



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA EN ACTIVIDADES PESQUERAS**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIOQUÍMICO EN  
ACTIVIDADES PESQUERAS**

**Tema:**

**OPTIMIZACIÓN EN EL SISTEMA OPERATIVO DE  
ESTERILIZACIÓN DE LATAS DE ATÚN MEDIANTE LA  
RECUPERACIÓN DE VAPOR Y CONDENSACIÓN EN LOS  
AUTOCLAVES**

**AUTOR:**

**DE LA CRUZ CEDEÑO LUIS MIGUEL**

**TUTOR: Blgo. Jaime Sánchez M.A.**

**Manta, Septiembre 2014**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Yo De la Cruz Cedeño Luis Miguel, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Facultad de “Ciencias del Mar” de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual y su Reglamento.

---

**DE LA CRUZ CEDEÑO LUIS MIGUEL**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**Blgo. Jaime Sánchez M.A.** certifica haber tutelado la tesis “OPTIMIZACIÓN EN EL SISTEMA OPERATIVO DE ESTERILIZACIÓN DE LATAS DE ATÚN MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE VAPOR Y CONDENSACIÓN EN LOS AUTOCLAVES”, que ha sido desarrollada por De la Cruz Cedeño Luis Miguel, previo a la obtención del título de BIOQUIMICO EN ACTIVIDADES PESQUERAS, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

---

**BLGO. JAIME SÁNCHEZ MG. A.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis de “OPTIMIZACIÓN EN EL SISTEMA OPERATIVO DE ESTERILIZACIÓN DE LATAS DE ATÚN MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DE VAPOR Y CONDENSACIÓN EN LOS AUTOCLAVES”, que ha sido desarrollada por De la Cruz Cedeño Luis Miguel, previo a la obtención del título de Bioquímico en Actividades Pesquera, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. U.L.E.A.M

---

**Dr. Luis Muñiz Vidarte**

**Decano**

---

**Blgo. Jaime Sánchez Mg. A.**

**Director de Tesis**

---

**Ing. Edmundo Matute Zeas**

---

**Ing. María Dolores Santana**

---

**Dra. Yester López Zambrano**

## ***AGRADECIMIENTO***

Al culminar un trabajo tan arduo es inevitable extender mi más sincero agradecimiento a mis profesores que han compartido conmigo a lo largo de este tiempo sus conocimientos, a compañeros y amigos a quienes se ha tenido el gusto de conocer, y a la facultad Ciencias del Mar, una institución que nos recibió con las puertas abiertas y del cual me llevo los más gratos recuerdos.

## ***DEDICATORIA***

A mis padres, por darme la vida y que han sido el mayor apoyo en mi vida, quienes con su amor y confianza me han dado la fortaleza necesaria para salir adelante, y a todos mis amigos que con el pasar del tiempo coseche con los cuales pasamos gratos momentos.



AUTOCLAVES.....	24
2.7.1 TUBERIAS.....	24
2.7.1.1 TUBERIAS PARA VAPOR.....	25
2.7.1.2 TUBERIAS PARA AGUA.....	25
2.7.1.3 TUBERIAS PARA AIRE.....	25
2.7.2 VÁLVULAS.....	26
2.7.2.1 VÁLVULAS REGULADORAS DE VAPOR “PROPORCIONALES”.....	27
2.7.2.2 VÁLVULAS DE COMPUERTAS.....	27
2.7.2.3 VÁLVULAS DE GLOBO.....	28
2.7.3 TERMÓMETROS.....	28
2.7.3.1 TERMÓMETROS DE MERCURIO.....	29
2.7.4 MANÓMETROS DE PRESIÓN.....	30
2.7.5 FILTROS REGULADORES DE AIRE.....	30
2.7.6 TERMOREGISTRADORES.....	30
2.7.7 VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK).....	31
2.7.8 BOMBAS PARA AGUA.....	32
2.8. GENERADORES DE VAPOR EN CALDERAS.....	32
2.8.1. CALDERA.....	32
2.8.2. GENERACIÓN DE VAPOR.....	33
2.8.3. PRESIÓN Y TEMPERATURA NORMAL DE TRABAJO O NOMINAL.....	33
2.8.4. PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO.....	34
2.8.5. TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABAJO.....	34
2.8.6. PRESIÓN DE SELLADO O DE TIMBRE.....	34
2.8.7. PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO.....	34
2.8.8. PRODUCCIÓN MÁXIMA CONTINUA.....	35
2.8.9. PRODUCCIÓN DE VAPOR MÁXIMA INSTANTÁNEO.....	35
2.8.10 PRODUCCIÓN DE VAPOR MÍNIMA.....	35
2.8.11. CARGA TÉRMICA O LIBERACIÓN DE CALOR POR VOLUMEN DEL HOGAR.....	35
2.8.12. CALOR LIBERADO EN EL HOGAR POR M <sup>2</sup> DE SUPERFICIE.....	36
2.8.13. ABSORCIÓN MÁXIMA DE CALOR EN CUALQUIER PUNTO DEL HOGAR.....	36
2.9. SELLADOS Y ENVASE METÁLICO.....	36
2.9.1. TIPOS DE ENVASES METÁLICOS.....	38
2.9.2. ENVASES DE TRES PIEZAS.....	39
2.9.3. ENVASE DE DOS PIEZAS.....	39
2.9.4. CIERRE DE LOS ENVASES METÁLICOS.....	41
2.9.5. TAPAS DE FÁCIL APERTURA.....	41
2.10. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (APPCC O HACCP).....	42
2.11. TAMAÑO Y CAPACIDAD DE LA PLANTA.....	44
<b>3 DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>47</b>
3.1. UBICACIÓN.....	47
3.2. VARIABLE EN ESTUDIO.....	47
3.2.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	47
3.2.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	47
3.3. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	47
3.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO.....	49
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
4.1 OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS AUTOCLAVES DE MARBELIZE S.A.....	51
4.2.DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS EN EL PROCESO DE ENFRIAMIENTO.....	52
4.3. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS EN EL PROCESO MEJORADO.....	53
4.4. RESULTADOS DE COMPARACIÓN DE CANTIDAD DE RECUPERADO.....	55
4.5. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN ÁREA DE CALDERO.....	57



4.5.1 TEMPERATURA QUE ENTRA EL AGUA A LOS CALDEROS (RETORNO).....	57
4.5.2. TEMPERATURA EN AREA DE AUTOCLAVES.....	57
4.6 COSTO DE EQUIPO.....	58
4.7. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO.....	59
<b>5. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
5.1. CONCLUSION.....	60
5.2. RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62
ANEXOS	

## **RESUMEN**

Mediante el presente estudio de optimización que se detalla a continuación, se analizó la posibilidad de implementar un sistema de recuperación y condensación del vapor generado diariamente en la empresa Marbelize S.A. Mediante esta investigación se realizó un análisis de la transformación del vapor y reutilizar el líquido y condensado y reducir egresos para la compañía, por lo cual se propuso corregir la pérdida de vapor y evitar pérdidas y generar aprovechamiento del tiempo en el área del caldero, lo cual generaríamos un aprovechamiento del tiempo de trabajo, con un ambiente de trabajo agradable y con la mano de obra satisfecha para el diario labor de trabajo.

## SUMMARY

By this optimization study which is detailed below, the possibility of implementing a system recovery and condensation of steam generated daily in the company analyzed Marbelize SA Through this research an analysis of the transformation of vapor was carried out and reuse the liquid and condensate and reduce expenses for the company, by which it was proposed to correct the loss of steam and avoid losses and generate use of time in the area of the boiler, which which would generate an exploitation of the working time with a pleasant work environment and satisfied with the hand for everyday work work work

## INTRODUCCIÓN

Marbelize S.A es una empresa empacadora la cual se encuentra ubicada en el cantón Jaramijó entre el km 5½ vía Manta – Rocafuerte, la empresa cuenta con 11 autoclaves, de las cuales nueve son a cascadas y dos a vapor; estas tienen funcionando 10 años en su totalidad las cuales se usan para realizar el proceso de esterilización de conservas de atún en un producto final, el cual va a ser llevado hacia el mercado nacional y extranjero, a través del tiempo las autoclaves se han ido deteriorando en el sentido de que hay fuga de vapor produciendo daños estructurales, impacto ambiental y el aumento de temperatura que genera un ambiente inapropiado para el personal que se encuentra laborando cerca de dichas maquinarias.

Con esta investigación se pretende recuperar la perdida de vapor para darle un uso apropiado con el condensador que se reutiliza en el área de caldero transformando el estado gaseoso (vapor) en sustancia líquidos (agua) y así ayudaríamos a corregir el medio ambiente y reduciríamos costo por los daños estructurales y por la recuperación de agua.

# **1 ANTECEDENTES**

## **1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Se justifica este trabajo en base a la implementación de un sistema de recuperación y condensación de vapor, para disminuir gastos por medio de un retorno al área de caldero.

Conociendo el problema que se vive día a día es por lo que se desea corregir la pérdida del vapor y así evitar pérdida y aprovechar el tiempo en área de caldero, con esto se hace el tiempo eficiente, con mano de obra satisfecha y con mejor rendimiento y calidad para la labor diaria de trabajo.

El propósito es implementar el sistema de retorno para que de esta forma no haya pérdida de condensación.

De esta forma se está ayudando a la empresa a tener menos gastos económicos empresariales.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el sistema de esterilización de latas de atún mediante la recuperación de vapor y condensación en el área de autoclaves.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Crear un sistema condensado de recuperación de vapor, a través de un enfriamiento forzado en el proceso de esterilización para recuperar agua.
- Conducir el vapor saturado por tuberías para transformarla en estado líquido.
- Hacer análisis de transformación del vapor una vez hecha la condensación.
- Utilizar el líquido condensado en los calderos, para reducir costo en la generación del vapor.

## **1.3. HIPÓTESIS**

Con la implementación de la optimización en el área de autoclaves y la condensación del vapor reducirá el costo de generación del mismo en los calderos?

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. VAPOR SATURADO

El vapor saturado, es el vapor que se desprende cuando el líquido hierve. Se obtiene en calderas de vapor.

El vapor saturado se utiliza en multitud de procesos industriales difícil de señalar de un vistazo, pues interviene en procesos físicos, químicos, entre otros.

También es el método más efectivo y de menor costo para esterilizar la mayoría de los objetos de uso hospitalario, mediante autoclaves. Se utiliza el vapor saturado a presión atmosférica en la hidrodestilación, que son procesos donde por ejemplo se obtiene el aceite esencial de una planta aromática. En labores de limpieza con vapor, en la pasteurización de alimentos y bebidas. En sistemas de calefacción central urbana (district heating).

El “vapor sobrecalentado” es vapor de agua a una temperatura mayor que la del punto de ebullición. Parte del vapor saturado se somete a un recalentamiento con el que alcanza mayor temperatura. También se obtiene en las calderas de vapor pero que tienen secciones de recalentamiento para el vapor haciendo pasar el vapor que se obtiene en la ebullición por tubos expuestos a los gases calientes del proceso de combustión.

Se utiliza para mover maquinas (de pistones y tuberías). Aunque también se ha usado el vapor saturado, el sobrecalentado tiene ventaja. Así que se usa en locomotoras de vapor (con muy pequeño grado de recalentamiento), accionamiento de barcos, generación eléctrica en centrales termoeléctricas tanto convencionales como nucleares, centrales geotérmicas, en las centrales llamadas ciclos combinados.

También se utiliza en variados procesos industriales como por ejemplo: el secado de la madera, destilación, entre otros. ([www.catelectricpowerinfo.com](http://www.catelectricpowerinfo.com))

## **2.2. LA ESTERILIZACIÓN**

La esterilización mediante Autoclaves con vapor saturado es el método universal más utilizado para la esterilización de productos, aplicable a todos aquellos artículos que pueden soportar el calor y la humedad. Esta excelente herramienta de esterilización tiene gran aceptación, que va desde hospitales de alta demanda, grandes laboratorios y en la industria alimentaria, siendo hoy un estándar de desempeño que muchas que intentan igualar. Para el presente informe se ha realizado un pequeño estudio de las autoclaves para la esterilización de procesos en la industria alimentaria, con lo cual el estudio del control de la autoclave se base en el control del flujo de vapor y temperatura dentro de las autoclaves esto permitirá una mayor eficiencia en el proceso de eliminación de bacterias.

Las tendencias actuales favorecen, por motivos de nutrición y salud, el consumo de alimentos frescos y orgánicos; las obstantes, las verduras frescas no son más nutritivas que las enlatadas. Un estudio elaborado por el departamento de Ciencias Alimentarias y Nutrición humana de la Universidad de Illinois ha demostrado que las frutas y verduras enlatadas contienen la misma cantidad de fibra y vitamina que los mismos alimentos frescos y, en algunos casos, incluso más.

Los alimentos frescos empiezan a perder sus vitaminas en cuanto son recolectados y, a menudo, pueden pasar hasta dos semanas almacenadas o en tránsito antes de llegar al mercado. Alagunas frutas y verduras se recolectan antes incluso de que hayan madurado y requieren ese lapso de tiempo para estar listas para su consumo. Frente a esto, los alimentos destinados a las conservas se recolectan en su punto idóneo de maduración y se procesan en el lapso de unas pocas horas (en algunas cosas, incluso en menos de dos horas), de modo que conservan más vitaminas que los frescos.  
([http://www.seccionsalud.com/articulos/autoclaves\\_vapor/definicion.php](http://www.seccionsalud.com/articulos/autoclaves_vapor/definicion.php))

### **2.2.1 VALOR NUTRITIVO ADICIONAL**



Durante muchos años, el valor nutritivo de los alimentos enlatados se ha infravalorado. De hecho, hoy en día el consumidor medio sigue creyendo que los nutrientes esenciales de los alimentos se pierden en el proceso de enlatado. En realidad, las conservas contienen unos elevados valores nutritivos. De hecho, en el proceso de enlatado se “capturan y encierran” muchos nutrientes que de otra manera se perderían.

Los alimentos destinados a la fabricación de conservas en lata son sometidas a un estricto control de calidad para mantener su frescura. De hecho, este control es más riguroso que en la mayoría de los alimentos “frescos”, que se almacenan y distribuyen mediante varios canales. El lapso de tiempo que transcurre entre la recolección, el transporte y el procesamiento de los alimentos enlatados es muy corto y, gracias a ello, contienen un alto valor nutritivo. (<http://www.conservasenlata.com>)

### **2.2.2 VITAMINAS EN ABUNDANCIA**

Las proteínas y los tejidos se mantienen intactos en los alimentos en lata; las vitaminas, que suelen ser sensibles al calor, la luz y la oxidación, están protegidas. Así pues, el contenido vitamínico de las verduras enlatadas es mayor que el de una verdura fresca que se haya cocido demasiado o que haya permanecido varios días en el frigorífico. Está sobradamente probado que en tan solo 24 horas de almacenamiento los espárragos pueden perder hasta el 40% de su contenido de vitamina C, las espinacas un 30% y las judías verdes un 20%

Diversos estudios llevados a cabo en la Universidad Cornell de Ítaca (New York) han demostrado que, mediante la cocción breve y a altas temperaturas que se aplica actualmente en los procesos de producción de los alimentos enlatados, el valor nutritivo de ciertos alimentos aumenta. En el caso de los tomates y las mazorcas de maíz, se liberan licopenos a alta temperatura durante el proceso.

La pérdida de vitamina C en el proceso de enlatado es considerablemente inferior a la que se produce mediante una cocción casera. Además, un estudio independiente realizado por la Facultad de Ecotrofología de Mochengladbach (Alemania) ha demostrado que las vitaminas A, B y E, incluido el ácido fólico, así como los carbohidratos, proteínas y ácidos grasos, se conservan en los alimentos en lata.

Así mismo, un informe realizado por la TNO en 2005 confirmó que el contenido de carotenos (esencial para garantizar un crecimiento normal y el desarrollo de las funciones del sistema inmunológico y la visión) de las zanahorias en latas de acero es mucho mayor que en las zanahorias frescas (una relación de 12 frente a 7.8). (<http://www.conservasenlata.com>)

### **2.2.3. SIN NECESIDAD DE ADITIVOS NI CONSERVANTES**

Contrariamente a la creencia extendida entre los consumidores, las frutas y verduras enlatadas se conservan mediante esterilización controlada por calor, es decir, no se utilizan conservantes químicos ni se necesitan aditivos.

El enlatado es una de las mejores formas estudiadas para conservar los alimentos. El proceso de esterilización tiene lugar dentro de la lata mientras el alimento se cuece uniformemente.

En los envases de acero el calor se transfiere a los alimentos con mayor rapidez y, además, el calor penetra hasta el centro del producto. Las conservas en lata son alimentos más seguros, ya que las condiciones de producción están diseñadas para preservar la seguridad microbiológica, así como las propiedades nutritivas y sensoriales de los productos.

### **2.2.4. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN**

Los envases alimentarios de acero constituyen una solución de envasado de alto rendimiento que lleva presente en el mercado más de 200 años. Hoy en día, más

que nunca, el envasado en lata es sinónimo de fiabilidad y no sólo en la mente de los consumidores, sino también de los propietarios de marcas.

### **2.2.5. ENLATADO: LA MAYOR GARANTÍA CONTRA LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA DE LOS ALIMENTOS**

El uso de la esterilización por calor y el estricto cumplimiento de las exigencias de sanidad permiten afirmar que el enlatado es una de las formas más seguras de procesamiento alimentario.

La simplicidad de proceso de enlatado la rigurosidad de la esterilización térmica minimiza el riesgo de que se produzcan problemas por un procesamiento inadecuado. Además, el sector de enlatado fue uno de los primeros en adoptar los principios del sistema de seguridad alimentaria HACCP (análisis de riesgo y control de puntos críticos)

Casi todos los tipos de alimentos han protagonizado casos de intoxicación alimentaria por *Bacillus cereus*, una bacteria que forma esporas. La mayoría de los brotes surgidos han estado vinculados al consumo de alimentos sometidos a tratamientos térmicos y los fallos en la refrigeración han sido la causa más manejada. Así pues, no es de extrañar que la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria haya determinado que el enlatado es el mejor medio para luchar contra algunos tipos de bacterias de los alimentos. Los tratamientos térmicos usados en el enlatado de alimentos con bajo contenido de ácidos son los únicos que garantizan la total destrucción del *Bacillus cereus*. ([http://www.revistaalimentaria.es/portadas\\_alimentaria/PDF21.pdf](http://www.revistaalimentaria.es/portadas_alimentaria/PDF21.pdf))

### **2.2.6. LOS CONSUMIDORES DEMANDAN ENVASES DE ACERO INVIOLABLES**

La demanda de envases inviolables está creciendo antes las preocupaciones y temores relacionados con la seguridad alimentaria. En este contexto de demanda de envases seguros que sean claramente inviolables, los de acero constituyen,

gracias a su rigidez, una buena solución para proteger los alimentos. Los envases de acero, tranquilizan al consumidor, ya que es prácticamente imposible alterados sin dejar huella.

Los envases de acero no tienen rival cuando se trata de proteger el contenido. Además, sus parámetros de resistencia (aplastamiento, perforación y abolladuras) son bastantes superiores al resto de las soluciones de envasado.

### **2.2.7. PROPIEDADES DE PROTECCIÓN**

Las latas de acero ofrecen una protección total contra la penetración de oxígeno, así como contra la luz la humedad y, gracias a ello, presentan la vida útil de almacenamiento más extensa de todas las soluciones de envasado: 3 años, mientras que en las otras soluciones oscila entre 4 meses y 2 años.

Los envases de acero son los únicos contenedores totalmente opacos y estancos al oxígeno, de modo que ofrecen una protección excelente contra la luz, los rayos al oxígeno, de modo que ofrecen una protección excelente contra la luz, los rayos ultravioleta, el oxígeno y la humedad para una gran variedad de productos. Al utilizarlos para envasar productos sensibles, como los alimentos, hay que tener en cuenta que el acero es además higiénico, no tóxico y que conserva el sabor del producto. (<http://www.conservasenlata.com>)

### **2.2.8. ENVASES DE ACERO: MÁXIMA FIABILIDAD**

La preferencia de las firmas por los envases de acero se fundamenta en dos hechos: por un lado, son los más fiables del mercado (un fallo en el dispositivo de cierre por cada millón de latas): por otro, presentan una excelente velocidad de llenado. Las latas son un envase probado y fiable, con una larga vida útil de almacenamiento, que reduce el grado de deterioro de los productos para las firmas y el número de reclamaciones directamente relacionadas con los envases.

Además, los envases de acero ofrecen una mayor resistencia ante cualquier práctica agresiva de transporte o manipulación registrada a lo largo de toda la cadena logística. Y una menor cantidad de envases dañados se traduce en una reducción del número de productos deteriorados.

### **2.2.9. EXCELENTE TRAZABILIDAD**

Los envases de acero presentan una trazabilidad excelente. Los sistemas de gestión de calidad utilizados en el sector del acero durante la fabricación del envase permiten llevar la trazabilidad (ascendente y descendente) del envase hasta el lote de producción de forma rápida y detallada.

Los estrictos requisitos de homologación aplicados en la industria siderúrgica dan a la materia prima que va a estar en contacto con el alimento en “pedigrí”: cada bobina está identificada según su composición, propiedades físicas y mecánicas. Cada bobina tienen un número de serie único, generado y archivado por ordenador, que se emprime en una etiqueta y que va adjunto con toda la información pertinente en cada remesa de bobinas que se envía al fabricante de latas.

En caso de una retirada de productos del mercado, esto supone una gran ventaja para las firmas y los minoristas, ya que permite determinar con mayor precisión la cantidad de producción que deben retirarse y reaccionar en el momento oportuno. ([www.apeal.org](http://www.apeal.org).)

### **2.3. AUTOCLAVES**

Las autoclaves nos permiten realizar un tratamiento térmico, del cual la finalidad es evitar el riesgo de salud al consumir el producto tratado, mediante la inactivación de todas las bacterias y enzimas que se puedan hallar en el producto elaborado. (VER EN ANEXO #1) ([www.loibrepensamiento.com](http://www.loibrepensamiento.com))

### **2.3.1 AUTOCLAVE DE CHAMBERLAND**

Una autoclave es un dispositivo para esterilizar el quipo y fuentes sujetándolas al vapor de alta presión en 121° Co más. Fue inventada por Charles Chamberland en 1879. La autoclave del término también se utiliza para descubrir una máquina industrial en la cual la temperatura y la presión elevadas se utilicen en el proceso de los materiales. La Autoclave de Chamberland está constituida por una Caldera de COBRE de doble pared, de forma cilíndrica. La tapa de Cobre otorga un cierre hermético por un ANILLO de Caucho y asegurado por una serie hermético por un ANILLO de Caucho y asegurado por una serie de TORNILLOS móviles y TUERCAS mariposas. Sobre ello se encuentra un MANÓMETRO, que indica la Presión inferior y permite calcular la temperatura. También hay una VÁLVULA de seguridad que deja escapar el vapor excelente cuando sobrepasa la presión capaz de soportar al Aparato y una ESPINA que permite el escape de aire frío durante el PURGADO y del Vapor de Agua una vez terminada la Esterilización.

#### **PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Se coloca agua en el inferior del Autoclave hasta un nivel igual a la Rejilla que sirve de base y sobre esto se colocan unos tacos de madera en los cuales se asientan la cesta con el material para esterilizar.
- 2.- Se cierra, se enciende el gas y se deja la Espita abierta para que el aire frío sea eliminado del inferior al calentarse la Autoclave. Cuando sale por la Espita un chorro de vapor continuo, indica que ya no existe aire frío en el inferior. Este paso se llama PURGADO del Aparato. Cerrado la espita o canilla, a partir de ese momento la Presión aumenta automáticamente y al llegar al punto deseado se regulariza la fuente de calor.

3.- pasado el tiempo necesario, se corta la afluencia del calor, se deja que el Manómetro descienda hasta 0 abriendo la Espita hasta que salga todo el Vapor de Agua.

4.- Se abre luego el Autoclave, haciéndolo lentamente para evitar la acción de algún resto de Vapor.

Después de abrir la tapa del Autoclave se debe verificar:

- a) La presencia de agua en el mismo hasta el nivel de la Rejilla.
- b) Cubrir con papel los algodones para evitar que se moje con la caída de gotas de agua condensada en la parte interna de la Tapa.
- c) Cerrar la tapa después de haber verificado lo posición correcta de la Junta de Caucho. Atornillar las Mariposas, 2 a 2, las que éste en posición opuesta.
- d) Verificar la abertura del Robinete de escape de vapor.

### **2.3.2 GENERACIÓN DE VAPOR DE AGUA**

Esta se produce con unas condiciones termodinámicas constantes, las cuales son temperaturas y presión constante. Esto se da en un dispositivo llamado caldera la cual puede tener características ignitubulares o pirotubulares lo cual dice por genera vapor saturado seco ya que de lo contrario el vapor generado tendría una presión superior al de la entrada de la caldera y se devolvería.

En este proceso la Entalpía que es la energía dinámica (puede adquirir ese nombre) y la energía interna, empiezan a aumentar a causa de la agitación molecular producida por la adición de calor, hasta el punto en que toda el agua se transforma en vapor (condición de vapor saturado seco) en la cual la caldera corta el suministro de calor. (<http://mandelbrot.fais.upm.es/>)

### **2.3.3. VAPOR DE AGUA SATURADA**

Corresponde al vapor producido a la temperatura de ebullición corresponde a su presión absoluta-. Puede ser húmedo o seco. La primera se presenta si este vapor contiene partículas de agua en fase líquida y la segunda si es que está totalmente libre de partículas de agua en fase líquida. ([www.librepensamiento.com](http://www.librepensamiento.com))

#### **2.3.4. LIQUIDO SUBENFRIADO**

Es el estado termodinámico en el cual sólo existe la fase líquida, la cantidad de calor por cada kilogramo de agua que se necesita para adicionar 1°C de temperatura corresponde a 4.2 (KJ / KG.) , y que corresponde al calor que agregamos al agua. Se manifiesta en un cambio en la entalpía, no así en sus otras características termodinámicas como son el volumen específico y su presión.

#### **2.3.5. TÍTULO O CALIDAD DE VAPOR**

El título se puede definir como la masa de vapor presente en una mezcla total. Su determinación puede ser realizada utilizando un calorímetro de mezcal, de Ellison o de expansión y un sobre calentador.

$X = \text{masa vapor}$

Masa total

Dónde: masa total = masa liquido + masa vapor.

El vapor del título va de 0 a 1: los estados de líquido saturado tienen  $x = 0$  y los de vapor saturado corresponden a  $x = 1$ . Aunque se define como un cociente, el título se da frecuentemente como un porcentaje. ([www.librepensamiento.com](http://www.librepensamiento.com))

#### **2.3.6. ENTALPÍA TOTAL DEL VAPOR SATURADO HÚMEDO.**



La entalpía total de 1 (kg) de vapor de agua saturado húmedo es más pequeña que la de 1 (kg) de vapor de agua saturado seco para la misma presión. Cuando el agua no está completamente vaporizada, el calor que posee como entalpía de vaporización es más pequeño que el correspondiente al vapor seco. El título del vapor solamente afecta a la entalpía de vaporización y no modifica la entalpía del líquido para una presión dada cualquiera. La entalpía total de 1 (kg) de vapor húmedo sobre 0°C, es:

$$H = h_f + x h_{fg}$$

### 2.3.7. DETERMINACIÓN DEL TÍTULO DE VAPOR

Para analizar la determinación teórica, señalaremos el siguiente esquema: donde además se definen vapor saturado como vapor a la temperatura de ebullición, y el líquido saturado es líquido a la temperatura de ebullición.

Cuando la temperatura del vapor es mayor que la temperatura de saturación, o punto de ebullición, se dice que es el vapor sobrecalentado. Cuando la temperatura del líquido es menor que su temperatura de saturación, se dice que es líquido subenfriado.

Otra definición importante por considerar es la de entalpía, que corresponde a la energía almacenada en forma de temperatura y de presión. En sentido estricto la entalpía o contenido de calor es una forma de energía almacenada en un cuerpo. Es importante distinguir entre temperatura y entalpía o contenido de calor es una forma de energía almacenada en un cuerpo. Es importante distinguir entre temperatura y entalpía o contenido de calor. La a un cuerpo aumenta su temperatura, pero la entalpía o contenido de calorífico total de éste depende de su masa y también de su temperatura.

$$H_v = h_f + x h_{fg} \quad X = (h_v - h_f) / h_{fg}$$

Dónde: x: título de vapor

H<sub>v</sub>: Entalpía del vapor saturado húmedo.

H<sub>f</sub>: Entalpía de líquido saturado.

H<sub>fg</sub>: Diferencia entre entalpías de saturación (h<sub>g</sub> – h<sub>f</sub>).

La determinación experimental del título de vapor puede efectuarse mediante 3 métodos: con un calorímetro de mezcla, con uno de expansión o de Ellison y uno de sobrecalentamiento. ([www.librepensamiento.com](http://www.librepensamiento.com))

### **2.3.8. EL VAPOR DE AGUA UN GAS MUCHO MÁS CONTAMINANTE QUE EL CO<sub>2</sub>.**

A esta conclusión se llega luego de extrapolar las teorías del abogado y premio Nobel Al Gore y los del IPPC de la ONU, sobre el cambio climático y los efectos nocivos del CO<sub>2</sub>.

En primer lugar el índice como gas de efecto invernadero es mucho mayor en el vapor de agua que en el CO<sub>2</sub>, Siendo el vapor de agua principal responsable del efecto invernadero en nuestro planeta. En la combustión de un hidrocarburo se desprende más cantidad de agua que el CO<sub>2</sub>. En las chimeneas el humo que vemos es generalmente vapor de agua, ya que el CO<sub>2</sub> es un gas incoloro. El CO<sub>2</sub> es un gas transparente, por lo cual su efecto invernadero es mucho menor. Por ejemplo en la atmósfera de Marte en que hay CO<sub>2</sub>, pero no H<sub>2</sub>O su temperatura en su superficie varía entre -140 y 20 grados.

Es absurdo pensar que el vapor de agua es un gas contaminante, como más absurdo es pensar lo mismo del dióxido de carbono.

No nos preocupemos, si se aumentan las concentraciones de H<sub>2</sub>O Y CO<sub>2</sub> en nuestra atmósfera y con ello la temperatura del planeta, inmediatamente aumentaría la capacidad de fotosíntesis de las plantas y se volvería al equilibrio actual, esto si con un planeta más verde y hermoso.

En definitiva el clima de la tierra proviene del exterior y no de la concentración de CO<sub>2</sub>. Proviene del vapor de agua en la atmósfera, de los rayos cósmicos y de la actividad magnética del sol. [www.calelectricpowerinfo.com](http://www.calelectricpowerinfo.com)

### **2.3.9. RETORNO DE VAPOR**

Un generador de vapor comúnmente llamado caldera (el más sencillo) funciona de la siguiente forma: Hay un hogar frecuentemente es un quemador a gas pero puede ser a combustible líquido que calienta una serie de tubos que en su inferior contienen agua de esta forma de agua se transforma en vapor, para que el agua no ingrese fría a los tubos hay otro dispositivo que se llama pre-calentador y en la salida de vapor otro que se encarga de recalentar el vapor. El economizador es el que trata el agua de retorno de condensado y la ingresa al sistema nuevamente.

## **2.4. PROCESO DE ESTERILIZACIÓN**

### **2.4.1. OBJETO**

El objeto de ésta instrucción de trabajo, es determinar el procedimiento para esterilizar en las autoclaves las latas llenas y cerradas herméticamente. Marbelize S.A.

### **2.4.2. ALCANCE**

Esta instrucción de trabajo es aplicable a todas las conservas o enlatados en sus diversas presentaciones que se esterilicen en Marbelize S.A.

### **2.4.3. PROCEDIMIENTOS DE ESTERILIZADO**

- Al inicio del cierre el Operador del Autoclave separa una lata representativa, para verificar al momento del arranque del esterilizado la temperatura inicial con un termómetro bimetálico calibrado por Aseguramiento de Calidad que anota en el Registro Diario de Autoclaves.
- Los coches se llenan con las latas cerradas y lavadas, colocándolas ordenadamente y en pisos separados con láminas plásticas divisorias. Una vez llenos se introducen en la autoclave seleccionada para el proceso.
- Como regla general el Operador del Autoclave debe iniciar el proceso de esterilizado máximo a noventa minutos de la primera lata cerrada.

- Previo al inicio del esterilizado el Operador del Autoclave programa el Termo registrador con el tiempo y temperatura establecida para el producto a procesarse, verifica la temperatura de la lata más fría y llena el Reporte Diario de Autoclaves.
- Para el inicio del esterilizado se procede a realizar el venteo, que consiste en abrir la válvula de venteo y de drenaje totalmente así como la válvula directa de alimentación de vapor al autoclave. Luego de 5 minutos y hasta 212 °F se cierra la válvula de drenaje, luego de 10 minutos y hasta 220 °F mínimo se cierra la válvula de venteo. Paso seguido se abre la válvula para inyectar vapor al autoclave a través de la válvula proporcional o diafragma y se cierra la válvula directa de alimentación de vapor al autoclave con la que se inició el venteo.
- Una vez que la temperatura en el termómetro de mercurio llega a la temperatura establecida para el proceso, se inicia el esterilizado.
- El tiempo de esterilizado y la temperatura de proceso son proporcionadas por Aseguramiento de Calidad de acuerdo al estudio elaborado por la autoridad de proceso; y estos parámetros se registran en el Registro Diario de Autoclaves por parte del operador del área.
- Una vez terminado el proceso de esterilizado se inicia el enfriamiento dentro del mismo autoclave. Para este fin se cierra la válvula de alimentación de vapor y se abre la válvula de ingreso de aire comprimido para mantener mínimo de 11 - 12 psi manométricas, paso seguido se abre la válvula de ingreso de agua potable clorinada con 1ppm residual para iniciar el enfriamiento el cual tiene una duración establecida por la autoridad de proceso para cada tipo de producto.
- Luego del enfriamiento se elimina el agua del autoclave y se sacan los coches parcialmente fríos al volteador donde se procede a escurrir el agua que pudo haber quedado en la superficie de las latas, posteriormente se las transporta a un área de enfriamiento al ambiente especialmente acondicionada para que el agua remanente en la superficie de las latas se evapore y no provoque la oxidación.

Para los diferentes productos se han realizado estudios de distribución y penetración de temperaturas por parte de la autoridad competente. Los resultados

de estos estudios son canalizados a través del departamento de Aseguramiento de Calidad a los involucrados en el proceso. Marbelize S.A.

#### **2.4.4 DATOS DE INTERES**

Antes de iniciar las operaciones diarias el supervisor de autoclaves o su designado realizan la verificación de las autoclaves llenando el registro diario de Autoclaves horizontal.

En el Registro diario de Autoclaves Enlatado se incluirá el tamaño del envase que se está procesando en pulgadas.

El termómetro de mercurio y no el Termoregistrador debe servir como referencia de la temperatura de esterilizado. El termómetro de mercurio también debe ser calibrado por Aseguramiento de Calidad de acuerdo a la frecuencia establecida para el instrumento.

El Registro Diario de Autoclaves y el Chart del Termoregistrador son los documentos soporte del proceso de esterilización.

Los operadores de autoclave o su designado serán los responsables de la colocación de los Cook Checks que están representados por una tarjeta que contiene la siguiente información: hora, fecha, # de autoclave, numero de cocinado o esterilización, # de canasta, el código del producto y # de latas en la canasta; esta tarjeta conjuntamente con una que se adhiere a la canasta cambian de color posterior al proceso de esterilización, lo que nos garantiza que todo el producto a completado su proceso.

Los operadores que movilizan los coches a la salida de autoclave e ingreso al área de enfriamiento, podrán manipular las latas una vez que la temperatura de estas descienda a 38°C o menos. Todos los coches deben ser ingresados al área de enfriamiento o post-esterilizado. (Resabala Mariana, 1998)

El operador que por disposición del Supervisor de Esterilizado realice mediciones (toma de temperatura, muestreo de latas, toma de muestras de agua para análisis de cloro, toma temperatura de lata de salida de autoclave, etc.) deberá sanitizar

sus manos, guantes y/o botas de ser necesario manteniendo las normas de buenas prácticas de manufactura (BPM) antes de proceder muestrear, retirar, perforar y medir temperatura.

A medida que se vayan desarrollando otros productos en diferentes presentaciones de envase el tiempo y la temperatura serán proporcionadas por la autoridad de proceso.

Los parámetros establecidos por la autoridad competente se encuentran en el puesto de trabajo del operador de autoclave y son suministrados por el departamento de Aseguramiento de Calidad.

Es importante que cuando se proceda a cargar la autoclave la puerta de salida esté cerrada y que cuando se proceda a desalojar las canastas esterilizadas del autoclave se mantenga cerrada la puerta de ingreso o carga del autoclave (solo una tapa deberá estar abierta tanto para la carga como para la descarga del autoclave). (Resabala Mariana, 1998)

## **2.5. PROCEDIMIENTOS DE AUTOCLAVES**

El operador de autoclaves será el responsable de asegurarse que el proceso se ejecute de la manera especificada. El gerente de control de calidad es el responsable de verificar que se está cumpliendo este procedimiento por medio de un análisis detenido de los documentos del proceso a no más de un día laborable después de terminado el proceso y antes que se etiquete el producto.

El operador de autoclave será responsable de:

- Anotar el número del autoclave y fecha en cada gráfico grabado y colocarlo en el termógrafo. Revise que el gráfico colocado coincida con el reloj de pared del área autoclaves.
  
- Completar la tarjeta de control temperatura y datos de cada canasta, para que indique:
  - ❖ Hora que sello la lata.

- ❖ Numero de canasta / tipo formato.
- ❖ Código.
- ❖ Numero autoclave / Numero esterilizada / Numero canasta.
- ❖ Fecha.

-Registrar la temperatura inicial por cada lote de autoclave, revisar que no haya doble hojas de separación en las canastas.

-Revisar que cada uno de los carros de autoclaves con producto, tengan su tarjeta de control de temperatura con los datos completos colocada en el centro de la parte superior de la misma.

-Todos los productos deben ser esterilizados dentro de dos horas como máximo de haber sido sellados. Si este tiempo excede, por favor comunicarle al departamento de control de calidad y/o producción.

-Antes del inicio del autoclave, registrar en el Reporte de Autoclaves :

- ❖ Fecha y código del día.
- ❖ Tiempo programado de esterilización.
- ❖ Numero de canastas.
- ❖ Tamaño de la lata (formato).
- ❖ Código del producto.
- ❖ Numero de capas en canasta de autoclave.
- ❖ Numero de autoclave a utilizar.
- ❖ Numero de esterilizada.
- ❖ Hora que se cerró la primera lata de cada canasta.

-Programar termógrafo del autoclave para tiempo de cada producto de acuerdo a la “Tabla de Proceso Autoclave” (Anexo #1) el mismo que realizara el proceso completo de esterilización automáticamente. (Resabala Mariana, 1998)

-Accionar botón de programación. El proceso de esterilización una vez automatizado, cumple ocho Fases:

- ❖ **Fase 1:** Al empezar el barrido, automáticamente se abren las válvulas de vapor, venteo, y drenaje (válvula que abre intermitentemente), y empieza proceso de barrido hasta que la temperatura alcanza los 108 °C, momento en que se cierra la válvula de venteo.

Se deberá registrar en el “Reporte de Autoclaves”:

- ❖ Hora que se abrió el vapor.
  - ❖ Tiempo y temperatura válvula barrido.
- 
- ❖ **Fase 2:** Aproximadamente se toma cuatro minutos en subir temperatura de 108 °C, a 116 °C.

- ❖ **Fase 3:** Cuando alcanza los 116 °C, empieza su proceso de esterilización.

Se deberá registrar en el Reporte de Autoclaves:

- ❖ Hora que inicia esterilizado.
  - ❖ Temperatura de contraste al inicio y mitad de proceso.
  - ❖ Presión de contraste al inicio y mitad del proceso.
- 
- ❖ **Fase 4:** Tiempo de esterilización de acuerdo al programa escogido para cada producto. Una vez cumplido su tiempo de esterilización, automáticamente se cierra la válvula de vapor.

Se deberá registrar en el Reporte de Autoclaves :

- ❖ Temperatura de contraste.
  - ❖ Presión de contraste.
  - ❖ Hora que finaliza esterilizada.
  - ❖ Tiempo total esterilizada.
- Cuando el tiempo del proceso ha concluido, se deberá revisar:
- ❖ Que el tiempo correcto ha pasado al reloj.
  - ❖ Que el tiempo correcto ha pasado al gráfico.
  - ❖ Que no haya caídas de temperatura en el gráfico del proceso.
- 
- ❖ **Fase 5:** Al empezar el enfriamiento de las latas, se abren automáticamente; la válvula de aire (intermitente), válvula de agua, manteniendo la presión en 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, hasta bajar temperatura a 47 °C,



- ❖ **Fase 6.-** Enfriamiento por tiempo, hasta que alcance 44 °C, se cierran automáticamente las válvulas de aire y agua.

Se deberá registrar en el Reporte de autoclaves:

- ❖ Hora termina enfriamiento.
  - ❖ Tiempo de enfriamiento.
- 
- ❖ **Fase 7.-** Vaciado del agua en interior autoclave.
- Se deberá registrar en el reporte de autoclaves:
- ❖ Resultados del control de cloro residual al agua enfriamiento, el que mínimo debe tener 0,5 ppm cloro residual. Si se detecta desviación, avisar inmediatamente a control de calidad y mantenimiento.

- ❖ **Fase 8.-** Fin del proceso.

Especificaciones del proceso: Debe observarse concordancia entre los datos, es decir: no debe haber más de 2 °C, de diferencia entre la temperatura indicada por el registro y el termómetro de mercurio, tomadas en el mismo momento. Si hay diferencias entre las temperaturas, se toma como correcta siempre la que indica el termómetro de mercurio, y esta no debe ser inferior a 114 °C, ya que los tiempos de esterilización están calculados en base a esta temperatura.

(Resabala Mariana, 1998)

Dentro de un proceso de esterilización es normal observar oscilaciones de +/- 1 °C, en el termómetro de mercurio, como consecuencia de la apertura y cierre de las válvulas de vapor.

También debe de haber concordancia entre presión y temperatura durante el proceso de esterilización. (Resabala Mariana, 1998)

## **2.6. ESTRÉS TERMICO.**

Proviene de la interacción entre las características ambientales del lugar de trabajo, la actividad física que realizan y la ropa que usan. Por ello, hay que tener mucho

cuidado pero sobretodo prevención con el calor y el trabajo que realizan.

Cuando un trabajador continúa trabajando estando con estrés térmico somete a su cuerpo a diversas alteraciones. Al aumentar la temperatura, los mecanismos fisiológicos se sobrecargan porque intentan que se pierda calor en el cuerpo mediante la sudoración y otros medios. (Resabala Mariana, 1998)

El stress térmico origina la sobrecarga térmica y la tensión térmica.

La sobrecarga térmica no es más que la cantidad de calor que ha de disiparse para que el organismo siga en equilibrio térmico y se representa por la suma del calor metabólico (M), y de las ganancias o pérdidas de calor por convección(C) y radiación(R).

El otro término corresponde a la tensión térmica que se define como la modificación fisiológica o patológica consiguiente a la sobrecarga térmica por ejemplo, aumento del pulso, de la temperatura corporal y de la sudoración.

### **2.6.1. DESVENTAJAS**

Uno de los efectos desfavorables de los ambientes calurosos por no contar con un apropiado “aislamiento térmico”, es que provocan pérdida de la motivación por la actividad, disminución de la concentración y de la atención con el incremento en consecuencia de accidentes y una disminución en la calidad del trabajo y del rendimiento que puede, según diversos autores decaer hasta el 40%.

El ambiente térmico puede ser evaluado a través de sus factores constituyentes como son:

- La temperatura del aire
- La humedad del aire
- La velocidad del aire, y La temperatura de radiación

Mientras que las exposiciones pueden ser clasificadas en cuatro tipos,

atendiendo a los valores alcanzados de los parámetros constituyentes:

- Confort o bienestar térmico
- Límites permisibles
- Críticas por calor
- Críticas por frío

Los ambientes críticos por calor pueden provocar diferentes patologías, como la fatiga, el golpe de calor, la hiperpirexia, la deshidratación entre otras.

También se ha observado también irritabilidad, agresividad, distracciones, incomodidad, reducciones en los rendimientos físico y mental.

Estas situaciones bajo la influencia de valores críticos pueden incluso provocar la muerte.

Las exposiciones críticas por calor se las pueden encontrar en siderurgias, fábricas de vidrio, construcción, pesca y agricultura.

Por esta razón las investigaciones han tratado los problemas térmicos con mayor énfasis en los trabajos calurosos. (Resabala Mariana, 1998)

## **2.7. INSTRUMENTACIÓN DE LAS AUTOCLAVES**

### **2.7.1 TUBERIAS**

La tubería y los tubos de pared delgada son los materiales para construcción de uso más común en la actualidad. Su aplicación principal, que es la conducción de líquidos, gases, aire y pastas aguadas se acrecienta con el empleo de los tubos como elementos de soporte y en la fabricación de productos como rodillos, cilindros, conduit, equipo deportivos y recreativo, y otros.

Las clasificaciones de los tubos son de peso normal (estándar), extrafuerte (XS) y doble extrafuerte (XXS).

El tubo de peso normal (estándar) se utiliza para gas, agua o plomería en general a baja presión. El tubo extrafuerte, con su pared más gruesa, es para aplicaciones

de presión mediana; el tubo doble extrafuerte es para aplicaciones de alta presión.

Los tubos en general se fabrican con acero, hierro fundido, hierro forjado, latón y cobre. Los de pared delgada se fabrican con acero, cobre, acero inoxidable y aluminio.

Los tubos se clasifican, por lo general, como sin costura, de soldadura continua, soldado eléctricamente y tubería de doble soldadura con acero sumergido.

De pared delgada se clasifican como sin costura o soldados. El tipo de tubo que se utilice dependerá de las condiciones de servicios, presión interna, temperatura, duración esperada y la corrosión. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.1.1 TUBERIAS PARA VAPOR**

Las tuberías para vapor, deben ser de hierro negro roscadas para diámetros de 10 a 50 mm y de 64 mm o mayores, se debe utilizar tubería de acero soldable con o sin costura ; pudiendo ser en ambos caso cédula 40 ó cédula 80, lo cual estará en función de las presiones de trabajo que se manejen en cada caso. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.1.2 TUBERIAS PARA AGUA**

La función del galvanizado es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe); ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire. Se usa de modo general en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no sobrepase los 60 °C ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero del tubo y este se corroe en vez de estar protegido por el zinc. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.1.3 TUBERIAS PARA AIRE**

Todo movimiento de un fluido por una tubería produce una pérdida de presión debido a su rugosidad y diámetro asociado. La selección de los diámetros de las tuberías de una red de aire se determina según los principios de la mecánica de fluidos y para ello se utilizan ecuaciones y diagramas. Esta información no se expone en este trabajo pero puede ser consultada por el lector en cualquier libro de diseño de redes.

El material más usado en las tuberías de aire es el acero. Debe evitarse utilizar tuberías soldadas puesto que aumentan la posibilidad de fugas, más bien se recomiendan las tuberías estiradas. Actualmente en el mercado se encuentra un nuevo tipo de tuberías en acero anodizado que, aunque más costosas, tienen una mayor duración que las de acero.

La identificación es una parte importante del mantenimiento. Según la norma UNE 1063 las tuberías que conducen aire comprimido deben ser pintadas de azul moderado UNE 48 103.

En general la tubería de una red no necesita mantenimiento fuera de la corrección de fugas que se producen más en las conexiones que en la tubería en sí. En caso que la tubería presenta obstrucción por material particulado debe limpiarse o reemplazarse aunque esto no es común en las empresas. Carnicer, E. 1977

### **2.7.2 VÁLVULAS**

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son uno de los instrumentos de control más esenciales en la industria.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde lo más simple hasta lo más corrosivo o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgadas hasta 30 ft (9m) o más de diámetro. Pueden trabajar

con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in<sup>2</sup> (140 MPa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500°F (815°C). (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.2.1 VÁLVULAS REGULADORAS DE VAPOR “PROPORCIONALES”**

Cada autoclave tendrá que equiparse con un regulador automático de vapor para mantener la temperatura de la autoclave.

El regulador de vapor puede combinarse con el registrador de temperatura para formar un registrador/regulador. En estos sistemas de válvulas de control del vapor pueden ser operadas eléctricamente o por sistema de aire.

La válvula de control operada por diafragma instalada en la autoclave debe ser del tipo que se abre por presión de aire porque son a prueba de fallas. Si hay un fallo en el sistema de aire la válvula se cierra automáticamente, lo cual previene temperatura y presión excesivas en la autoclave. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.2.2 VÁLVULAS DE COMPUERTAS**

La válvula de compuerta es de vuelta múltiple, en la cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento.

#### ◆ RECOMENDADA PARA:

- Servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación.
- Para uso poco frecuente.
- Para resistencia mínima a la circulación.
- Para mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería.

#### ◆ APLICACIONES:

- Servicio general, aceites y petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas, líquidos espesos, vapor, gases y líquidos no condensables, líquidos corrosivos.

#### ◆ VENTAJAS:

- Alta capacidad.
- Cierre hermético.
- Bajo costo.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

◆ **MATERIALES:**

- Cuerpo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, monel, acero fundido, acero inoxidable, plástico de PVC.
- Componentes diversos. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.2.3 VÁLVULAS DE GLOBO**

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería.

◆ **RECOMENDADA PARA:**

- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

◆ **APLICACIONES:**

- Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semilíquidas.

◆ **VENTAJAS:**

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarla, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
- Control preciso de la circulación.
- Disponibles en orificios múltiples.

◆ **MATERIALES:**

- Cuerpo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, monel, acero inoxidable, plásticos.
- Componentes diversos. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.3 TERMÓMETROS**

El termómetro (del griego θερμός (termo) el cuál significa "caliente" y metro, "medir") es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha

evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales. Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento era fácilmente visible. El metal base que se utilizaba en este tipo de termómetros ha sido el mercurio, encerrado en un tubo de vidrio que incorporaba una escala graduada.

El creador del primer termoscopio fue Galileo Galilei; éste podría considerarse el predecesor del termómetro. Consistía en un tubo de vidrio terminado en una esfera cerrada; el extremo abierto se sumergía boca abajo dentro de una mezcla de alcohol y agua, mientras la esfera quedaba en la parte superior. Al calentar el líquido, éste subía por el tubo. ([www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml))

### **2.7.3.1 TERMÓMETROS DE MERCURIO**

El termómetro de mercurio en vidrio (TMV) funciona como el dispositivo oficial indicador de temperatura para todos los sistemas de procesamiento térmico. Este tipo de termómetro es el dispositivo medidor de temperatura más ampliamente usado en la industria enlatadora de alimentos. La relativa simplicidad de este tipo de aparato hace que su uso sea deseable en operaciones de procesamiento térmico.

Las regulaciones del FDA y USDA requieren que cada sistema de autoclave esté equipado con por lo menos un termómetro de mercurio en vidrio.

Termómetro de mercurio: es un tubo de vidrio sellado que contiene un líquido, generalmente mercurio o alcohol coloreado, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se visualiza en una escala graduada. El termómetro de mercurio fue inventado por Fahrenheit en el año 1714. ([www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml))



### **2.7.4 MANÓMETROS DE PRESIÓN**

Cada autoclave tiene que estar equipado con un manómetro de presión u otro dispositivo adecuado para medir la presión dentro de la autoclave. Si se usa un manómetro, este tiene que tener una escala de 2 Lb/pulg<sup>2</sup> (1,3 Mpa). (Algunos tipos de empaques requieren de una presión de autoclave mayor que la presión del vapor durante el proceso térmico o una presión específica durante el enfriamiento) Además, un manómetro de presión puede proporcionarle información valiosa al operador del autoclave durante la operación y puede servir como dispositivo de seguridad, ya que pone sobre aviso al operador de presiones anormales dentro del autoclave.

### **2.7.5 FILTROS REGULADORES DE AIRE**

Este aditamento está compuesto por un filtro de partículas de baja eficiencia, un regulador con manómetro y un lubricador; su función principales es la de acondicionar una corriente determinada para su uso en una máquina.

El filtro de partículas sirve para eliminar algunos contaminantes de tipo sólido, el regulador se encarga de disminuir la presión y el lubricador dosifica una cantidad requerida en algunas ocasiones por el equipo.  
([www.festo.com/INetDomino/coorp\\_sites/es/index\\_hq.htm](http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/index_hq.htm))

### **2.7.6 TERMOREGISTRADORES**

Dispositivo registrador de temperatura/tiempo.

Además del dispositivo indicador de temperatura, cada sistema de procesamiento térmico estará equipado con al menos un aparato registrador de tiempo/temperatura para proporcionar un registro permanente de temperatura y tiempo durante el procesamiento.

El registrador de tiempo y temperatura debe ser usado solamente con las gráficas circulares de papel apropiadas para ese instrumento particular. (Austin Gavin, 1995)

### 2.7.7 VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK)

La válvula de retención está destinada a impedir una inversión de circulación. La circulación de líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. Hay tres tipos básicos de válvulas de retención: 1) válvulas de retención de columpio, 2) de elevación y 3) de mariposa.

- ◆ VÁLVULA DE RETENCIÓN DE COLUMPIO.

Esta válvula tiene un disco abisagrado o de charnela que se abre por completo con la presión en la tubería y se cierra cuando se interrumpe la presión y empieza la circulación inversa. Hay dos diseños: uno en “Y” que tiene una abertura de acceso en el cuerpo para el esmerilado fácil del disco sin desmontar la válvula de la tubería y un tipo de circulación en línea recta que tiene anillos de asiento reemplazables.

- ◆ RECOMENDADA PARA:

- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.
- Cuando hay cambios poco frecuentes del sentido de circulación en la tubería.
- Para servicio en las tuberías que tienen válvulas de compuertas.
- Para tuberías verticales que tienen circulación ascendente.

- ◆ APLICACIONES:

- Para servicio con líquidos a baja velocidad.

- ◆ VENTAJAS:

- Puede estar por completo a la vista.
- La turbulencia y las presiones dentro de la válvula son muy bajas.
- El disco en “Y” se puede esmerilar sin desmontar la válvula de la tubería.

- ◆ MATERIALES

- Cuerpo: bronce, hierro fundido, acero forjado, monel, acero fundido, acero inoxidable, acero al carbono.
- Componentes: diversos. (Rosaler, Robert. 1987)

### **2.7.8 BOMBAS PARA AGUA**

La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

## **2.8. GENERADORES DE VAPOR EN CALDERAS**

### **2.8.1. CALDERA**

El caldero es el corazón de la planta. Y es una muy buena analogía. El caldero genera energía y la distribución de todas las instalaciones.

Básicamente un caldero es un equipo empleado para calentar agua o generar vapor a una presión muy superior empleando para calentar agua o generar vapor a una presión muy superior a la atmósfera. Incluso hay un definición más amplia: caldera es todo aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor. [www.parro.com.ar/definición-de-condesaci%3n](http://www.parro.com.ar/definición-de-condesaci%3n).

De esta manera se obtiene vapor, muy útil en la industria alimentaria ya que puede ser utilizado para cocinar y esterilizar.

Los dos tipos más difundidos de calderos son:

Es todo recipiente cerrado dentro del cual se genera vapor a una presión mayor que la atmósfera, mediante la acción del calor cedido por una fuente térmica apropiada. Forman parte de la caldera a todos aquellos equipos de la instalación en contacto con agua y vapor, es decir, sobrecalentado, de sobrecalentado, recalentador intermedio, economizador, superficie evaporante, cuerpo cilíndrico, y colectores.

**ACUOTUBULARES:** son aquellas calderas en las que el fluido de y trabajo se desplaza a través de tubos durante se calentamiento. Son las más utilizadas en las centrales termoeléctricas, ya que permiten altas presiones a su salida, y gran capacidad de generación.

**PIROTUBULARES:** en este tipo el fluido en estado líquido se encuentra en un recipiente, y es atravesado por tubos por los cuales circula gases a alta temperatura producto de un proceso de combustión.

Los principales problemas que un caldero puede presentar son la corrosión y la oxidación que es muy común si la caldera no está confeccionada en acero inoxidable o un material confiable; también sufren de arrastre, formación de espuma, incrustaciones, contaminaciones del vapor y del condensador, formación de lodos y mala transferencia del calor. ([www.serviciocalderasmadrid.com](http://www.serviciocalderasmadrid.com))

## **2.8.2. GENERACIÓN DE VAPOR**

Es el conjunto constituido por la caldera y los restantes equipos auxiliares de la instalación que son necesarios para el adecuado funcionamiento de la unidad, es decir, incluye el sistema de combustible, ventiladores, sopladores, sopladores de hollín, pre- calentadores de aire, chimeneas, conductos, sistemas de regulación, etc. En la práctica indistintamente al conjunto de las instalaciones.

## **2.8.3. PRESIÓN Y TEMPERATURA NORMAL DE TRABAJO O NOMINAL**

Es la presión y la temperatura de vapor a la salida del generador de vapor, para la cual fue diseñado éste en condiciones normales de régimen.

#### **2.8.4. PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO**

Es el valor máximo que puede alcanzar la presión en condiciones admisibles de seguridad.

#### **2.8.5. TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABAJO**

Es la máxima temperatura que puede alcanzar el vapor sobrecalentado, recalentado, o el agua en las calderas de agua caliente, en condiciones admisibles de seguridad.

#### **2.8.6. PRESIÓN DE SELLADO O DE TIMBRE**

Es la presión utilizada para el dimensionamiento de los elementos y equipos del generador de vapor. Las partes del sobrecalentado se calculan teniendo en cuenta la temperatura máxima del metal, más 35 a 50° C.

#### **2.8.7. PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO**

Es la presión utilizada para el dimensionamiento de los elementos y equipos del generador de vapor. Las partes del sobrecalentado se calculan teniendo en cuenta la temperatura máxima del metal, más 35 a 50° C.

A continuación damos algunos ejemplos de estos parámetros características del diseño:

Presión	Temperatura
---------	-------------

De trabajo nominal	82 kg/cm <sup>2</sup>	506 + 5° c
Máxima de trabajo	85 kg/cm <sup>2</sup>	520° c (cuando no funciona el atemperador)
diseño	95 kg/cm <sup>2</sup>	550° C

### **2.8.8. PRODUCCIÓN MÁXIMA CONTINUA**

Es la máxima cantidad de vapor producido por hora en servicio permanente, bajo las condiciones de presión y temperatura nominales de trabajo.

### **2.8.9. PRODUCCIÓN DE VAPOR MÁXIMA INSTANTÁNEO**

Es la máxima cantidad de vapor producida por hora en un intervalo de tiempo determinado.

### **2.8.10 PRODUCCIÓN DE VAPOR MÍNIMA**

Es la cantidad de vapor generado por hora en condiciones de combustión estable.

([www.articulos.men.wikispaces.net/file/view.](http://www.articulos.men.wikispaces.net/file/view.))

### **2.8.11. CARGA TÉRMICA O LIBERACIÓN DE CALOR POR VOLUMEN DEL HOGAR.**

Es el cociente entre la cantidad de calor liberado por el combustible y el aire y el volumen del hogar.

### **2.8.12. CALOR LIBERADO EN EL HOGAR POR M<sup>2</sup> DE SUPERFICIE**

Es el cociente entre la energía liberada en el hogar y la superficie proyectada de la misma.

### **2.8.13. ABSORCIÓN MÁXIMA DE CALOR EN CUALQUIER PUNTO DEL HOGAR.**

Es la cantidad de calor absorbido máxima por el agua por m<sup>2</sup> de superficie de hogar. La absorción máxima se produce cerca de los quemadores. Depende su intensidad del tipo de quemador utilizado, de la ubicación de los mismos y la sección del hogar en la zona de quemadores. Este valor define de alguna forma la vida útil de los tubos evaporarte y de la calidad de liberación más empleados en los diseños de los generadores de vapor: ([www.articulos.men.wikipaces.net/file/vienw/](http://www.articulos.men.wikipaces.net/file/vienw/))

## **2.9. SELLADOS Y ENVASE METÁLICO**

Un envase metálico se define en términos generales como un recipiente rígido a base de metal, para contener productos líquidos y/o sólidos, que puede además cerrarse herméticamente.

La amplia difusión de los envases metálicos es atribuirse a la gran versatilidad y excelentes cualidades para el envasado de todo tipo de productos. Algunas de estas cualidades son:

- Resistencia mecánica y capacidad de deformación
- Ligereza
- Estanqueidad y hermeticidad
- Opacidad a la luz y radiaciones

- Buena adherencia a barnices y litografías
- Conductividad térmica
- Inercia química relativa
- Versatilidad
- Estética / posibilidad de impresión
- Reciclabilidad
- Adecuación para la distracción comercial
- capacidad de innovación y evolución tecnológica

#### Características técnicas principales

Al hablar de envases metálicos hay que distinguir entre envases ligeros y envases pesados. Los envases metálicos ligeros son aquellos cuyo espesor es inferior a 0.49 mm y tienen una capacidad inferior a 40 litros. Los envases pesados hacen referencia a los envases metálicos con un espesor superior o igual a 0.50 mm y una capacidad que oscila entre 30 y 220 l. Esta distinción no es arbitraria, sino que corresponde a las diferencias materias primas y técnicas utilizadas en la obtención de los diferentes tipos de envases.

El grupo de envases metálicos ligeros se puede dividir en cuatro grandes grupos:

- Envases alimentarios
- Envases de bebidas
- Envases industriales (bidones)
- Aerosoles

Los dos últimos grupos se recogen en apartados independientes de esta guía (ver apartados: bidones metálicos y aerosoles), por lo que serán excluidos de la presente descripción.

Los envases metálicos se constituyen principalmente a partir de dos metales: acero y aluminio, siendo el primero más común por razones de coste principalmente. Se puede distinguir además entre los materiales ferrosos: hojalata, chapa cromada y chapa negra, y los materiales no ferrosos: aluminio. Para cualquiera de las tres formas de los materiales ferrosos la composición típica del acero es prácticamente la misma, se trata de un acero dulce (bajo contenido en carbono).



Pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios:

Según su forma:

- Cilíndrico
- Rectangular: pista con base rectangular
- Tipo sardina: prisma recto, pero de base elipsoidal
- Tipo estuche

Según su sección transversal:

- Redondo: sección transversal circular.
- Rectangular: sección transversal cuadrada o rectangular, con esquinas redondeadas.
- Oblongo: sección transversal formada por dos paralelas unidas por semicírculos.
- Ovalado: sección transversal elíptica
- trapezoidal: sección trapezoidal con las esquinas redondeadas.

Según sus características especiales:

- Acuellado: una o las dos extremidades tienen una reducción o varias, que permiten el uso de fondos más pequeños.
- Ensanchado: el extremo superior es más ancho que el inferior.
- Acordonado: se caracteriza por tener cordones en su pared lateral, lo que le da mayor resistencia al colapso.
- Soldado: recipiente de tres piezas, al cual se le han soldado los extremos con las tapas correspondientes. Presentan una pequeña perforación en la superficie de la tapa para ser llenados con sistema de aguja.

### **2.9.1. TIPOS DE ENVASES METÁLICOS**

En general los envases metálicos están constituidos por dos piezas. Los primeros constan de un tubo- fondo constituido en una sola pieza, además de una tapa suelta que posteriormente se une al extremo abierto. Es el caso de las latas de bebida donde nos e aprecia la costura lateral.

Los envases de tres piezas constan de un tubo soldado por una de sus generatrices, más dos tapas unidas a sus extremos. Por su geometría pueden ser de sección circular, cuadrada, rectangular, trapezoidal, oval, etc. Es el caso de la

mayoría de las latas de conserva, donde se observa la costura lateral formada por la unión de los bordes del tubo metálico.

### **2.9.2. ENVASES DE TRES PIEZAS**

El proceso de fabricación de los envases de tres piezas de bobinas de hojalata y consta de las siguientes etapas:

- Corte de las bobinas en hojas rectangulares de tamaño apropiado al formato a fabricar.
- Aplicación de decoración externa (si procede)
- Aplicación de barnices inferiores y/o exteriores
- Corte longitudinal de las hojas, en bandas (corte primario) y corte transversal de las bandas en proporciones unitarias rectangulares (corte secundario).
- Conformación de un cilindro.
- Soldadura eléctrica de su generatriz (hilo de cobre)
- Rebarnizado inferior y exterior de la costura lateral.
- Acoronado: formación de anillos transversales (nervaduras) en el cuerpo para darle mayor resistencia radial.
- Formación de pestañas en ambos externos del cilindro (indispensables para la posterior colocación de las tapas).
- Colocación de tapas mediante el sistema de doble cierre.

### **2.9.3. ENVASE DE DOS PIEZAS.**

La fabricación de envases de dos piezas, obtenidos por simple ebullición (1 solo golpe), es antigua y se vienen empleando para muchos productos en envases de poca altura (relación altura/diámetro 0.6). Para envases de mayor relación altura/diámetro de han desarrollado dos técnicas básicas de fabricación: embullición-reembutición (DRD) y embullición estirado (DWI).

Envases embutidos-reembutidos (DRD9:

Son aquellos cuya altura es igual o mayor que la mitad del diámetro. La embulción se hace en varias operaciones y la conformación del envase se realiza

Mediante reembuticiones sucesivas. Esta técnica supone un elevado costo del equipo, lo que hace que este tipo de envases no se haya extendido tanto como otro tipo de envases.

Envases embutidos-estirados (DWI):

Son envases de pared muy delgada, utilizados para productos envasados bajo presión (bebidas carbonatadas). Se obtienen a partir de un disco metálico sin barniz de espesor relativamente elevado (0.30-0.33 mm), mediante las siguientes etapas:

- Prensa de copas: embulción simple a mayor diámetro que el diámetro nominal del futuro envase.
- Reembutición: reducción del diámetro a su dimensión nominal.
- Tras diversos estiramientos se produce el alargamiento progresivo de las paredes, con reducción de su espesor, a diámetro constante.
- Formación del domo por estampación, sin reducción de espesor.
- Recorte del extremo superior no uniforme por alargamiento irregular.
- Entallado: reducción del diámetro de la boca
- Pestañeado o formación de la pestaña.

Los envases DWI por su concepción y características son particularmente adecuados para cervezas y bebidas carbónicas. Se ha intentado su utilización para productos alimenticios esterilizados y bebidas no carbónicas, pero existen grandes diferencias en las exigencias técnicas de estos productos, por las diferentes tensiones mecánicas que deben soportar. En las bebidas carbonatadas, las presiones existentes refuerzan las paredes del envase, incluso las más finas.

#### **2.9.4. CIERRE DE LOS ENVASES METÁLICOS**

Para el cierre de los envases metálicos se emplea actualmente el denominado doble cierre. El objetivo de esta operación es adaptar un fondo metálico, previamente engomado, al cuerpo del envase, esterilizando adecuadamente los ganchos para que formen un sellado hermético.

Dada la susceptibilidad de los productos alimenticios a la alteración microbiológica, estos requieren un cierre hermético. También lo requieren otros tipos de productos que, por ejemplo, necesitan retener la presión interna (cerveza, bebidas, etc.) y evitar fugas en general.

Para realizar el cierre se realizan dos operaciones que emplean piezas giratorias circulares, la primera de las cuales, denominadas rulina de 1° operación, riza y enrolla el borde del fondo con el borde del cuerpo, mientras se presiona al conjunto cuerpo-fondo contra un yunque giratorio denominado mandril de cierre.

En la segunda operación, otra pieza circular giratoria, denominada rulina de 2° operación, aprieta el cierre incompleto que se acaba de formar, comprimiéndolo lateralmente contra el mandril. Un compuesto sellante semejante al caucho, previamente colocado sobre el periferia de la tapa, actúa como junta comprimida de seguridad contra las fugas.

#### **2.9.5. TAPAS DE FÁCIL APERTURA**

Desde la aparición de la tapa de fácil apertura el aluminio, ha tenido lugar una continua evolución tecnológica, apareciendo numerosos tipos y modelos. Se ha prestado gran atención al desarrollo de tapas de apertura completa de hojalata para envases de conservas. Se ha conseguido un cierre hermético, suficientemente seguro sobre el acero, que permite la fácil apertura manual, todo ello compatible con bajos costos del producto.

Están completamente introducidas en la industria conservera las tapas rectangulares y ovales para conservas de pescado, así como las tapas redondas de hasta 1000 mm de diámetro para otros productos.

En tapas para bebidas, se ha generalizado el cierre no desprendible-ecológico en aluminio, como alternativa al cierre con anilla de apertura (ring-pull).

## **2.10. ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (APPCC O HACCP)**

El análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC O HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la seguridad alimentaria, de forma lógica y objetiva. Es de aplicación en industria alimentaria aunque también se aplica en la industria farmacéutica, cosmética y en todo tipo de industrias que fabriquen materiales en contacto con los alimentos. En él se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control tendiente a asegurar la inocuidad.

El APPCC nace con el firme objetivo de desarrollar sistemas que proporcionen un alto nivel de garantías sobre la seguridad de los alimentos y de sustituir los sistemas de control de calidad de la época basados en el estudio del producto final que no aportaban demasiada seguridad. Al principio su aplicación no tuvo demasiado éxito y el impulso dado por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) no tuvo repercusión. En los años 80 institucionales a nivel mundial impulsaron su aplicación. ENTRE OTROS LA ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud.

Existen siete principios básicos en los que se fundamentan las bases del APPCC:

Principio 1: peligros tras realizar un diagrama de flujo para cada producto elaborado, se identifican todos los peligros potenciales (físicos, químicos y biológicos) que pueden aparecer en cada etapa de nuestro proceso y las medidas preventivas. Sólo se estudiarán aquellos peligros potencialmente peligrosos para

el consumidor. En ningún caso se estudiarán peligros que comprometen la calidad del producto.

Principio 2: identificar los Puntos de Control Crítico (PCC)

Una vez conocido los peligros existentes y las medidas preventivas a tomar para evitarlos, debemos determinar cuáles son los puntos en los que debemos realizar un control para lograr la seguridad del producto, es decir, determinar los PCC.

Para realizar la determinación de los PCC se tendrán en cuenta aspectos tales como materia prima, factores intrínsecos del producto, diseño del proceso, máquinas o equipos de producción, personal, envases, almacenamiento, distribución y pre-requisitos.

Existen diferentes metodologías para el estudio de los peligros. Lo primero que debemos hacer es definir cuáles de los peligros que nosotros hemos detectados a lo largo del análisis son o no significantes (son peligros relevantes). Para definir la significancia podremos utilizar métodos diferentes. Por un lado tenemos el índice de Criticidad que consiste en valorar de 1 a 5 en cada fase o etapa los peligros en función de su probabilidad, severidad y persistencia.

Principio 3: Establecer los límites críticos: Debemos establecer para cada PCC los límites críticos de las medidas de control, que marcarán la diferencia entre lo seguro y lo que no lo es. Tiene que incluir un parámetro medible (como temperatura, concentración máxima) aunque también pueden ser valores subjetivos.

Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia de los PCC: Debemos determinar qué acciones debemos realizar para saber si el proceso se está realizando bajo las condiciones que hemos fijado y que por tanto, se encuentra bajo control.

Principio 5: Establecer las acciones correctoras: se deben establecer unas acciones correctas a realizar cuando el sistema de vigilancia detecte que un PCC no se encuentre bajo control. Es necesario especificar, además de dichas

acciones, quién es el responsable de llevarlas a cabo. Estas acciones serán las que consigan que el proceso vuelva a la normalidad y así trabajar bajo condiciones seguras.

Principio 6: Establecer un sistema de verificación: Éste estará encaminado a confirmar que el sistema APPCC funciona correctamente, es decir, si este idéntica y reduce hasta niveles aceptables todos los peligros significativos para el alimento.

Principio 7: Crear un sistema de documentación: es relativo a todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios a su aplicación, y que estos sistemas de PCC puedan ser reconocidos por la norma establecida.

(Es.wikipedia.org/análisis de peligros y puntos de control criticos)

## **2.11. TAMAÑO Y CAPACIDAD DE LA PLANTA.**

La planta de procesos de la Empresa Marbelize S.A., actualmente tiene una capacidad instalada de producción de 140 TM por turno de trabajo por día.

En función de ello, la planta cuenta con seis (6) Cámaras de mantenimiento para el almacenamiento de la materia prima, dos (2) pre-cámaras frigoríficas para el almacenamiento de las materias primas con capacidad total para 5.500 TM de almacenaje, además de contar con tres (3) Túneles de congelación rápida.

Posee cuatro (4) Hornos Cocinadores de acero Inoxidable Marca Fishban que operan con vapor de agua y de un Cocinador continuo de panza, alcanzando una producción variable que varían entre 10 a 11 carros (coches) con capacidad de ocho (8) a diez (10) parrillas.

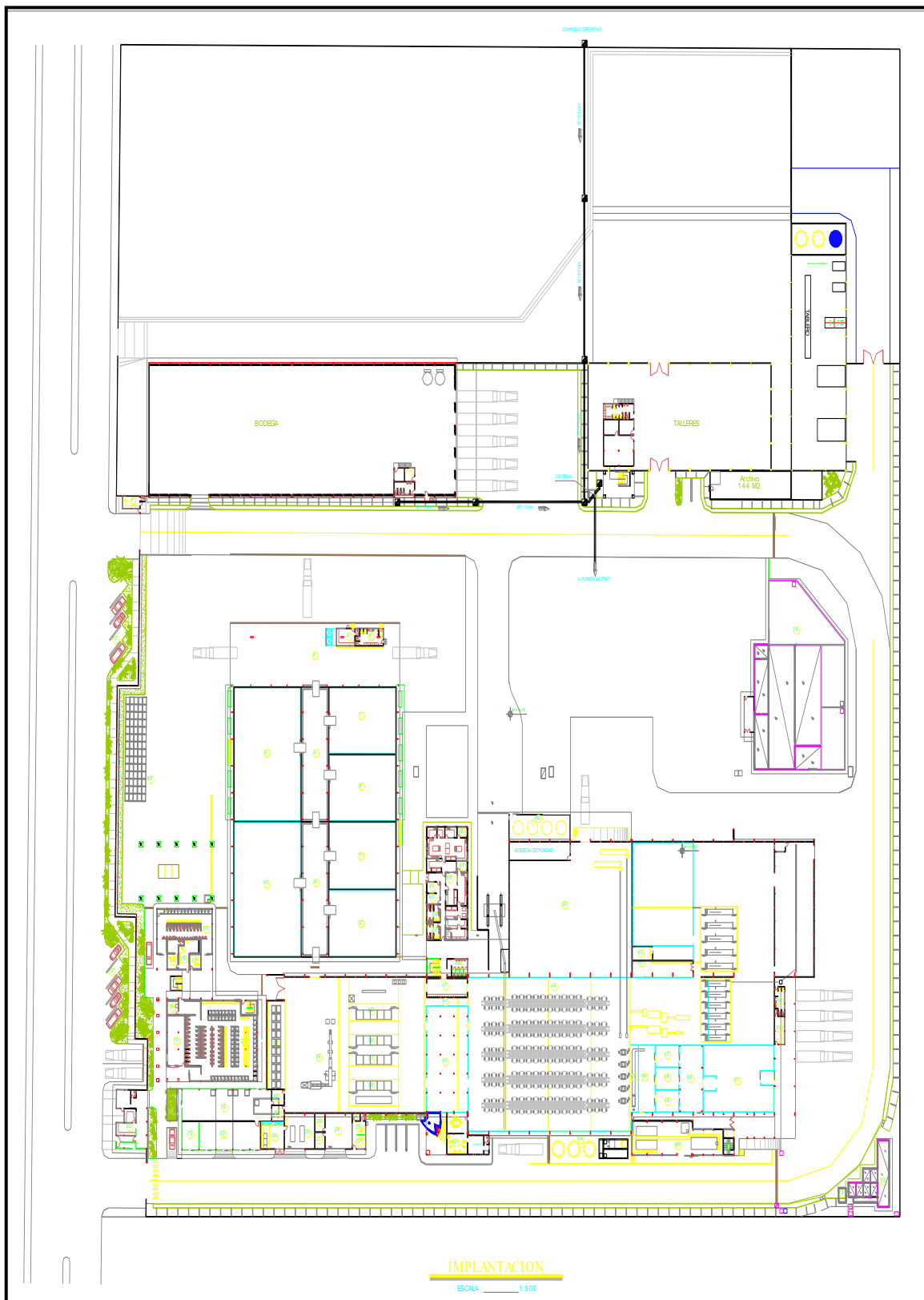
La eficiencia de los Hornos Cocinadores dependerá del tamaño o de la talla de los productos a cocinar, así:

Talla -3	El Rendimiento en producción es de 3 TM.
Talla 3 – 4	El Rendimiento en producción es de 3,5 TM.
Talla 4-6	El Rendimiento en producción es de 5 TM.
Talla 7,5 – 9	El Rendimiento en producción es de 7,5TM.
Talla más de 20	El Rendimiento en producción es de 10 TM.



## 2.12. PLANO GENERAL DE LA PLANTA.

Ilustración 2.1. Plano general de la Empresa Marbelize S.A.



## **3 DISEÑO METODOLÓGICO.**

### **3.1. UBICACIÓN**

La investigación se realizó a los lados de las autoclaves de vapor formando una pequeña cisterna de dos metros de ancho por cinco de largo y dos metros de alto, en el cual se va recuperar el vapor para que se condense, en la empresa MARBELIZE S.A, ubicada en el Km 1,1/2 vía Manta- Rocafuerte.

### **3.2. VARIABLE EN ESTUDIO**

#### **3.2.1. VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Cantidad de Vapor
- Temperatura de condensado

#### **3.2.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

- Diámetro de tuberías
- Cisterna
- Caldero
- Bomba de retorno
- Instalación eléctrica

### **3.3. UNIDAD EXPERIMENTAL.**

- 8 Bridas inox. Ced. 40 1 ½
- 10 codos soldable inox. 90° 1 ½
- 3 uniones inox. 1

- 10 neplos roscados 1 x 8"
- 8 Neplos roscadas 1" x4"
- 16 Codos roscable 90° 1"
- 4 Válvulas de vapor 1"
- 7 Nudos inox. Roscable 1"
- 1 tee inox. Roscable 1 ½"
- 2 Bussing 1 ½" a 1" roscable
- 3 neplos roscable inox. 1 ½" \*3
- 1 Válvula inox. 2"
- 3 Neplos roscable inox 2" x 4"
- 1 Nudo roscable inox 2"
- 20 pernos inox. 5/8 x 2 1/2"
- 20 Tuercas inox. 5/8"
- 20 anillos de presión 5/8"
- 40 anillos planos 5/8"
- 50 pernos inox. 3/8 x 1"
- 50 Tuercas inox. 3/8"
- 15 Discos corte 7" x 1/5"
- 8 kg de electrodo 380 I x 3/32"
- 30 unidades de teflón
- 4 unidades de silicón rojo (permatex)
- 3 Tubos inox. Ced 40 de 1"
- 16 Tubos inox. Ced.40 de 1 ½"
- platinas inox. 1" x 1/8"
- 5 planchas inox. 3mm.

### **3.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO**

Se realizaron algunos pasos a seguir para la formación de la máquina de condensación de enfriamiento forzado, utilizando distintos materiales como lo son:

- El tubo de cobre
- Motor
- Ventilados
- Conexión eléctrica
- Neplos de unión
- Recipiente.

Después de tener todos los materiales comenzamos a formar la unidad de condensador, primero tuvimos que formar el tubo de cobre en un serpentín, además tuvimos que adaptar el ventilador, conexiones eléctricas soldar Nepros de unión con reductor de unión, y una vez que ya está formada procedemos a llevar a cabo la condensación, por lo tanto tenemos que conectarnos a una purga para que el vapor saturado que dentro sea enfriado con el trayecto que va a circular dentro del serpentín.

Cuando la ventilación comienza a funcionar el vapor se automáticamente se va a transformar de sustancia gaseosas (vapor saturado) a sustancia líquida (agua); la velocidad de pérdida de calor cambia continuamente durante el periodo de enfriamiento, cuando la velocidad de ventilación es mayor la temperatura del vapor va a disminuir, así dejamos que la máquina condense en el transcurso de uno diez minutos para ver qué cantidad de agua se recupera y tomar las muestra en un recipiente que este esterilizado, para mandar a realizar los análisis correspondientes para ver si el condensado nos sirve o no nos sirve.

### **3.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS**

Estadística descriptiva de temperaturas y presentación de gráficas de barras, realizadas en software Excell versión 2010.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS AUTOCLAVES DE MARBELIZE S.A.**

Las autoclaves realizan la esterilización de conservas mediante el calentamiento por vapor. Las conservas se introducen a la cámara de esterilizado en carros a través de una plataforma abatible que salva el desnivel del foso. Los carros se van introduciendo en la cámara de esterilizado por medio de la plataforma que se encuentra abatible y de otra plataforma que se encuentra en el interior del autoclave, juntas forman un carril para la introducción de los carros. Un operario va introduciendo los carros hasta el fondo de la autoclave hasta completar la capacidad del mismo.

Una vez completada la capacidad de la cámara, se cierran las puertas herméticamente para dar paso a la esterilización. La esterilización se efectúa automáticamente siguiendo un ciclo de calentamiento-enfriamiento, según unos parámetros de temperatura y tiempo programados previamente. Terminado el proceso una señal de alarma identifica el fin del mismo y se procede a abrir las puertas y sacar los carros de conservas. Una vez esterilizadas las conservas continúa el proceso.

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS EN EL PROCESO DE ENFRIAMIENTO.

Para poder establecer los tiempos y temperaturas en el sistema de enfriamiento se realizó en registro de temperaturas, tiempos en la entrada del Intercambiador, de igual manera se identificaron los tiempos de enfriamiento de las autoclaves. Las temperaturas promedios que se obtuvieron en las cisternas de agua fría y agua caliente, así como la de la salida del chiller hasta el intercambiador de las autoclaves son los siguientes:

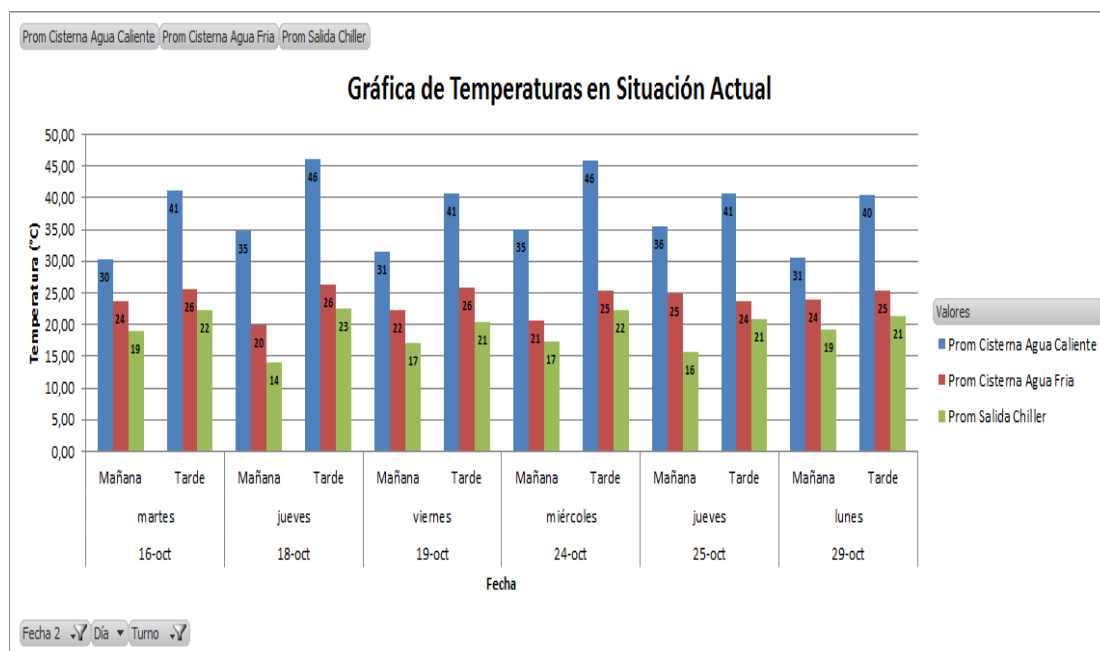
**Tabla 4.1. Determinación de los tiempos y temperaturas en el proceso de enfriamiento**

Fecha	Día	Turno	Prom Cisterna Agua Caliente	Prom Cisterna Agua Fria	Prom Salida Chiller	Dif. Temp. Turno	% Dif. Temp. Turno
16-oct	martes	Mañana	30,25	23,80	18,90	10,92	27%
		Tarde	41,17	25,67	22,27		
18-oct	jueves	Mañana	34,70	19,98	14,05	11,30	25%
		Tarde	46,00	26,38	22,50		
19-oct	viernes	Mañana	31,45	22,18	17,10	9,25	23%
		Tarde	40,70	25,90	20,50		
24-oct	miércoles	Mañana	35,10	20,70	17,40	10,70	23%
		Tarde	45,80	25,40	22,20		
25-oct	jueves	Mañana	35,57	24,90	15,60	5,07	12%
		Tarde	40,63	23,67	20,77		
29-oct	lunes	Mañana	30,50	23,90	19,15	9,90	25%
		Tarde	40,40	25,25	21,30		
Total general			37,59	23,89	19,03	9,52	22%

Elaborado por: Autor

Fuente: Marbelize S.A.

### Ilustración No. 4.1. Gráfica de Temperaturas en Situación Actual



Elaborado por: Autor

Fuente: Marbelize S.A.

La temperatura promedio que sale de la cisterna de agua caliente en el turno de la tarde en relación al de la mañana tiene una diferencia de entre 12 y 27 %, equivalentes en 9 a 11° grados más de temperatura lo que origina el aumento en el tiempo de enfriamiento.

### 4.3. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS EN EL PROCESO MEJORADO.

Con el cambio generado en el sistema la temperatura que salga del chiller cuyo promedio es de 17.34°C se envía directamente al tanque de almacenamiento.



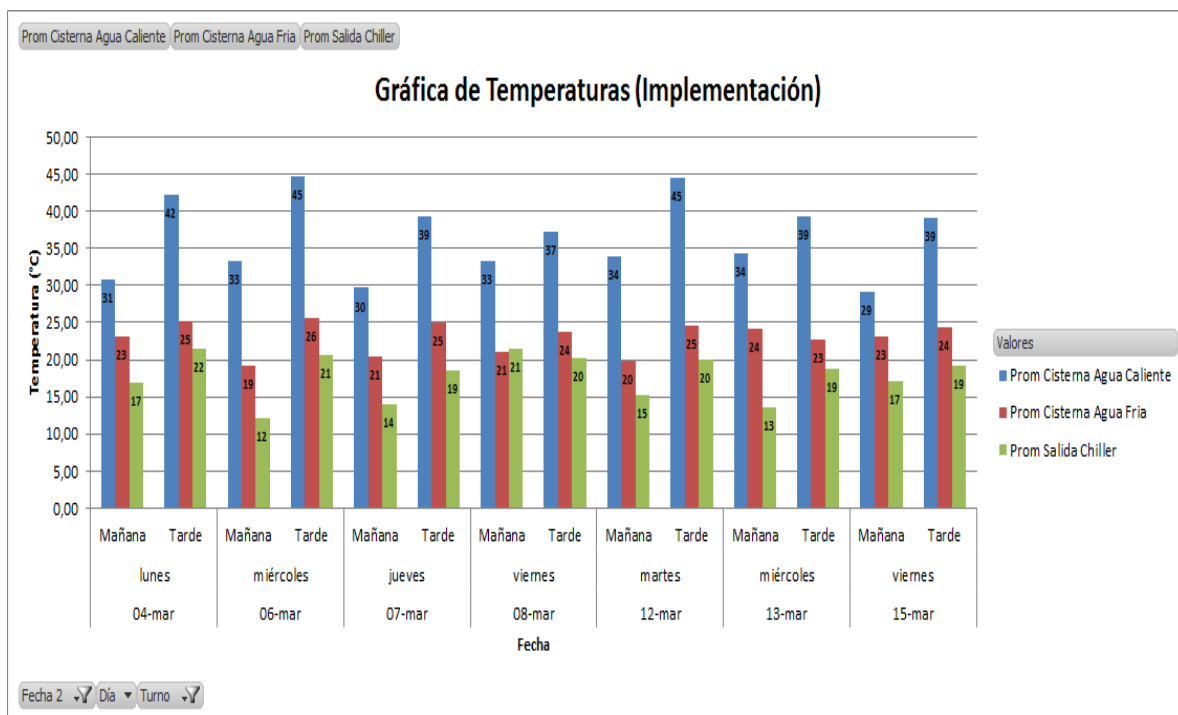
Dado que los tanques de almacenamiento van a estar situados en un área al ambiente, se van a generar pérdidas de energía, lo que provocará que la temperatura aumente en relación a la temperatura ambiente. Con esto se determina que la temperatura promedio en los tanques de almacenamiento va a poder situarse en unos 20,68°C

**Tabla 4.2. Temperatura Propuesta mediante la optimización de enfriamiento en autoclaves**

Fecha	Día	Turno	Prom Cisterna Agua Caliente	Prom Cisterna Agua Fría	Prom Salida Chiller	Prom en Tanque de Almacenamiento	Dif. Temp. Turno en Tanque de Almacenamiento	% Dif. Temp. Turno en Tanque de Almacenamiento
04-mar	lunes	Mañana	30,74	23,07	16,95	20,00	3,00	13%
		Tarde	42,30	25,17	21,55	23,00		
06-mar	miércoles	Mañana	33,37	19,12	12,13	18,00	6,00	25%
		Tarde	44,67	25,55	20,58	24,00		
07-mar	jueves	Mañana	29,67	20,52	14,08	19,00	3,00	14%
		Tarde	39,38	25,08	18,54	22,00		
08-mar	viernes	Mañana	33,38	21,05	21,43	21,00	1,00	5%
		Tarde	37,29	23,77	20,31	22,00		
12-mar	martes	Mañana	33,83	19,90	15,31	18,00	4,00	18%
		Tarde	44,54	24,63	20,12	22,00		
13-mar	miércoles	Mañana	34,29	24,10	13,50	20,00	1,00	5%
		Tarde	39,33	22,81	18,69	21,00		
15-mar	viernes	Mañana	29,22	23,11	17,08	19,00	1,50	7%
		Tarde	39,17	24,45	19,24	20,50		
<b>Total general</b>			<b>36,54</b>	<b>23,04</b>	<b>17,34</b>	<b>20,68</b>	<b>2,79</b>	<b>12%</b>

**Elaborado por: Autor Fuente: Marbelize S.A.**

### Ilustración No. 4.2 Gráfica de Temperaturas con modelo propuesto



Elaborado por: el autor Fuente: Marbelize S.A

Con los cambios generados en el proceso de recirculación de vapor, las temperaturas que ingresan al intercambiador se reducirán en relación de 3 a 6 °C, con lo cual los tiempos de enfriamiento se mantendrán constantes durante el proceso de producción.

#### 4.4. RESULTADOS DE COMPARACIÓN DE CANTIDAD DE RECUPERADO.

Los resultados de recuperado de las autoclaves #7 y #6 dependen del tamaño del producto que se va a esterilizar, en este caso es la conserva de atún en lata de 178gr. La autoclave #7 son 11 minutos de venteo, la cual equivale a un porcentaje de un 8% de la presión del vapor que es de 100 PSI en el proceso.

En cambio los resultados de la autoclave #6 son de 16-17 minutos de venteo, lo que equivale un porcentaje mayor la cual es de 13% con relación a la autoclave#7.

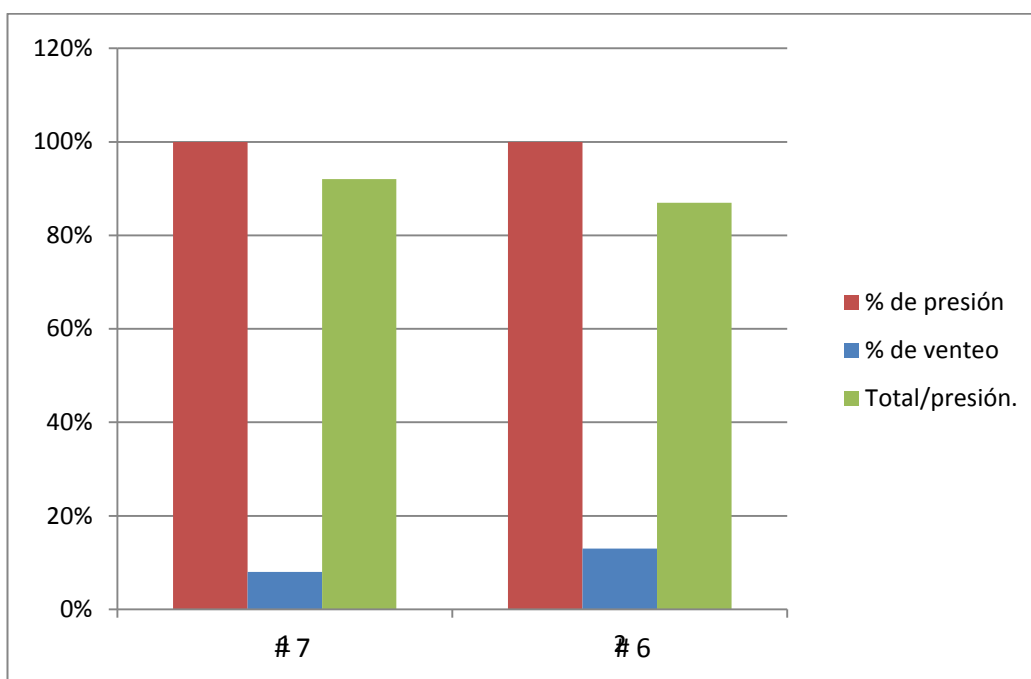
La tabla y la gráfica nos indican que la empresa está perdiendo un porcentaje de 21% de vapor en dos autoclaves, lo cual representa que la empresa tenga un gasto innecesario.

**Tabla 4.3. Resultados de comparación de recuperado**

autoclave	presión	% de presión	% de venteo	Total/presión.
#7	100 PSI	100%	8%	92%
#6	100 PSI	100%	13%	87%

Elaborado por: el autor      Fuente: Marbelize S.A

**Ilustración No. 4.3. Gráfica de comparación de recuperado.**



Elaborado por: el autor Fuente: Marbelize S.A

## **4.5. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN ÁREA DE CALDERO**

La temperatura en el área de caldero es de 25 a 30° C.

### **4.5.1 TEMPERATURA QUE ENTRA EL AGUA A LOS CALDEROS (RETORNO)**

La temperatura del agua al entrar a los calderos es de 80 a 90° C, la cual necesita de un sobrecalentamiento para que el agua se pueda evaporizar en su totalidad, y luego pueda pasar por el distribuidor de vapor.

### **4.5.2. TEMPERATURA EN AREA DE AUTOCLAVES**

La temperatura en el área de autoclaves equivale a un 39° c con relación al medio ambiente.

#### **4.6. COSTO DE EQUIPO**

La implementación de nuestro equipo como sistema de mejoras en el área de autoclave tiene un costo de:

- 8 Bridas inox. Ced. 40 1 ½
- 10 codos soldable inox. 90° 1 ½
- 3 uniones inox. 1
- 10 neplos roscados 1 x 8"
- 8 Neplos roscadas 1" x4"
  
- 16 Codos roscable 90° 1"
- 4 Válvulas de vapor 1"
- 7 Nudos inox. Roscable 1"
- 1 tee inox. Roscable 1 ½
- 2 Bussing 1 ½" a 1" roscable
- 3 neplos roscable inox. 1 ½" \*3
- 1 Válvula inox. 2
- 3 Neplos roscable inox 2" x 4"
- 1 Nudo roscable inox 2"
- 20 pernos inox. 5/8 x 21/2
- 20 Tuercas inox. 5/8"
- 20 anillos de presión 5/8
- 40 anillos planos 5/8
- 50 pernos inox. 3/8 x 1"

- 50 Tuercas inox. 3/8
- 15 Discos corte 7" x 1/5"
- 8 kg de electrodo 380 l x 3/32
- 30 unidades de teflón
- 4 unidades de silicón rojo (permatex)
- 3 Tubos inox. Ced 40 de 1"
- 16 Tubos inox. Ced.40 de 1 1/2"
- platinas inox. 1" x 1/8"
- 5 planchas inox. 3mm.

COSTO MATERIALES = \$ 4780

COSTO MANO DE OBRA = \$ 1500

COSTO TOTAL = \$ 6280

#### **4.7. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO**

- Consumo de agua por día: \$156.00
- Consumo de bunker por día: \$500.00
- Consumo de energía en kw x Día: \$30.00

Lo que dan un total de \$686,00 de gasto diario. Si el objetivo del sistema es el ahorro en un 20% estimado de gastos en autoclaves se concluye que diariamente se ahorra \$137,20 con lo que mensualmente de acuerdo a los días de producción resulta un ahorro mensual de \$2744,00, lo que se concluye que en tres meses recupera la inversión realizada y a partir de este momento la empresa obtiene ganancias a partir de la recuperación de vapor y su condensación en los autoclaves de la empresa.

## **5. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIÓN**

Con el sistema de recuperación de vapor se obtiene los siguientes beneficios: Evitamos impacto ambiental, daños estructurales, pérdida de vapor, gastos económicos.

- Se optimiza la mano de obra productiva.
- Se incrementa la eficiencia de las 11 autoclaves
- Se mantienen el porcentaje del vapor

La recuperación del vapor en la etapa del estilizado, evita que la temperatura se incremente y reduciremos la pérdida de vapor innecesaria.

La implementación del sistema del condensado la empresa Marbelize s.a. obtiene un ahorro de \$2744,00 mensual, que es muy significativo, e incluso el retorno de la inversión se lleva a cabo en tres meses, que a partir de ese punto la empresa obtiene sólo ganancias y sumado a los beneficios que se enfoca en la calidad organoléptica de nuestro producto.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Para el proceso de esterilizado que se utiliza en la planta MARBELIZE S.A. es recomendable la implementación un sistema de recuperado y condensado, se optimice la eficiencia de la pérdida del vapor.
- Se debe implementar el sistema da recuperado y la condensación de vapor para la empresa optimizan tiempos, se incrementa la eficiencia en los equipos de autoclave, y se ahorra dinero en el proceso productivo.

- Se recomienda el buen manejo de tiempos en el sistema de condensación para que el vapor que sale sea recuperado y retorne al área de caldero minimizar el consumo de agua.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Austin Gavin. Lisa M. Weddi. The food processors Institute Sexta Edición 1995
- 2) Carnicer, E. Aire Comprimido Teoría y Cálculo de las Instalaciones. Ed. Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1977. pág. 220
- 3) Mariana Resabala Arauz, 1998. Definiciones y conceptos. Estrés Térmico, Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER):98-102  
ecuador.acambiode.com/notas\_prensa
- 4) Mariana Resabala Arauz, 1998. Especificaciones Técnicas. Autoclaves Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER)
- 5) Rosaler C. Robert P.E. Manual de mantenimiento industrial (Tomo III)  
LIBROS MCGRAW-HILL DE MEXICO, S.A. DE C.V.1987

### WEBGRAFÍA:

[www.apeal.org](http://www.apeal.org)

[www.archivo de PDF](#)

[www.articulos.mem.wikispaces.net/file/view/](http://www.articulos.mem.wikispaces.net/file/view/)

[www.autoclave.es](http://www.autoclave.es)

[www.catelectricpowerinfo.com](http://www.catelectricpowerinfo.com)

[www.catelectricpowerinfo.com](http://www.catelectricpowerinfo.com)

[www.conservasenlata.com/opinion\\_v.php](http://www.conservasenlata.com/opinion_v.php)

[www.diclib.com/autoclave/show/es/es\\_wiki\\_10/32126](http://www.diclib.com/autoclave/show/es/es_wiki_10/32126)

[www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/o/oob23788ef00042a8c125714d004ea6f0/%24file](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/o/oob23788ef00042a8c125714d004ea6f0/%24file)

[www.librepensamiento.com](http://www.librepensamiento.com)

[www.pescablanca.com/noti\\_pesca\\_blanca.php?id=304gid=2](http://www.pescablanca.com/noti_pesca_blanca.php?id=304gid=2)

[industrias\\_alimentarias.blogspot.com/2010/06/para-que-sirve-un-caldero.html](http://industrias_alimentarias.blogspot.com/2010/06/para-que-sirve-un-caldero.html)

[www.festo.com/INetDomino/coorp\\_sites/es/index\\_hq.htm](http://www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/es/index_hq.htm)

[www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/.../termoins.shtml)

[www.parro.com.ar/definicion-de-condensaci%3n](http://www.parro.com.ar/definicion-de-condensaci%3n)

[www.parro.com.ar/definicion-de-rejilla+de+retorno](http://www.parro.com.ar/definicion-de-rejilla+de+retorno)

pdf es. [Wikipedia.org/wiki/an{alisis\\_de\\_peligros\\_y\\_puntos\\_de\\_control\\_criticos](http://Wikipedia.org/wiki/an{alisis_de_peligros_y_puntos_de_control_criticos)

[www.quiminet.com/pro/calderas.htm](http://www.quiminet.com/pro/calderas.htm)

[www.serviciotecnicocalderasmadrid.com](http://www.serviciotecnicocalderasmadrid.com)

[www.viddler.com/explore/zass/videos/1/](http://www.viddler.com/explore/zass/videos/1/)

## ANEXOS

### ANEXO 1 AUTOCLAVES DE CASCADAS Y DE VAPOR



## ANEXO 2

### PÉRDIDA DE VAPOR DE LAS DOS AUTOCLAVES



**ANEXO 3**  
**DOSIFICADOR DE VAPOR**



## ANEXO 4

### DIAGRAMA PROPUESTO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS AUTOCLAVES

