para los horarios base, intermedio y punta varían cada mes, en la tabla 4.9. Se observan las que se aplicaron en los meses de enero a diciembre del año 2010 para la tarifa HM.

**Tabla 4.9.** Cuotas del año 2010 para la tarifa HM

Mes	Cargo por kWh de energía punta	Cargo por kWh de energía intermedia	Cargo por kWh de energía base
Enero	\$ 1.7003	\$ 0.9523	\$ 0.7922
Febrero	\$ 1.8028	\$ 1.0752	\$ 0.8945
Marzo	\$ 1.8252	\$ 1.0940	\$ 0.9102
Abril	\$ 1.8086	\$ 1.0637	\$ 0.8850
Mayo	\$ 1.7399	\$ 0.9697	\$ 0.8068
Junio	\$ 1.7442	\$ 0.9732	\$ 0.8097
Julio	\$ 1.7691	\$ 0.9972	\$ 0.8297
Agosto	\$ 1.7848	\$ 1.0145	\$ 0.8441
Septiembre	\$ 1.7814	\$ 1.0081	\$ 0.8388
Octubre	\$ 1.7205	\$ 0.9326	\$ 0.7760
Noviembre	\$ 1.7389	\$ 0.9501	\$ 0.7906
Diciembre	\$ 1.7062	\$ 0.9071	\$ 0.7548

El concepto *horario punta* se refiere al horario que regularmente existe mayor demanda de energía eléctrica, como una estrategia para intentar moderar la demanda la tarifa es mayor, así los usuarios tienden a disminuir su consumo.

Por lo tanto, es de vital importancia tomar acciones para moderar el consumo de energía eléctrica principalmente en el horario punta.

#### **e) Operatividad de las etapas anteriores**

Este paso consta de dos puntos:

1. Determinar las medidas apropiadas de ahorro de E.E.
2. Evaluación de los ahorros de E.E. en términos de costos.

Las potenciales de ahorro de energía eléctrica expuestas anteriormente serán evaluadas por los dos puntos de este paso.

Como se observó, en la planta existe una gran área de oportunidad para ahorrar energía eléctrica en el sistema de aire comprimido, ya que además de ser un recurso que se utiliza en varios equipos, según la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) llega a ser mucho más caro que la electricidad, el

gas y, en algunos casos, que el agua. Debido a esto, se desarrollan las propuestas que a continuación se mencionan.

## **1. Detección de fugas y recomendaciones para su reparación**

### **Pasos para llevar a cabo la detección de fugas y recomendaciones para su reparación.**

Con base en la figura 4.7 se lleva a cabo lo siguiente:

1. Observación directa. Se realiza con un recorrido minucioso, utilizando como herramienta el tacto y el oído en las áreas que requieren aire comprimido, detectando fugas de aire en mangueras, racores, etc, en consecuencia se revisa el programa de mantenimiento preventivo de la planta con la finalidad de detectar la existencia de tareas que indiquen la revisión de los equipos en la prevención de las mismas.

2. Recolección de opiniones con los trabajadores. Consiste en una entrevista directa con los trabajadores, detectando que la gran mayoría no tiene la cultura de búsqueda identificando que las fallas expuestas en el paso anterior para los trabajadores no son críticas, pues les permite continuar su operación.


3. Consulta y validación de los mandos superiores.

4. Calculo del cfm (ecuación 4.2) utilizando una tabla proporcionada por la empresa donde se relaciona el diámetro de la fuga y la presión de aire comprimido arrojado que sirve para obtener el costo de una fuga.

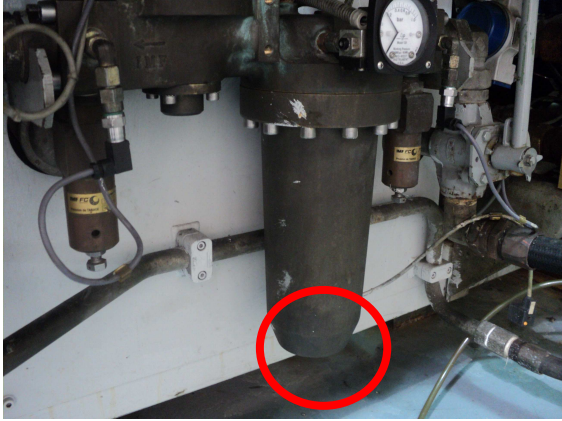
Con los pasos antes mencionados se detectaron 25 fugas que se exponen de la figura 4.8 a la 4.32. Las recomendaciones y definición del problema fueron realizadas con la colaboración de los eléctricos de la empresa, personas expertas en el tema.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
1	77	05/10/2010
		
Localización	Dealcalizador 2 (Tratamiento de agua)	
Problema	Racor flojo y en mal estado	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo.	

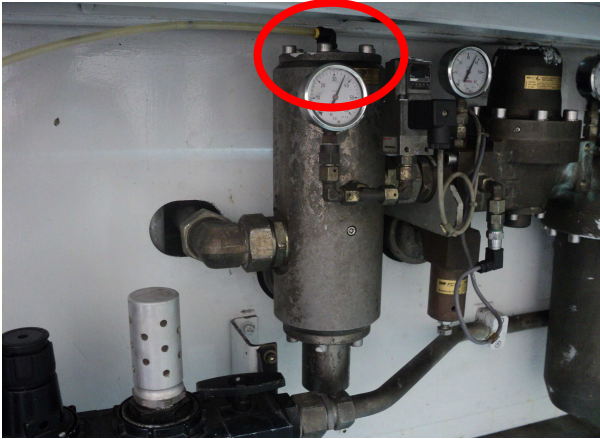
**Fig. 4.8.** Fuga en dealcalizador 2

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
2	77	05/10/2010
		
Localización	Filtro de arena 2 (Tratamiento de agua)	
Problema	Manguera floja	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo.	

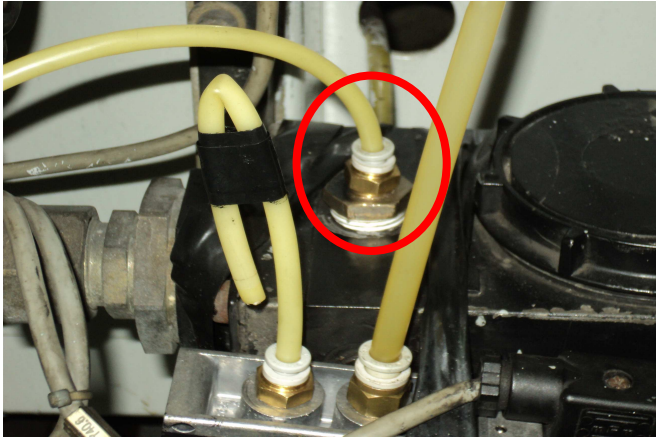
**Fig. 4.9.** Fuga en filtro de arena 2

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
3	580	05/10/2010
		
Localización	Válvula de comando (Sopladora)	
Problema	No es posible detectarlo ya que los experto comentan que es necesario desarmarlo	
Recomendación	Desarmar el cilindro para verificar en donde está la fuga.	

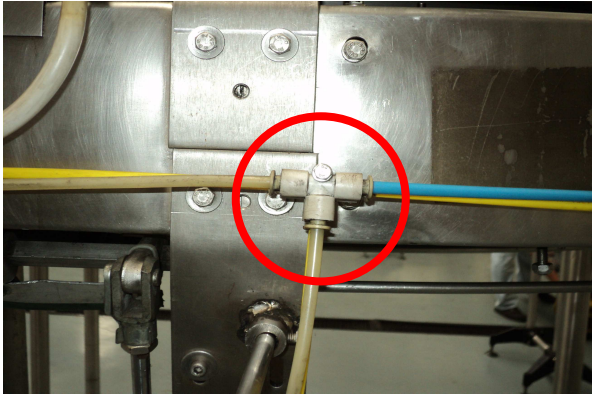
**Fig. 4.10.** Fuga en válvula de comando

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
4	580	05/10/2010
		
Localización	Válvula de comando (Sopladora)	
Problema	No es posible detectarlo ya que los experto comentan que es necesario desarmarlo	
Recomendación	Verificar el diafragma que lleva internamente.	

**Fig. 4.11.** Fuga en válvula de comando

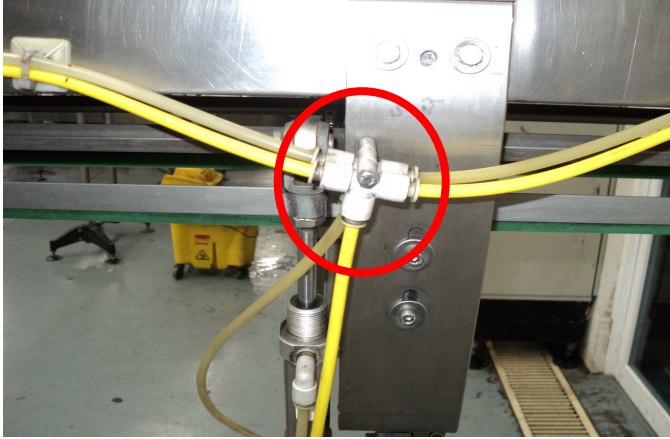
No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
5	145	05/10/2010
		
Localización	Unidad de mantenimiento Sopladora)	
Problema	Racor flojo	
recomendación	Verificar que el racor este instalado adecuadamente y que lleve cinta teflón.	

**Fig. 4.12.** Fuga en unidad de mantenimiento de la sopladora

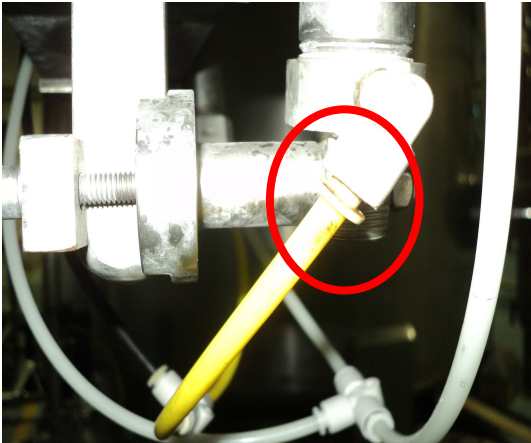
No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
6	43	05/10/2010
		
Localización	Transp. Aéreo de sopladora a etiquetadora	
Problema	Unión desgastada	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo.	

**Fig. 4.13.** Fuga en transportador aéreo de sopladora a etiquetadora



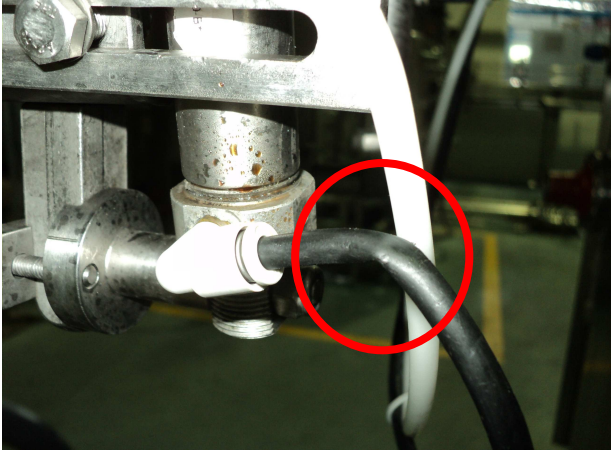
No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
7	43	05/10/2010
		
Localización	Transp. Aéreo de sopladora a etiquetadora	
Problema	Racor flojo	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo.	

**Fig. 4.14.** Fuga en transportador aéreo de sopladora a etiquetadora

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
8	43	08/10/2010
		
Localización	Transp. Aéreo de etiquetadora a enjuagadora	
Problema	Racor y manguera en mal estado	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo.	

**Fig. 4.15.** Fuga en transportador aéreo de etiquetadora a enjuagadora




No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
9	43	08/10/2010
		
Localización	Transp. Aéreo entrada a enjuagadora	
Problema	La manguera es más gruesa y esta fisurada	
Recomendación	Cambiar el tipo de manguera ya que la que está instalada es de mayor diámetro.	

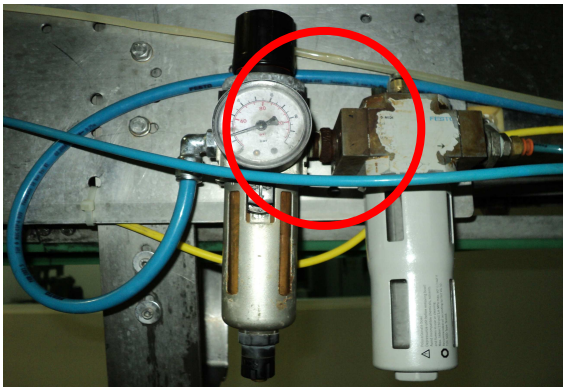
**Fig. 4.16.** Fuga en transportador aéreo entrada enjuagadora

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
10	43	08/10/2010
		
Localización	Transp. Aéreo entrada a enjuagadora	
Problema	Manguera cortada	
Recomendación	Sustituir por otra manguera ya que se encuentra cortada.	

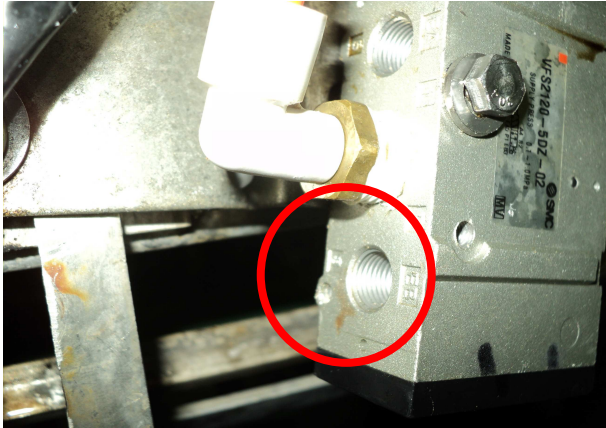
**Fig. 4.17.** Fuga en transportador aéreo entrada enjuagadora

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
11	100	08/10/2010
		
Localización	Regulador de presión de sopladora a etiquetadora	
Problema	El regulador no funciona, tiene juego por lo tanto deja escapar el aire	
Recomendación	Cambiar unidad de mantenimiento.	

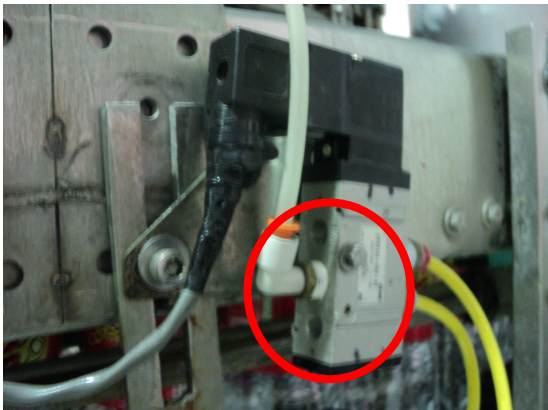
**Fig. 4.18.** Fuga en regulador de presión de sopladora a etiquetadora

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
12	100	12/10/2010
		
Localización	regulador de presión de etiquetadora a enjuagadora	
Problema	La unión entre el manómetro y el filtro está muy deteriorada	
Recomendación	Reapretar conexiones de la unidad de mantenimiento.	

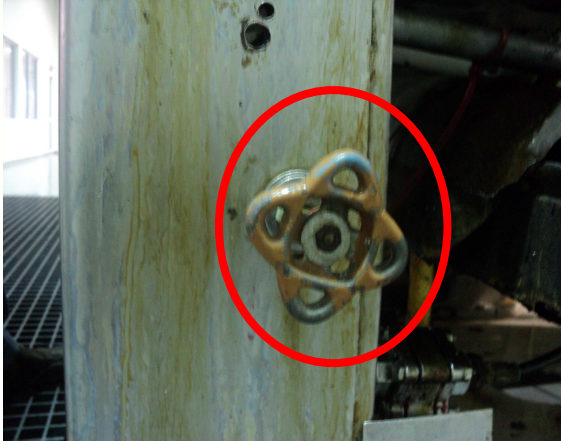
**Fig. 4.19.** Fuga en regulador de presión de etiquetadora a enjuagadora

No. fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
13	58	12/10/2010
		
Localización	electroválvula de apertura y cierre del bloqueador de botella (llenadora)	
Problema	No tiene los silenciadores	
Recomendación	Requiere que se instalen dos silenciadores ya que no cuenta con ellos.	

**Fig. 4.20.** Fuga en electroválvula de llenadora

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
14	58	12/10/2010
		
Localización	electroválvula de mando de limpieza (Llenadora)	
Problema	No tiene silenciadores y el racor y la manguera están flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

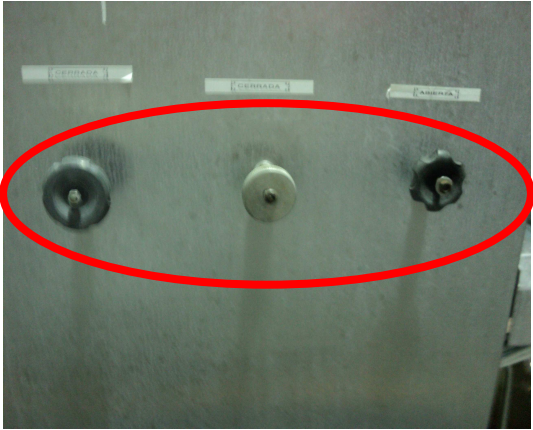
**Fig. 4.21.** Fuga en electroválvula de mando de limpieza llenadora

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
15	58	12/10/2010
		
Localización	Válvula del sist. Neumático de lubricación de pistones (llenadora)	
Problema	La válvula esta barrida	
Recomendación	Cambiar válvula o llave de paso.	

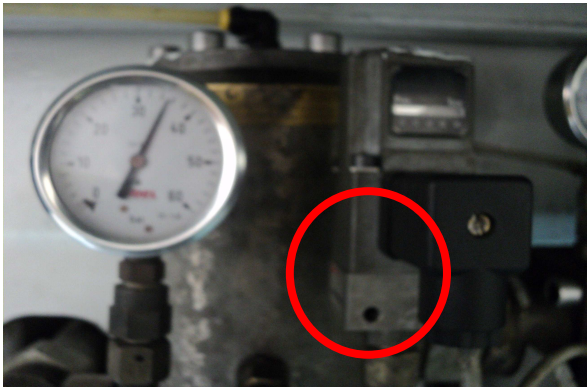
**Fig. 4.22.** Fuga en válvula del sistema. Neumático de llenadora.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
16	58	12/10/2010
		
Localización	Mangueras del pistón de apertura de válvulas de llenado (llenadora)	
Problema	La manguera está muy deteriorada	
Recomendación	Cambiar mangueras ya que se encuentran en muy mal estado.	

**Fig. 4.23.** Fuga en mangueras del pistón de apertura de válvula de llenado

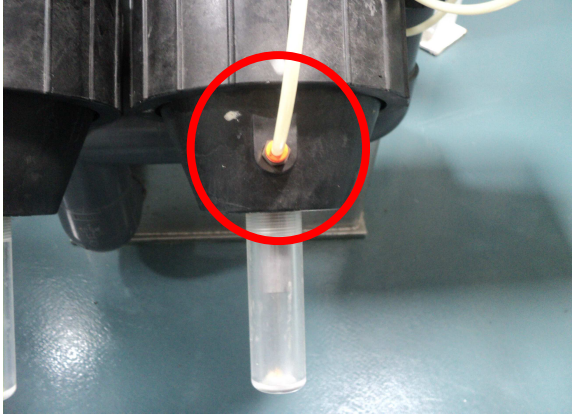
No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
17	58	18/10/2010
		
Localización	Tablero de control de sist. Neumático (llenadora)	
Problema	Las válvulas están barridas	
Recomendación	Cambiar válvulas de control de presión de aire de llenado.	

**Fig. 4.24.** Fuga en tablero de control de sistema neumático

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
18	58	18/10/2010
		
Localización	filtro de aire del lubricador de pistones (llenadora)	
Problema	No tiene silenciadores	
Recomendación	Instalar silenciadores.	

**Fig. 4.25.** Fuga en filtro de aire del lubricador de pistones



No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
19	56	18/10/2010
		
Localización	Columna catiónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

**Fig. 4.26.** Fuga en columna catiónica de Santorini

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
20	56	18/10/2010
		
Localización	Columna catiónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

**Fig. 4.27.** Fuga en columna catiónica de Santorini.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
21	56	18/10/2010
		
Localización	Columna catiónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

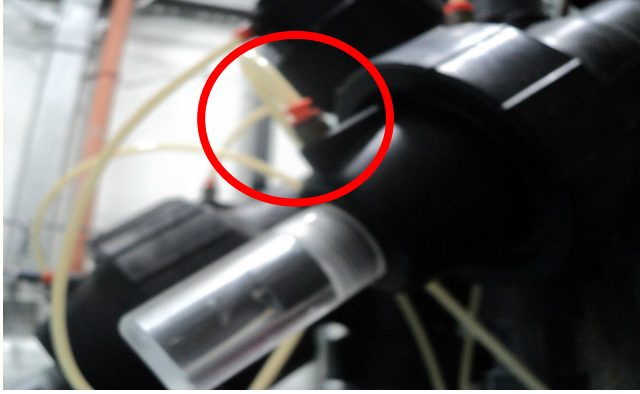
**Fig. 4.28.** Fuga en columna catiónica de Santorini.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
22	56	21/10/2010
		
Localización	Columna catiónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

**Fig. 4.29.** Fuga en columna catiónica de Santorini.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
23	56	21/10/2010
		
Localización	Columna aniónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

**Fig. 4.30.** Fuga en columna aniónica de Santorini.

No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
24	56	21/10/2010
		
Localización	Columna aniónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

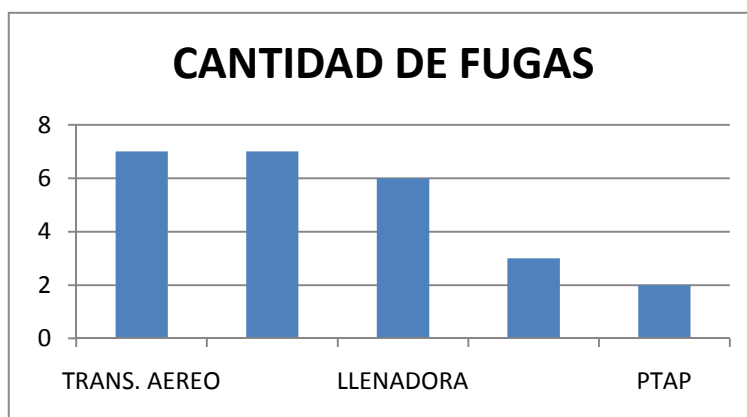
**Fig. 4.31.** Fuga en columna aniónica de Santorini.



No. Fuga	Presión del aire(psi)	Fecha
25	56	21/10/2010
		
Localización	Columna aniónica (Santorini)	
Problema	Racor y manguera flojos	
Recomendación	Verificar que la manguera y racor sea la adecuada, que el extremo no esté fisurado, también verificar que no esté flojo. Además de instalar silenciadores.	

**Fig. 4.32.** Fuga en columna aniónica de Santorini.

En la figura 4.33. se muestra un resumen de la cantidad de fugas encontradas en los diferentes equipos.



**Fig. 4.33.** Cantidad de fugas encontradas

Después de localizar las fugas se realiza un análisis del costo anual por fuga, debido a que la empresa cuenta con un programa que permite realizar ese análisis, basado en la ecuación 4.2:

Ecuación 4.2.

$$\text{Costo fuga} = \text{HLA} \times \text{CFM} \times \text{costo kWh} \times 0.18$$

Donde:

HLA = Horas laboradas anual

CFM = Flujo de aire perdido, expresado en pies cúbicos por minuto (CFM por sus siglas en ingles)

Costo de kWh = Costo promedio que contemplan la tarifa HM = 0.99

Por último, el valor 0.18 se toma porque 1 CFM = 0.18 kW/CFM

Para calcular los CFM, el programa cuenta con una tabla que relaciona el diámetro de la fuga y la presión de aire comprimido arrojado.

La presión del aire lo proporcionan los manómetros para localizar el diámetro correspondiente en la tabla, en esta ocasión se localizan fugas muy pequeñas razón por la cual se le asigna un valor aproximado. La tabla 4.10. Muestra los resultados para costo de fuga.

**Tabla 4.10.** Resumen de los datos de las fugas y costo anual

No. Fuga	Área	Nombre De Equipo	Presión (Psi)	Diámetro	CFM	Costo Anual(\$)
1	PTAP	Dealcalizador 2	77	1/64"	0.33	294.03
2	PTAP	filtro de arena 2	77			
3	Producción	válvula de comando (sopladora)	580	1/8	117.9	105,048.90
4	Producción	válvula de comando (sopladora)	580	1/64	1.85	1,648.35
5	Producción	unidad de mantenimiento (sopladora)	145	1/64	0.55	490.05
6	Producción	Transp. Aéreo de sopladora a etiquetadora	43	1/32	0.812	723.492
7	Producción	Transp. Aéreo de sopladora a etiquetadora	43			
9	Producción	Transp. Aéreo de etiquetadora a enjuagadora	43			
11	Producción	Transp. Aéreo entrada a enjuagadora	43			
12	Producción	Transp. Aéreo entrada a enjuagadora	43			

8	Producción	Regulador de presión de Transp. Aéreo sopladora a etiquetadora	100	1/64	0.4	356.40
10	Producción	Regulador de presión de Transp. Aéreo etiquetadora a enjuagadora	100	1/64	0.4	356.40
13	Producción	electroválvula de apertura y cierre del bloqueador de botella (llenadora)	58	1/64	0.252	224.53
14	Producción	electroválvula de mando de limpieza (llenadora)	58	1/64	0.252	224.53
15	Producción	Válvula del sist. Neumático de lubricación de pistones (llenadora)	58	1/64	0.252	224.53
16	Producción	pistón de apertura de válvula de llenado (llenadora)	58	1/64	0.252	224.53
17	Producción	Tablero de control de sist. Neumático (llenadora)	58	1/64	0.252	224.53
18	Producción	Filtro de aire del lubricador de los pistones	58	1/64	0.252	224.53
19	Santorini	Columna catiónica	56	1/32	1.134	1010.394
20	Santorini	Columna catiónica	56			
21	Santorini	Columna catiónica	56			
22	Santorini	Columna catiónica	56			
23	Santorini	Columna aniónica	56			
24	Santorini	Columna aniónica	56			
25	Santorini	Columna aniónica	56			
<b>TOTAL</b>						<b>111,275.21</b>

En la tabla 4.10, se indica la cantidad en dinero desperdiciado por fugas de aire comprimido, como se observa, es una suma considerable por lo que es necesario otorgarle la importancia debida, realizando inspecciones periódicas para detectar fugas que reduzcan el costo de generación de aire y evitar trabajo adicional de los compresores.

## **2. Reducir el consumo de energía eléctrica en horarios punta, dejando de operar algunos equipos, sin que esto afecte la producción**

El objetivo principal de esta propuesta es detectar equipos que no se utilicen en los horarios punta (ver tabla 4.8.).

### **Pasos para llevar a cabo la propuesta reducir consumo en horario punta**

- 1.- Investigación sobre aplicaciones de otras empresas en cuanto a horas punta
- 2.- Observación directa en un día normal de producción
- 3.- Consulta con los trabajadores de la empresa
- 4.- Consulta y validación con los expertos

Con estos pasos se logra una buena propuesta, explicado a continuación.

1.-En muchas empresas en la actualidad se ha utilizado como estrategia de ahorro de energía eléctrica no producir en horas punta.

2.-Se identificaron las áreas que están directamente relacionadas con producción, su funcionamiento, su relación, y la afección del cambio hacia otras áreas, como:

- ❖ Planta de Tratamiento de agua para proceso (PTAP).
- ❖ Sala de jarabes.
- ❖ Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR).

3.-Se involucra a los operarios de los equipos de las tres áreas en busca de opiniones sobre las horas punta y coinciden que es posible parar equipos involucrados siempre y cuando la línea de producción elabore refrescos en la presentación de 600ml.

Lo anterior es posible, ya que cuando se produce refrescos de la presentación de 2 y 3 litros, PTAP debe estar en constante funcionamiento para abastecer el consumo de agua requerida. De manera similar sucede en sala de jarabes.

4.- Con la consulta y validación de los expertos se determina cuáles equipos se deben parar. De las tablas 4.11. a la 4.16. Se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4.11.** Equipos en el área de sala de jarabes y su consumo de kW

Equipo	ESPECIFICACIONES			
	Voltaje	Amperaje	Factor de potencia	kW
bomba de vaciado de azúcar	440	52.2	0.9338	21.447518
motor rompeterrones	440	2.1	0.9338	0.8628312
motor agitador de tanque de jarabe	440	4.4	0.9338	1.8078368
filtro toffola	440	14.4	0.9338	5.9165568
lampara uv	220	14.2	0.9338	2.9171912
motor para fructosa	440	13	0.9338	5.341336
tanque 1 (8,515 L) jarabe terminado	440	4.09	0.9338	1.6804665
tanque 2 (20,000 L) jarabe terminado	440	4.8	0.9338	1.9721856
tanque 3 (20,000 L) jarabe terminado	440	4	0.9338	1.643488
tanque 4 (10,218 L) jarabe terminado	440	2.5	0.9338	1.02718
tanque 5 (10,218 L) jarabe terminado	440	2.5	0.9338	1.02718
tanque 6 (10,218 L) jarabe terminado	440	2.5	0.9338	1.02718
tanque 7 (10,218 L) jarabe terminado	440	2.5	0.9338	1.02718
tanque 8 (8,515 L) jarabe terminado	440	1.9	0.9338	0.7806568
tanque 9 (8,515 L) jarabe terminado	440	2.5	0.9338	1.02718
tanque 10 (34,100 L) jarabe terminado	440	6.6	0.9338	2.7117552
motor agitador de sales	440	2.3	0.9338	0.9450056
<b>TOTAL</b>				<b>53.162728</b>

**Tabla 4.12.** Equipo de sala de jarabes que es posible detener en horario punta

Equipo	Consumo kWh	Horas de paro	Costo de kWh en hora punta	Ahorro diario (\$)	Ahorro anual (\$)
bomba de vaciado de azúcar	21.447518	2	1.76	75.495265	7851.50754
motor rompeterrones	0.8628312	2	1.76	3.0371658	315.865246
motor agitador de tanque de jarabe	1.8078368	2	1.76	6.3635855	661.812896
filtro toffola	5.9165568	2	1.76	20.82628	2165.93311
lámpara uv	2.9171912	2	1.76	10.268513	1067.92535
motor para fructosa	5.341336	2	1.76	18.801503	1955.35628
<b>TOTAL</b>				<b>134.79231</b>	<b>14018.4004</b>

**Tabla 4.13.** Equipos en el área de PTAP y su consumo de kW

Equipo	ESPECIFICACIONES			
	Voltaje	Amperaje	Factor de potencia	Kw
bomba 1 para enviar a filtros de arena	440	6.7	0.9338	2.7528424
bomba 2 para enviar a filtros de arena (auxiliar)	440	6.7	0.9338	2.7528424
bomba 3 para dealcalizadores	440	6.9	0.9338	2.8350168
bomba 4 para dealcalizadores (auxiliar)	440	6.9	0.9338	2.8350168
bomba 5 para suavizadores	440	6	0.9338	2.465232
bomba 6 para suavizadores (auxiliar)	440	6.7	0.9338	2.7528424
bomba 7 para purificadores	440	13.5	0.9338	5.546772
bomba 8 para purificadores (auxiliar)	440	13.5	0.9338	5.546772
bomba 9 para jarabes	440	4.8	0.9338	1.9721856
bomba 10 para jarabes (auxiliar)	440	4.8	0.9338	1.9721856
lámparas uv1 para jarabes	120	3.4	0.9338	0.3809904
lámparas uv2 para línea de refresco	120	4.96	0.9338	0.55579776
<b>TOTAL</b>				<b>32.3684962</b>

**Tabla 4.14.** Equipo de PTAP que es posible detener en horario punta

Equipo	Consumo kWh	Horas de paro	Costo de kWh en hora punta	Ahorro diario (\$)	Ahorro anual (\$)
bomba 1 para enviar a filtros de arena	2.7528424	2	1.76	9.6900052	1007.76055
bomba 3 para dealcalizadores	2.8350168	2	1.76	9.9792591	1037.84295
			<b>TOTAL</b>	<b>19.669264</b>	<b>2045.6035</b>

**Tabla 4.15.** Equipos en el área de PTAR y su consumo de kW

Equipo	ESPECIFICACIONES			
	Voltaje	Amperaje	Factor de potencia	Kw
tornillo helicoidal (motor de tamiz)	440	1.5	0.9338	0.616308
agitador	440	3.84	0.9338	1.5777485
motor soplador trilobular (1) para MBBR	440	8.1	0.9338	3.3280632
motor soplador trilobular (2) para MBBR (auxiliar)	440	8.1	0.9338	3.3280632
bomba saturación para DAF	440	0.52	0.9338	0.2136534

bomba saturación( reemplazo) para DAF	440	0.52	0.9338	0.2136534
bomba extracción para DAF	440	0.17	0.9338	0.0698482
bomba extracción (reemplazo) para DAF	440	0.15	0.9338	0.0616308
bomba de cavidad progresiva	440	1.9	0.9338	0.7806568
bomba de cavidad progresiva (reemplazo)	440	1.9	0.9338	0.7806568
bomba sumergible	440	3.17	0.9338	1.3024642
<b>TOTAL</b>				<b>12.272747</b>

**Tabla 4.16.** Equipo de sala de PTAR que es posible detener en horario punta

Equipo	Consumo kWh	Horas de paro	Costo de kWh en hora punta	Ahorro diario (\$)	Ahorro anual (\$)
tornillo helicoidal (motor de tamiz)	0.616308	2	1.76	2.169404	225.61803
bomba sumergible	1.3024642	2	1.76	4.584674	476.80611
agitador	1.5777485	2	1.76	5.553675	577.58216
bomba extracción para DAF	0.0698482	2	1.76	0.245866	25.570044
bomba de cavidad progresiva	0.7806568	2	1.76	2.747912	285.78284
			<b>TOTAL</b>	15.30153	<b>1591.3592</b>

**Tabla 4.17.** Resumen de ahorros por área

ÁREA	AHORRO ANUAL (\$)
sala de jarabes	14018.40043
PTAP	2045.603496
PTAR	1591.35919
<b>TOTAL</b>	<b>17,655.36311</b>

En las tabla 4.12., 4.14 y 4.16 se observa que se utilizan 2 horas de paro en los equipos, con la finalidad de garantizar que el sistema no se quede sin los suministros que proporcionan. Permitiendo proponer el paro de los equipos en las 2 últimas horas del horario punta, de no efectuarlo así obliga a encender nuevamente el equipo en horario de punta, incrementando el costo que esto requiere.

Por ejemplo: si fuera un día entre lunes y viernes y se estuviera en horario de invierno, el horario punta sería de 18:00 - 22:00 hrs (ver tabla 4.8.). Suponiendo que estuviéramos en el área de PTAP, se llenaría la cisterna 2 y 3, función que realiza la bomba 1 y 3; necesitando ser apagadas éstas, alrededor de las 20:00 hrs, logrando el arranque de nuevo después de dos horas (22:00 hrs) localizadas en un horario fuera de punta.

La tabla 4.17. Muestra el ahorro anual de \$17,655.36.

La puesta en marcha de esta propuesta no requiere de ningún costo, solo requiere la perfecta sincronización de las áreas.

### **3. Automatizar el paso del aire en las salidas de los equipos para el empuje, y secado de las botellas antes del codificador.**

#### **Esta propuesta requieren los siguientes pasos**

- 1.- Observación directa
- 2.- Investigación sobre posibles electroválvulas, sensores y relevadores timers a usar.
- 3.- Opinión de los expertos (Ingenieros eléctricos de la planta)
- 4.- Consulta y validación de altos mandos

1. En el área de producción existen transportadores aéreos y de tablillas que funcionan como transporte del producto de un equipo a otro. Para que la botella llegue hasta los transportadores aéreos es necesario un “empuje” por lo que se utiliza aire comprimido para realizar dicha operación.

Los equipos que utilizan aire comprimido en secuencia son:

- Sopladora
- Etiquetadora
- Enjuagadora
- Llenadora

Al salir de la llenadora se utiliza aire comprimido para secar la botella porque el codificador lo requiere.



El consumo de aire comprimido se presenta aunque no haya producción, razón fundamental de esta propuesta dirigida a parar la inyección de este aire, para no utilizarla.

En la tabla 4.18. Se muestra el consumo anual de kW y el costo que representa para mantener el sistema de “empuje” de botellas, tomando en cuenta un costo de kWh de 0.99 y horas laboradas anualmente de 8640 suponiendo que se labora 360 días, las 24 horas.

**Tabla 4.18.** Costo anual de entrada y salida de botellas por aire comprimido

ENTRADA Y SALIDA DE BOTELLAS POR AIRE COMPRIMIDO	DIAMETRO (PULGADA)	PRESION (PSI)	CFM/HORA	CONSUMO DE KW	COSTO ANUAL (\$)
Sopladora	3/32"	15	3.7	5,754.24	5,696.70
Etiquetadora	5/32"	15	11	17,107.20	16,936.13
enjuagadora entrada	1/16"	70	4.8	7,464.96	7,390.31
enjuagadora salida	1/8"	70	19	29,548.80	29,253.31
llenadora entrada	1/8"	70	19	29,548.80	29,253.31
llenadora secado para codificador (8)	1/16"	45	3.35	41,679.36	41,262.57
<b>TOTAL</b>				<b>129,792.33</b>	

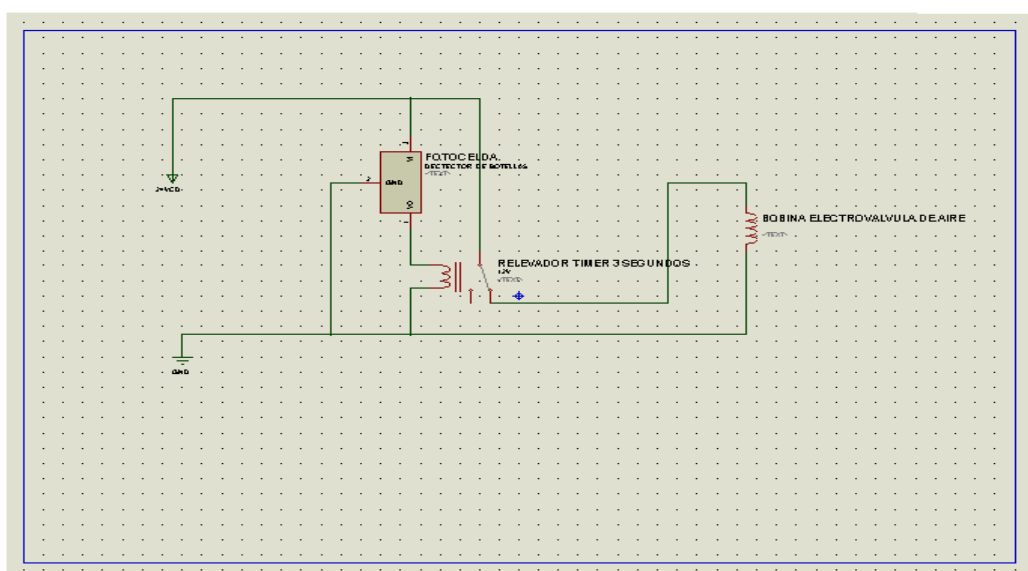
En la tabla 4.19. se obtiene que el 36.91% del tiempo total la planta no está produciendo, este tiempo es utilizado para llevar a cabo actividades como mantenimientos, saneamientos, etc, que se requiere para que el área de producción funcione adecuadamente y en ocasiones se producen paros por fallos y bodega llena (perdida de manufactura). Por lo tanto, es posible decir que del costo total obtenido en la tabla 4.18., el 36.91% representa un desperdicio, es decir, anualmente se están perdiendo \$47,906.35, lo que justifica esta propuesta.

**Tabla 4.19.** Distribución del tiempo en que no hay producción

ACTIVIDAD	%
MANTENIMIENTO	13.65
SANEAMIENTO	1.92
CAMBIO DE FORMATO	7.93
PERDIDA MANUFACTURA	13.41
<b>TOTAL</b>	<b>36.91</b>

Se propone la colocación de una electroválvula en la manguera de salida de aire y un sensor, con un retardo de acuerdo al paso de la botella.

La función de la manguera permite la conexión a una electroválvula que incluye un sensor que detecta la botella a través de una señal a un relevador timer para que haga el retardo esperado, si esto no sucede enviará una señal a la electroválvula para que se cierre y no deje pasar el aire, esto se puede observar en la figura 4.34.



**Fig. 4.34.** Diagrama eléctrico de electroválvula de apertura y cierre de aire

Esta propuesta implica la compra de electroválvulas, relevadores y sensores; en la tabla 4.20. Se muestra la inversión, pues la instalación se realizara con el personal de la planta.

**Tabla 4.20.** Inversión para la propuesta de automatización

ENTRADA Y SALIDA DE BOTELLAS POR AIRE COMPRIMIDO	COSTO ELECTROVALVULA	COSTO DE RELEVADOR	COSTO SENSOR FOTOELECTRICO	TOTAL
Sopladora	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
Etiquetadora	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
enjuagadora entrada	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
enjuagadora salida	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
llenadora entrada	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
llenadora secado para codificador (8)	1,119.00	950.00	284.00	2,353.00
			TOTAL(\$)	14,118.00

Con base en la inversión y los ahorros que se obtendrán se calculó el periodo de recuperación de la inversión según la ecuación 4.3.

$$n = \frac{\ln\left(\frac{1}{1 - (P/A)i}\right)}{\ln(1 + i)}$$

Ecuación 4.3

Donde:

P (cantidad invertida en el presente)= \$ 14,118.00

A (cantidad uniforme o constante)= \$ 47,906.35

i (tasa de interés) = 0.05

El resultado obtenido es: 0.3042, por lo tanto, la inversión se recuperará en 3.6 meses.

#### **4. Procedimiento de arranque de maquinaria**

Esta propuesta se apego a la siguiente secuencia.

1. Investigación
2. Recorridos y consultas de opinión de los trabajadores en un día normal de producción.
3. Consulta y validación de los expertos

1. Basado en la manera en como CFE cobra la energía eléctrica (punto 3.6.3.), e identificando que el costo es elevado, una manera de ahorrar energía eléctrica consiste en implementar un procedimiento de paro y arranque de equipo.

Las figura 4.5 y 4.6 confirman lo expuesto, identificando el área de mayor consumo de energía eléctrica. Con base en este análisis, el procedimiento que se propone es encender primeramente el compresor de alta y transcurridos 15 minutos encender todos los demás equipos. En la figura 4.35. se muestra el procedimiento que se propone.

Esta propuesta no requiere de inversión para su implementación, pero es indispensable para el buen funcionamiento, la difusión del procedimiento y seguir de cerca su cumplimiento hasta que se convierta en un hábito.

### **PROPÓSITO**

El objetivo del presente procedimiento es saber los pasos a seguir para el arranque de la maquinaria para el ahorro de energía

### **ALCANCE**

Este documento aplica a todos los jefes de línea, técnicos electricistas y técnicos multihabilidad, de Embotelladora Valle de Oaxaca, S.A. de C.V.

### **RESPONSABILIDAD**

<i>Gerente de Manufactura.</i>	Es responsable de realizar la aplicación del presente procedimiento.
<i>Superintendente de producción.</i>	Es responsable de supervisar la aplicación del presente procedimiento.
<i>Jefes de Línea.</i>	Es responsable de cumplir con los lineamientos del presente procedimiento.

### **DEFINICIONES**

Ninguna.

### **DESARROLLO**

#### **a) PARA EL ARRANQUE DE MAQUINARIA DESPUÉS DE UN SANEAMIENTO, CAMBIO DE FORMATO, MANTENIMIENTO O PARO POR FALLA.**

1. Cuando sea necesario arrancar los equipos después de un cambio de formato, saneamiento, mantenimiento o paro por alguna falla, quien deberá iniciar primeramente con la operación será el operador de la sopladora.
2. El operador de la sopladora deberá encender el compresor de alta presión y tomar la hora en que realizó esta operación.
3. 15 minutos después de haber encendido el compresor de alta presión, deberá dar aviso al jefe de línea ya que hasta entonces podrán encenderse todos los demás equipos.

#### **b) PARA EL ARRANQUE DE MAQUINARIA DESPUÉS DE UN CORTE DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO**

4. Cuando ocurra un corte de energía eléctrica, al restablecer el suministro en la subestación, el primer equipo que deberá ser energizado será el compresor de alta presión para iniciar el arranque del mismo.
5. Luego de esto, el procedimiento será el mismo que el punto 2.

Es decir, No debe encenderse ninguna maquina si no han transcurrido 15 minutos después de haber encendido el compresor de alta presión.

### **REFERENCIAS**

Ninguna

### **ANEXOS**

Ninguno.

**Fig. 4.35.** Procedimiento de arranque de maquinaria

## **Etapa 2. Sensibilización**

El propósito de realizar una sensibilización con el personal de una empresa es lograr un cambio positivo en la manera de pensar y de actuar sobre determinada situación.

La naturaleza de dicho cambio determina el tipo de formación necesaria a proporcionar, permitiendo el uso eficiente de la energía eléctrica, cambiar las creencias, costumbres, actitudes, procedimientos que las personas usan actualmente.

Esta formación permite desaprender en parte y de reflexionar o cuestionar algunas de las prácticas habituales o rutinas.

Pasos para el diseño del programa de sensibilización:

### **a) Detección de las necesidades de sensibilización para el ahorro de E.E.**

Es necesario mencionar que antes de realizar cualquier actividad para el diseño del programa, se realizó una primera reunión con la alta gerencia en la cual se les informa sobre el programa y la razón de ser, el compromiso que ellos adquirieron fue transmitirlo con sus subordinados para involucrar a todos desde su lanzamiento.

Para iniciar los procesos de cambio o mejora, es condición indispensable el diagnóstico de la situación. Las actividades que se realizaron para el diagnóstico son:

- Encuestas con todos los niveles de la organización para identificar los dominios de aprendizaje: conocimiento y actitud. (ver anexo 1).
- Recorridos continuos por toda la empresa para detectar las costumbres o hábitos de las personas en cuanto al uso de la energía eléctrica.

La encuesta está dividida en dos secciones

**Sección 1.** Esta sección está compuesta por 10 afirmaciones, 5 de ellas son positivas y las otras 5 negativas, con una escala de 5 puntos de acuerdo a la escala de Lickert, las posibles respuestas son:

- Esta completamente de acuerdo
- Algo de acuerdo
- Es neutral
- Algo en desacuerdo
- Completamente en desacuerdo

En la tabla 4.21. Se muestra los puntajes que se otorgan a las respuestas según sea la afirmación positiva o negativa y en la tabla 4.22. El puntaje que se obtuvo en cada una de las afirmaciones.

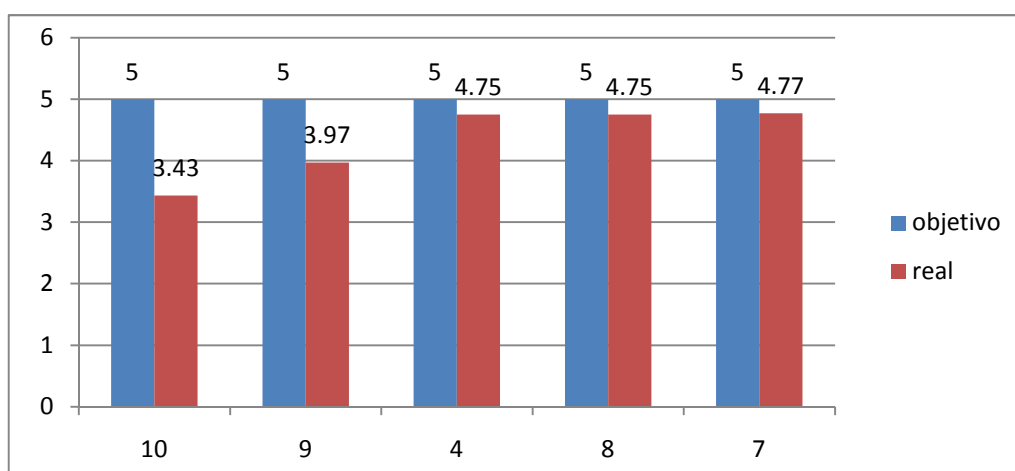
**Tabla 4.21.** Puntaje de las respuestas

<b>AFIRMACIÓN</b>	<b>POSITIVA</b>	<b>NEGATIVA</b>
Esta completamente de acuerdo	5	1
Algo de acuerdo	4	2
Es neutral	3	3
Algo en desacuerdo	2	4
Completamente en desacuerdo	1	5

**Tabla 4.22.** Puntajes obtenidos en la encuesta

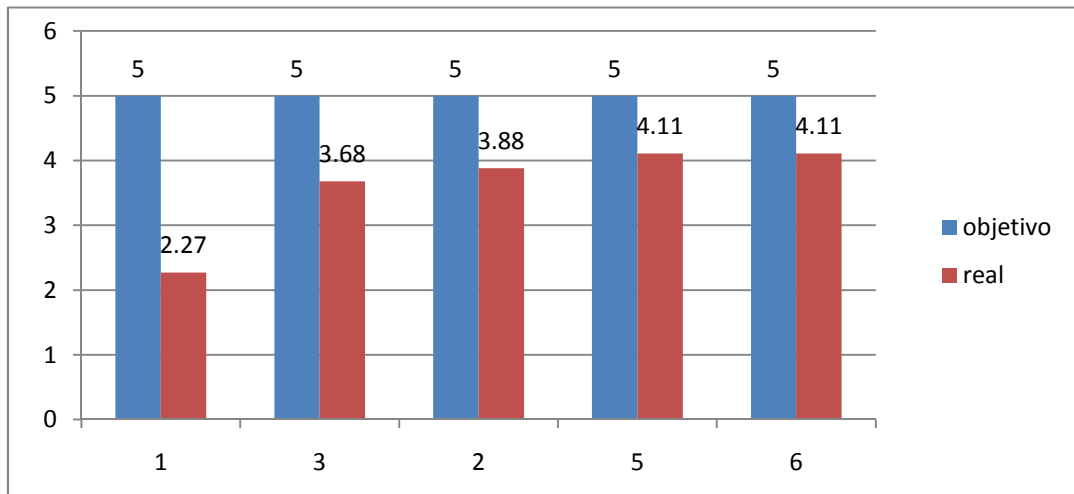
CRITERIO	PREGUNTA	PUNTAJE OBTENIDO
NEGATIVA	1. el ciudadano promedio no tiene influencia alguna en lo que el gobierno hace con respecto a los problemas energéticos	2,27
NEGATIVA	2. NO quiero escuchar nada más acerca de los problemas energéticos a los que se enfrenta nuestra nación	3,78
NEGATIVA	3. nosotros no tenemos la crisis energética que algunos declaran	3,53
POSITIVA	4. temas como conocimiento sobre la energía, problemas y futuro de la energía, etc. Debería ser una parte importante de las clases en todas las escuelas.	4,68
NEGATIVA	5. podemos usar todo el gas natural, petróleo y nafta que nosotros necesitemos porque las futuras generaciones tendrán nuevas formas de energía	4,08
NEGATIVA	6. estoy cansado de todo lo que se dice sobre el cuidado de la energía.	4,08
POSITIVA	7. me da una satisfacción personal practicar el cuidado de la energía	4,68
POSITIVA	8. debo estimular en otros el uso de mis métodos de cuidar la energía.	4,68
POSITIVA	9. debemos estar dispuestos a andar en bicicleta como un medio de cuidar la energía.	3,94
POSITIVA	10. disfruto discutiendo los problemas del cuidado de la energía con mis amigos.	3,38

En las figuras 4.36. y 4.37. Se muestra la comparación entre el puntaje objetivo y real de las afirmaciones positivas y negativas.



**Fig. 4.36.** Gráfica del puntaje real vs puntaje objetivo de preguntas positivas



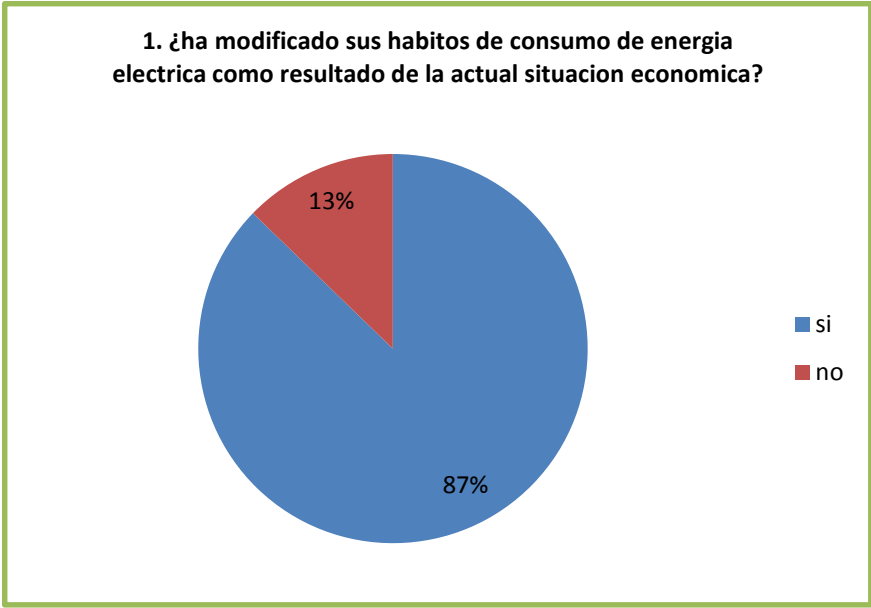


**Fig. 4.37.** Gráfica del puntaje real vs puntaje objetivo de preguntas negativas

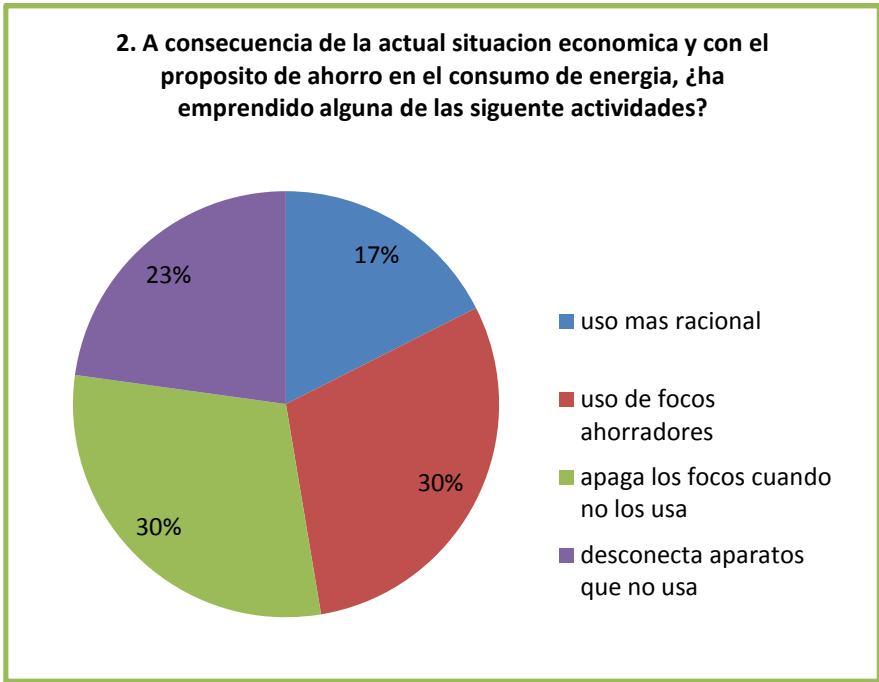
Según las figuras 4.36 y 4.37 se observa que muchas personas no acostumbran tener como tema de conversación el cuidado de la energía. Por otro lado, la pregunta 9: “debe haber disponibilidad de usar la bicicleta como un medio para cuidar la energía” fue una de los puntajes menores, por lo que se advierte que las personas anteponen las comodidades que la vida actual provee sin estar realmente conscientes de la contaminación ambiental.

En cuanto a las afirmaciones negativas, el puntaje más bajo fue “el ciudadano promedio no tiene influencia alguna en lo que el gobierno hace con respecto a los problemas energéticos” con este resultado se confirma que las personas a veces son dadas a caer en el conformismo, considerando que ellos no tienen poder para hacer que las cosas mejores y como se cree que no está al alcance hacerlo, no hacen nada.

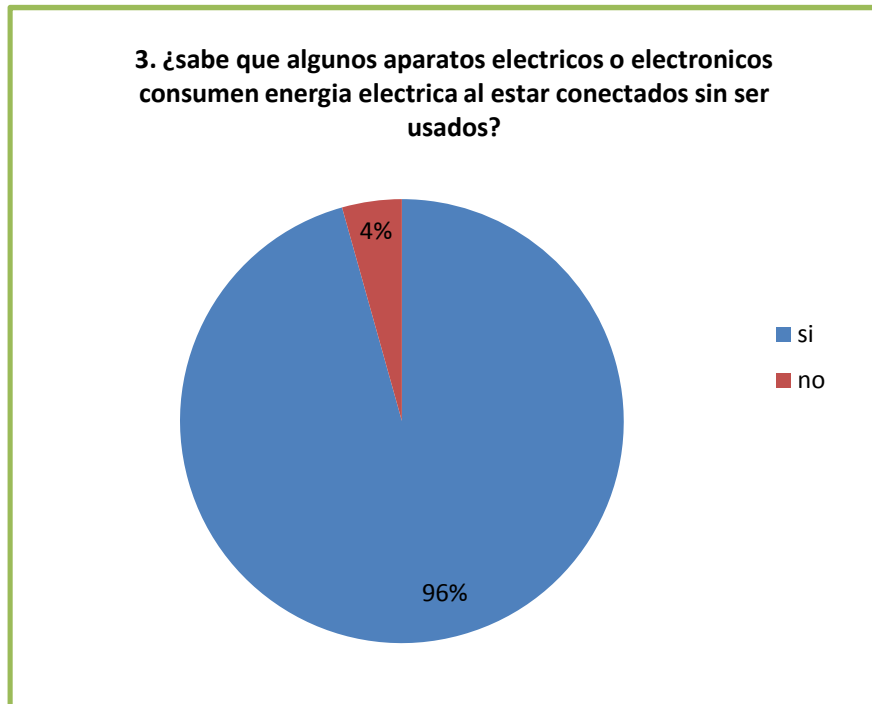
**Sección 2.** Esta sección se conforma se cinco preguntas con opciones de respuestas, de la figura 4.38. a la 4.42. se muestran los resultados de esta sección.



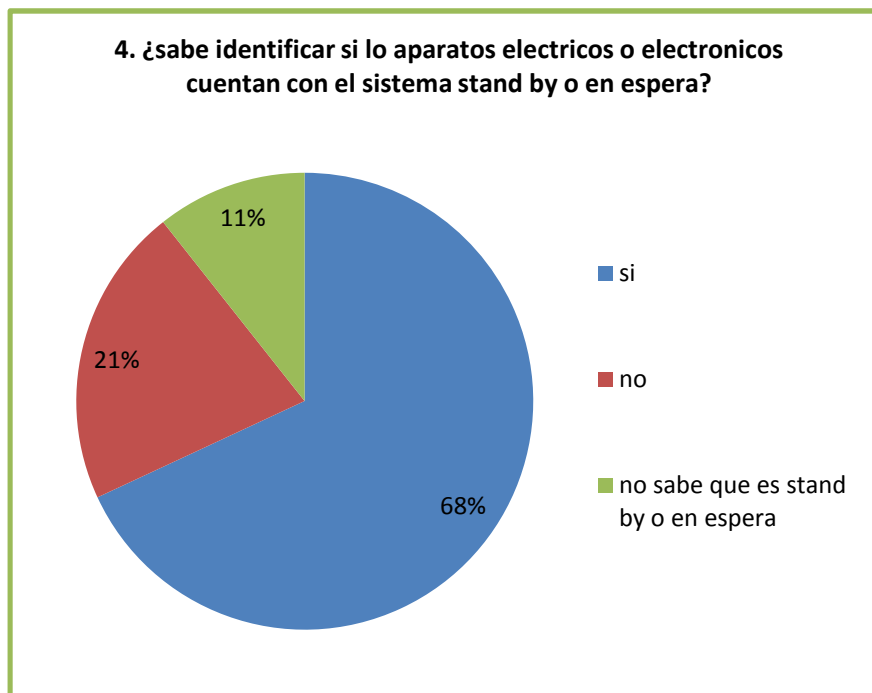
**Fig. 4.38.** Resultado de la respuesta 1 de la encuesta de diagnóstico



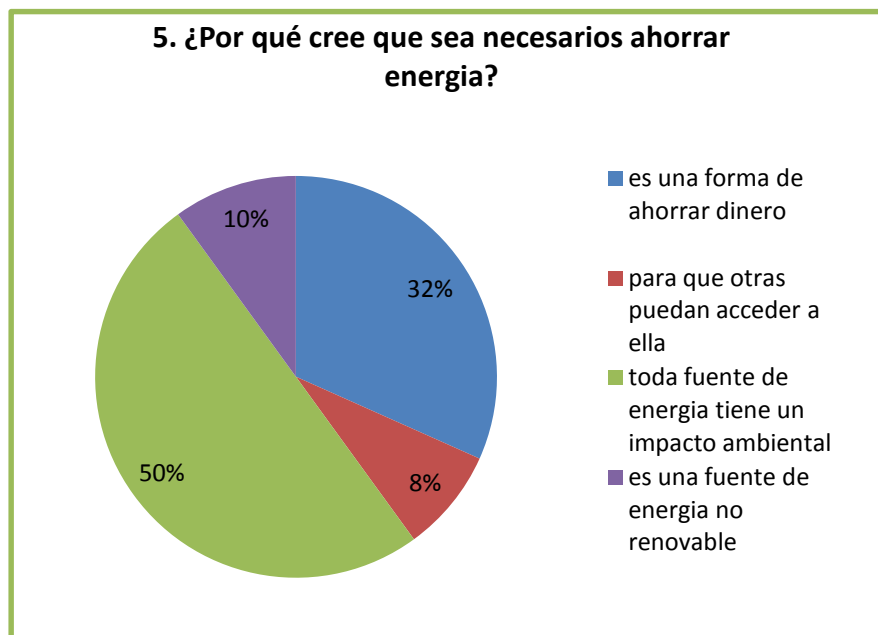
**Fig. 4.39.** Resultado de la respuesta 2 de la encuesta de diagnóstico



**Fig. 4.40.** Resultado de la respuesta 3 de la encuesta de diagnostico



**Fig. 4.41.** Resultado de la respuesta 4 de la encuesta de diagnostico



**Fig. 4.42.** Resultado de la respuesta 5 de la encuesta de diagnóstico

Con base en los resultados obtenidos, permite continuar con el diseño del programa de sensibilización.

### **b) Diseño del Programa de Sensibilización**

El diseño del programa se realizó teniendo como referencia las necesidades de la sensibilización obtenidas en el diagnóstico y la definición clara de los objetivos. Para ello se definió por un lado los temas a tratar en las pláticas y por el otro los medios que se utilizarían para difundir el programa de ahorro de energía eléctrica.

#### **1. Determinar los medios para difundir la cultura de ahorro de E.E.**

Con el objetivo de lograr un cambio de actitud de las personas relacionadas con el uso de la energía eléctrica, es importante destacar que durante el periodo de sensibilización, lo más importante es saber cómo llegar con las personas, el acercamiento con ellos.

Para ello se utilizó historietas (anexo 2) que se distribuyeron en los pizarrones de cada una de las áreas. También se utilizaron trípticos, estos se diseñaron según el área, es decir, se distribuyeron trípticos diferentes tanto para el área administrativa (anexo 3) como para el área operativa (anexo 4).

## **2. Determinar los temas para las pláticas de Sensibilización**

Con base en los resultados obtenidos en la encuesta más lo que nos pudimos percatar con los recorridos a las diferentes áreas, se determinaron los temas a tratar en las pláticas de sensibilización puesto que se detectaron los puntos en los que es preciso poner mayor énfasis.

Se ordenaron los temas en secuencia, por grado de dificultad y conocimiento de cada uno de los empleados. Los temas que se trataron son los siguientes:

1. ¿Qué es la electricidad?
2. Importancia de la energía eléctrica
3. ¿Cómo llega la energía eléctrica hacia la empresa
  - Generación.
  - Transmisión.
  - Distribución.
4. Principales beneficios del ahorro de energía eléctrica
  - El ahorro de energía que logremos, es energía disponible para que la usen otros.
  - Reduce el impacto ambiental
  - Reducción en las facturas por consumo de energía eléctrica
5. Costo de la energía eléctrica
6. Como CFE cobra la electricidad
7. Horas punta
8. Impacto ambiental
  - Emisiones de bióxido de carbono
  - Calentamiento global
  - Efecto invernadero

### **c) Puesta en marcha**

Definidos los medios de difusión y temas que incluyen la sensibilización, se aplico el principio de capacitación piramidal iniciando con los mandos altos y concluyendo con los bajos, como son: directivos, logística y las tripulaciones del área de producción y los departamentos de compras y contabilidad (identificando en la figura 2.2.)

### **Etapa 3. Formación de un Programa y Comité de uso eficiente de la energía**

Se propone realizar un comité encargado de darle seguimiento a las acciones sobre el ahorro de energía eléctrica.

Este programa estará integrado por dos comités, uno para el área administrativa y otro para el área operativa. La razón es porque se considera que en las reuniones cuando se discutan temas relacionados con la maquinaria y equipo, las personas del área administrativa como recursos humanos, contabilidad o ventas no le presta interés y viceversa cuando es del área operativa.

Se propone que el representante del comité operativo sea uno de los técnicos electricista, porque son quienes conocen el área y se interesan en realizar una mejora para el ahorro de energía eléctrica.

Actividades que contemple el comité para el uso eficiente de la energía eléctrica se muestran en la tabla 4.23.

**Tabla 4.23.** Actividades del comité de energía eléctrica

¿QUÉ SE VA HACER?	¿QUIÉN LO VA HACER?	¿CUÁNDO SE VA HACER?	¿PORQUÉ SE VA HACER?	¿DÓNDE SE VA HACER?	¿CÓMO SE VA HACER?
Analizar las variaciones del indicador de energía eléctrica	Superintendente de mantenimiento	Cada 15 días en las reuniones del comité	Es necesario para determinar las causas de las variaciones del indicador	En las reuniones del comité de uso eficiente de la energía	El superintendente de mantenimiento tendrá que analizar todo lo que aconteció durante esas dos semanas e ir determinando las posibles causas del resultado del indicador.
Verificar el cumplimiento del programa de arranque de maquinaria	Superintendente de producción	Diariamente	Con la aplicación de dicho procedimiento se ahorra energía eléctrica	En las bitácoras de los jefes de línea	El jefe de línea deberá reportar al finalizar su turno al superintendente de producción los arranques de equipo que se hayan realizado con el horario en que se realizó
Darle seguimiento a la difusión del ahorro de energía eléctrica	MW	Mensual	Para mantener vigente y hacer un hábito en el personal el ahorro de energía eléctrica	en toda la planta	con la distribución de trípticos con temas sobre energía eléctrica
Buscar alternativas para el ahorro de energía eléctrica	Los integrantes del comité	Es un trabajo continuo	Diariamente se van generando nuevas ideas para el ahorro de energía eléctrica	En toda la planta	Estar siempre atentos a posibles mejoras para el ahorro y con lluvia de ideas en las reuniones del comité
Verificar el uso que se esté haciendo de la energía	Los integrantes del comité	Es un trabajo continuo	Para evitar desperdicios de energía	Los integrantes del comité, en su respectiva área	Con listas de verificación
Control y seguimiento a las propuestas de mejora para el ahorro de E.E.	El representante del área en donde se esté realizando la mejora	Es un trabajo continuo	Para tomar las medidas adecuadas si llegara a salirse fuera de lo establecido	En el área en que corresponda	Con listas de verificación y gráficas con los resultados

## **CAPÍTULO 5**

---

---

# **RESULTADOS PREVIOS**



El programa propuesto de ahorro de energía eléctrica consta de dos etapas: detección de áreas de oportunidad y sensibilización y debido a la limitante del tiempo se logro implementar la segunda etapa y que por lo tanto genero un resultado aceptable, que incluye temas de las pláticas mencionados en la sección 1 pero el contenido y la forma de expresar cada tema varía según el área con el que se está trabajando.

Se apoya en videos como medio audiovisual, donde se proyectaron temas sobre la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica; calentamiento global y sus consecuencias; y cortos videos motivacionales al inicio de las pláticas para hacer más amena la actividad.

Las pláticas permiten utilizar dinámicas para contar con mayor penetración en los temas. Es razonable mencionar que en ocasiones las personas su participación es menos directa, y otros su actuar es de manera animosa, concluyendo de que el grupo que menos participó fue la tripulación de logística debido a que estaban en su parte final del horario laboral, manifestando su indisponibilidad de participar fuera de horario.

Simultáneamente se realizó la difusión del programa a través de trípticos, que se dividió en dos áreas.

**Tríptico área administrativa.** Se refiere a la eficiente utilización de la energía eléctrica dentro de oficinas, como las luces, impresoras, faxes, etc.

**Tríptico área operativa.** Después de analizar la situación y conocer más el área de producción, se encuentra que, gran parte del desperdicio de energía eléctrica es ocasionado por los paros de línea, por lo tanto, se decide enfocar el tríptico a la importancia del mantenimiento preventivo.

Para finalizar, es importante mencionar que el tiempo que se estuvo en la empresa es relativamente poco si la finalidad es lograr un cambio en la actitud de las personas hacia el cuidado de la energía eléctrica, este proceso de

sensibilización es lento y se va reflejando de manera paulatina, por lo tanto, las 20 semanas que se estuvo trabajando con los empleado, no son suficientes, lo que justifica la formación de un comité.

## **CAPÍTULO 6**

---

---

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

Es de gran importancia el ahorro de energía en toda organización, ya que permite reducir los costos de operación y su impacto al entorno (con menores incidencias de contaminación ambiental). Al consumir menos energía se está permitiendo a las nuevas generaciones disponer de este recurso.

Con este tipo de programas se contribuye al desarrollo de una cultura de trabajo más enfocado al cuidado del entorno, lo que impacta más allá de las puertas de la empresa.

Con las mediciones de la corriente eléctrica en cada equipo se identificaron la intensidad de la corriente (determinada en amperes) superiores a lo especificado en los datos de placa, permitiendo detectar anomalías en los equipos.

Con el diagnóstico energético se identifican las áreas de mayor consumo de energía eléctrica para enfocarse en estas y realizar propuestas para el ahorro.

Con la detección de fugas y el cálculo de los costos, la alta dirección tiene evidencias para exigir a los operarios involucrados tomar medidas y corregir.

La implementación del programa de sensibilización permite a los trabajadores tener un mayor conocimiento de los conceptos básicos sobre la energía eléctrica y fomentar en ellos la colaboración para el cuidado de dicho recurso.

La realización de un comité de uso eficiente de energía, ayuda a continuar con el programa de ahorro de energía eléctrica, ellos serán los encargados de llevar el control y seguimiento a cualquier actividad encaminada al ahorro así como de realizar una retroalimentación con la finalidad de que corregir deficiencias y hacer las cosas mejor cada día.

## 6.2 Recomendaciones

El estudio de detección de fugas de aire se realizó solamente mediante la observación, por lo que se recomienda realizar un análisis más profundo con el equipo adecuado para la detección de fuga como equipos de ultrasonido o cámara infrarroja o algún otro dispositivo que se adecue mejor a las necesidades de la empresa y posibilidades económicas.

Si es detectada una fuga de aire comprimido, se debe actuar rápidamente para su reparación, porque el estudio realizado indica que una fuga es muy costosa para la empresa.

Es importante estar atentos al buen funcionamiento de los reguladores de presión y/o la colocación en donde se requiera, pues cumple la función de lograr que el equipo trabaje con la presión a la que fue diseñada.

Continuar con la difusión del proyecto de ahorro de energía eléctrica a través de trípticos, en donde se especifique los avances en cuanto ahorro de energía eléctrica.

En el área de liquidaciones, en un estante se encuentran colocados 85 cargadores de handheld (aparato para levantar pedidos) que están conectados a la toma de corriente las 24 horas del día, cuando solamente debe estar cargando 12 horas, de 7:00 pm a 7:00 am, horario en que los vendedores regresan y cargan los handheld. Se recomienda que en esas 12 horas se desconecten. En realidad el ahorro de energía eléctrica es mínimo, pero hay que recordar que otro de los objetivos que se persigue es cuidar al medio ambiente, además que alarga la vida útil del producto.

Analizar la posibilidad de utilizar lámparas de led ya con ellas es posible ahorrar hasta un 80% de energía eléctrica.

Utilizar sensores de presencia para encendido y apagado de luminaria, de acuerdo a la observación directa se detectó que en las áreas como compresor de

alta presión, compresor de baja presión, caldera y compresores de amoniaco, generalmente no hay personal, porque el encargado de dicha área solamente ingresa en ella para supervisar que funcionen correctamente los equipos llevándole un tiempo de 10 a 15 minutos.

## REFERENCIA BIBLIÓGRAFICA

### Bibliografía

Esquerra pizá, Pere. *Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía, serie productiva*. Barcelona (España): MARCOMB, 1988.

Soto Cruz, Juan José. *Fundamentos sobre ahorro de energía*. Yucatán (México): Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 1996.

González Velasco, Jaime. *Energías renovables*. Barcelona: Reverté, 2009.

Dawes, Chester L. *Electricidad industrial I. España*: Reverté, 1981.

Arcos Salazar, I. Alberto. *Proyecto de Ahorro de Energía: Caso Universidad Nacional del Altiplano*.2004

Sarabia, B. *El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes*. et al. Los contenidos en la reforma. Buenos Aires: Santillana.1992.

Fernández Collado, Carlos. *La comunicación humana ciencia social*. México: Editorial mcGrawHill.1995

Filley, Alan C. *Solución de conflictos interpersonales*. México: Trillas.1989

Stanley, Wolf. *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. España Editorial Prentice Hall. 1992.

### Páginas web

- <http://app.cfe.gob.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/Tarifas.asp?Tarifa=HM&Anio=2010&mes=1>

# **ANEXOS**

---

---

**ANEXO 1. Encuesta de diagnostico sobre ahorro de energía eléctrica**

**ANEXO 2. Historieta para el ahorro de energía eléctrica**

**ANEXO 3. Tríptico de ahorro de energía eléctrica para oficinas**

**ANEXO 4. Trípticos de ahorro de energía eléctrica para operativos**

**ANEXO 5. Datos de placa de algunos equipos**



## ANEXO 1.ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO SOBRE ENERGÍA ELÉCTRICA

ESTE INSTRUMENTO ESTA DISEÑADO PARA EVALUAR LA ACTITUD HACIA DISTINTOS TEMAS RELACIONADOS CON LA ENERGIA ELÉCTRICA. COMPLETAR ESTE INSTRUMENTO ES IMPORTANTE Y, EN NINGUN SENTIDO, DEBE PREOCUPARSE, DADO QUE NO HAY RESPUESTAS "CORRECTAS" O "ERRONEAS", SON SENTIMIENTOS U OPINIONES HACIA ESTOS TEMAS LO QUE SE SOLICITA AQUÍ.

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_ PUESTOS \_\_\_\_\_

### Sección 1

Debe responder anotando en el paréntesis después de cada afirmación alguna de las siguientes letras (A, B, C, D). Lea cada afirmación y decida si:

A) Está completamente de acuerdo. B) Algo de acuerdo.  
C) Es neutral. D) Algo en desacuerdo. E) Completamente en desacuerdo.

1. El ciudadano promedio no tiene influencia alguna en lo que el gobierno hace con respecto a los problemas energéticos. -----( )
2. No quiero escuchar nada más acerca de los problemas energéticos a los que se enfrenta nuestra nación. -----( )
3. Nosotros no tenemos la crisis energética que algunos declaran--( )
4. Temas como conocimiento sobre la energía, problemas y futuro de la energía, etc. deberían ser una parte importante de las clases en todas las escuelas. -----( )
5. Podemos usar todo el gas natural, petróleo y nafta que nosotros necesitemos, porque las futuras generaciones tendrán nuevas formas de energía. -----( )
6. Estoy cansado de todo lo que se dice sobre el cuidado de la energía. - -----( )
7. Me da una satisfacción personal practicar el cuidado de la energía. ---- -----( )
8. Debo estimular en otros el uso de mis métodos de cuidar la energía. -- -----( )

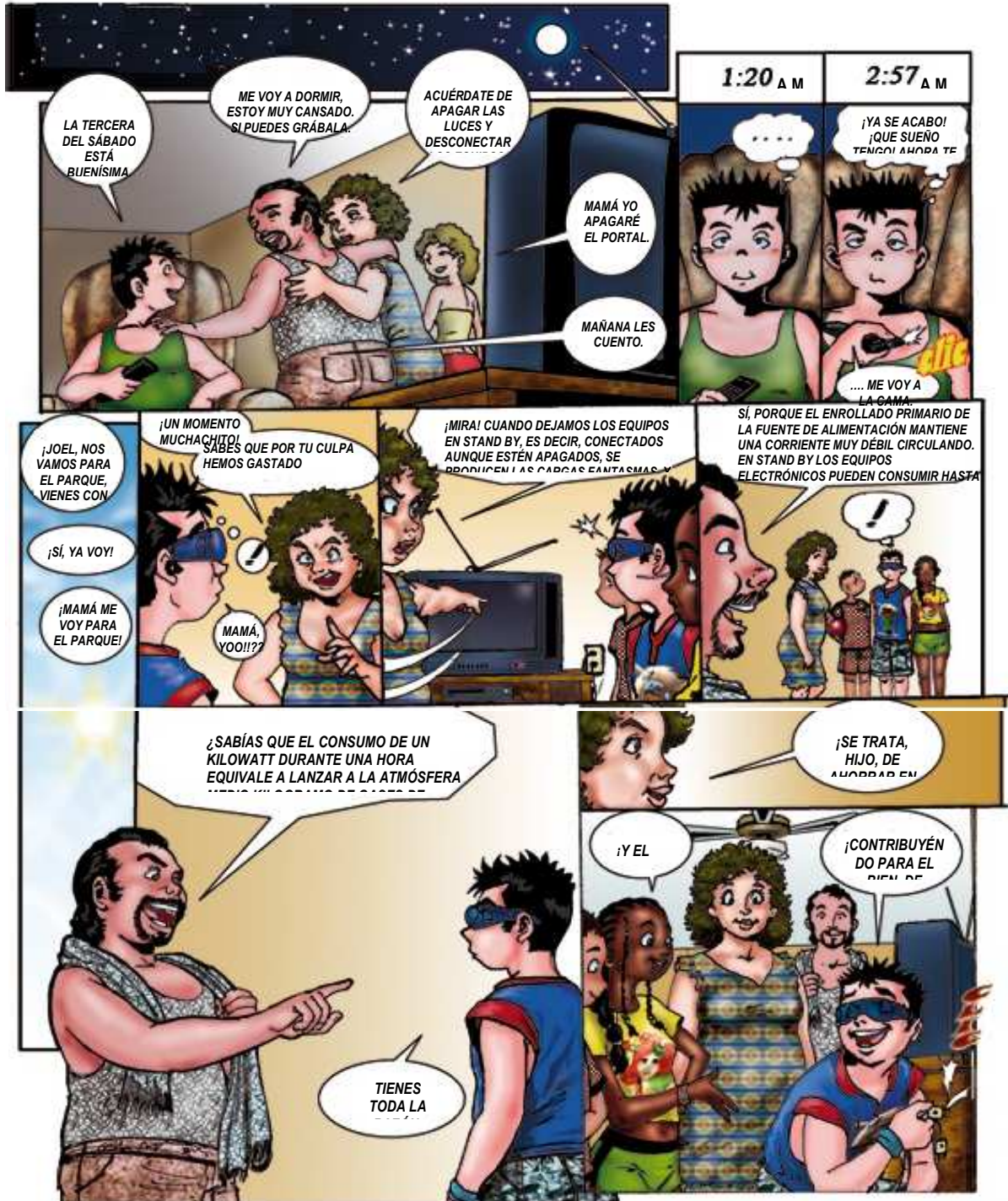
9. Disfruto discutiendo los problemas del cuidado de la energía con mis amigos. -----( )

### Sección 2

Seleccione la respuesta que considere adecuada.

1. ¿ha modificado sus hábitos de consumo de energía eléctrica como resultado de la actual situación económica?  
a) Si b) No
2. A consecuencia de la actual situación económica y con el propósito de ahorrar el consumo de energía, ¿Ha emprendido alguna de las siguientes actividades? (puede seleccionar más de una).  
a) Uso más racional b) Uso de focos ahorradores  
c) Apaga los focos cuando no los usa  
d) Desconecta aparatos que no usa
3. ¿sabe que algunos aparatos eléctricos o electrónicos consumen energía eléctrica al estar conectados sin ser usados?  
a) Si b) No
4. ¿sabe identificar si los aparatos eléctricos o electrónicos cuentan con el sistema Stand by o en espera?  
A) Si b) No c) No sabe que es Stand by o en espera
5. ¿Por qué cree que sea necesario ahorrar energía?  
a) Es una forma de ahorrar dinero  
b) Para que otras personas puedan acceder a ella  
c) Toda fuente de energía tiene impacto ambiental  
d) Es una fuente de energía no renovable.

## ANEXO 2. HISTORIETA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



## ANEXO 3. TRIPTICO DE AHORRO DE ENERGÍA PARA OFICINAS

**¿TE IMAGINAS UN DÍA SIN LA ELÉCTRICIDAD?**

Pensemos en un día en la vida de una persona que vive en la ciudad acostumbrada a vivir dependiendo de la energía eléctrica.

**6:00 am**  
Adriana debió levantarse a las 5:00 am para arreglarse y hacer un recorrido de 40 minutos a su trabajo. Al levantarse y ver que ya es tarde de inmediato se da cuenta que no hoy energía eléctrica, el radio reloj sin energía no funcionó, al levantarse a oscuras se ha golpeado el pie contra una silla, con trabajo encontró la llave de la regadera y sale con ropa arrugada.

**6:50 am.**  
Rápidamente sale de su hogar solo para encontrarse que el tráfico está desquiciado porque los semáforos no funcionan, luego de algunos gritos y golpes entre unos sujetos que chocaron apenas pudo salir de la colonia.

**8:10 am**  
En la oficina nada funciona, no pudo mandar los fax, y los e-mail urgentes no llegaron.

**7:00 pm**  
La llegada a casa también tiene sus inconvenientes, buscar las velas, cocinar, divagar sobre el programa que siempre ve y presuponer su posible final.

**NO DESPERDICIENOS LA ELECTRICIDAD PORQUE TODOS LA NECESITAMOS**

**TODOS NOSOTROS PODEMOS CONTRIBUIR A GASTAR MENOS ENERGÍA Y POR LO TANTO EMITIR MENOS CO2 A LA ATMÓSFERA, A CALENTAR MENOS EL PLANETA Y LUCHAR CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO.**

**Sartorini**  
CUIDA DE TI

**AHORRAR ENERGÍA**

**ES RESPONSABILIDAD DE TOD@S!!**

▶ **USA DE MANERA EFICIENTE LA ENERGÍA Y SALDRÁS GANANDO!!**

**RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

▶ **RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

✦ **Regula adecuadamente la temperatura de los equipos de climatización.** En una temperatura de 24°C en verano y de 20 °C en invierno resulta suficiente. Poner el termostato un grado por debajo supone incrementar el consumo entre 8-10%

✦ **Apaga las luces y aire acondicionado cuando no se este utilizando.** Es importante recordar a los servicios de limpieza o a los últimos compañeros en abandonar la oficina, que no olviden apagar las luces al marcharse.

✦ Cuando hagas paradas cortas, de unos 10 minutos, apaga la pantalla del monitor, ya que es la parte de la computadora que más energía consume (entre el 70-80%). Para paradas de más de una hora apaga por completo la computadora.

✦ Ajustando el brillo de la pantalla de la computadora a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía.

✦ El único salvapantallas que ahorra energía es el negro (los que usan fotografías son muy brillantes y consumen más). Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.

✦ Elige imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).

✦ **Saca el máximo partido a la luz natural en el puesto de trabajo.**

✦ **Asegúrate de que tanto las puertas como las ventanas estén cerradas mientras funcionan los equipos de climatización.**

**TRABAJANDO EN EQUIPO, PODEMOS HACERLO!!**



# ANEXO 4. TRIPTICO DE AHORRO DE ENERGÍA PARA OPERATIVOS

**OTRAS RECOMENDACIONES**

- ◆ Apagar la luz eléctrica cuando ésta no sea requerida.
- ◆ Apagar las computadoras, sumadoras, cafeteras, sacapuntas eléctricos, televisores, etc cuando no se estén empleando.
- ◆ Desenchufar los cargadores de baterías cuando no sean utilizados. Por ejemplo: los de los teléfonos celulares.
- ◆ Abrir las persianas y cortinas durante el día para permitir la entrada de la luz natural, y mantener limpias las ventanas.
- ◆ Pintar las paredes de colores claros, ya que reflejan la luz.
- ◆ Al salir de oficinas, sanitarios, etc. apagar la luz.
- ◆ Cierra puertas y ventanas mientras funcionan los equipos de climatización.





**RECUERDA QUE AHORRAR ENERGÍA ELÉCTRICA NO SIGNIFICA VIVIR EN LA OSCURIDAD, SINO MODERAR SU CONSUMO. . .**



CUIDA EL PLANETA

EL CONSUMO EXCESIVO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CONTAMINA AL MEDIO AMBIENTE.

TODOS NOSOTROS PODEMOS CONTRIBUIR A GASTAR MENOS ENERGÍA Y POR LO TANTO EMITIR MENOS CO<sub>2</sub> A LA ATMÓSFERA, A CALENTAR MENOS EL PLANETA Y LUCHAR CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO.

AHORRAR ENERGÍA



ES RESPONSABILIDAD DE TOD@S!!

▶ USA DE MANERA EFICIENTE LA ENERGÍA Y SALDRÁS GANANDO!!

RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA


▶ RECOMENDACIONES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

◆ **HORAS PUNTA.** Es el horario en que existe mayor demanda de energía eléctrica.

Lunes a Viernes		
Verano	19:00	22:00
Invierno	18:00	22:00

La tarifa en éste horario es hasta 3 veces más que en horario base para que los usuarios tiendan a moderar su consumo.


Es por esto que es importante ahorrar energía eléctrica especialmente en este horario.



◆ **DETECTAR Y REPARAR FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO EN LOS EQUIPOS.**

Se necesitan aproximadamente 8 caballos de potencia eléctrica para obtener un caballo de potencia en el aire comprimido.

ES POR ESO QUE NO DEBEMOS DESPERDICARLO.




◆ **EVITAR PAROS EN LA LÍNEA.** Cada vez que ocurre un paro se desperdicia energía puesto que en el arranque los equipos consumen mayor energía eléctrica, además que otros equipos no se apagan y están consumiendo energía eléctrica sin ser productivos.

PERO... ¿CÓMO EVITAR LOS PAROS?

1. estar atento a todos los **FENÓMENOS ANORMALES** que se presentan. imagina:

SI EN TU CASA...

detectas una grieta ... detectas algo que se está quemando... ¿lo ignoras? 

Lo mismo sucede con los equipos de la planta, NO debes ignorar alguna situación anormal ya que más del 90% de las fallas en las maquinas "avisan" antes de suceder a través del sobrecalentamiento, vibración excesiva, tornillería floja etc. Al atender a tiempo este aviso, logras que el equipo sea más productivo y se aprovecha mejor la energía eléctrica. Para esto es necesario que utilices tus 5 sentidos.

**VISIÓN CRÍTICA**  
 OBSERVAR GRIETAS, SUJECIÓN, CABLES PELADOS, FUGAS, DERRAMES, DESASTES, ETC.

**OLFATO**  
 DESARROLLAR SENSIBILIDAD PARA DETECTAR OLORES, POR EJEMPLO FUGAS DE AMONÍACO Y GAS.

**OIR**  
 INSTALAR UN DIVISOR, ANORMALER POR EJEMPLO: FUGAS DE AIRE, RECHINIDOS, GOLPETEOS, ETC.

**TACTO**  
 DIAGNOSTICAR: SOBRECALENTAMIENTO Y VIBRACION EXCESIVA.

**GUSTO / HABLAR**  
 COMUNICACIÓN, VERBALIZAR LO QUE ES DETECTADO.


Todo esto es parte del mantenimiento preventivo.

2. **MANTEN LIMPIA TU ÁREA DE TRABAJO.** Libre de suciedad y de piezas que no van en esa área.

◆ Limpieza es **INSPECCIÓN**


◆ La limpieza profunda ayuda a identificar anomalías.

◆ Limpiar **NO ES** soplar con aire todo el polvo y la suciedad (en dirección del vecino!)



3. Realizar correcta y puntualmente las órdenes de mantenimiento preventivo que cada semana te son asignadas y elabora órdenes de reparación en caso de detectar alguna anomalía.

CUIDEMOS NUESTRAS MAQUINAS!!



RECUERDA!!  
Los equipos trabajan, como tu quieras que trabajen



## ANEXO 5. DATOS DE PLACA DE ALGUNOS EQUIPOS

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE PROCESO (PTAP)						
MOTOR	AMPERAJE	VOLTAJE	kW	HZ	HP	RPM
bomba 1 (para filtros de arena)	26-23/11.5	208-230/460	7.46	60	10	
bomba 2 (auxiliar para filtros de arena)	26-23/11.5	208-230/460	7.46	60	10	
bomba 3 (para dealcalizadores)	19.5-18/9	208-230/460	5.595	60	7.5	
bomba 4 (auxiliar para dealcalizadores)	19.5-18/9	208-230/460	5.595	60	7.5	
bomba 5 (para suavizadores)	23/11.5	230/460	7.46	60	10	
bomba 6 (auxiliar para suavizadores)	26-23/11.5	208-230/460	7.46	60	10	
bomba 7 (para purificadores)	40-36/18	280-230/460	11.19	60	15	
bomba 8 (auxiliar para purificadores)	40-36/18	280-230/460	11.19	60	15	
bomba 9 (para sala de jarabes)	13.5-12.5/6.2	208-230/460	3.73	60	5	
bomba 10 (auxiliar para sala de jarabes)	13.5-12.5/6.2	208-230/460	3.73	60	5	
motor salida de agua filtrada	40-36/18	280-230/460	11.19	60	15	

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)						
MOTOR	AMPERAJE	VOLTAJE	kW	HZ	HP	RPM
bomba de cavidad progresiva	4.84/2.42	230/460	1.1	60	1.5	1660
reductor de bomba de cavidad progresiva	9-5.2/5.1	230-400/460	2.2/2.5	50/60		1400/1710

EQUIPOS AUXILIARES						
MOTOR	AMPERAJE	VOLTAJE	kW	HZ	HP	RPM
bomba de enfriamiento compresor amoniaco	5.6-5.2/2.6	280-230/460				
bomba de condensador	16.4-14.6/7.30	280-230/460				
compresor de amoniaco 1	191/382	440/220				

SALA DE JARABES						
MOTOR	AMPERAJE	VOLTAJE	kW	HZ	HP	RPM
motor de tanque 1	4.7/9.4	440/220		60	3	1730
motor de tanque 2	2.14/2.14	440/480	0.86	60		1695
motor de tanque 3	14.5-13.5/6.7	208-230/460	3.73	60	5	
motor de tanque 8	5.7/2.85	220/440				1821
motor de tanque 9	14.5-13.5/6.7	208-230/460	3.73	60	5	
motor de tanque 10	28-27/13.5	208-230/460		60	10	1770
motor bomba de fructosa	28.9-27.2/13.6	208-230/460		60	10	1755
motor de achique	3.21-2.9/1.45	208-230/460		60	1	
motor vaciado de azúcar	142/71	230/460			60	1775
motor rompeterrones	6.15-5.8/2.9	208-230/460	1.492		2	1740
filtro toffola	18/10.4	480/830	9	60		1730