

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL

Trabajo Monográfico:

**“LANZAMIENTO DE NUEVA LÍNEA DE ENVASADO PET
ULTRA CLEANING PARA MALTIN POWER”**

Presentado por:

BILLY DIEGO FRANCO MELÉNDEZ

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“LANZAMIENTO DE NUEVA LÍNEA DE ENVASADO PET *ULTRA CLEANING*
PARA MALTIN POWER”**

Presentado por:

BILLY DIEGO FRANCO MELÉNDEZ

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Walter F. Salas Valerio

PRESIDENTE

Mg.Sc. Fanny Ludeña Urquiza

MIEMBRO

Dra. Ana Aguilar Galvez

MIEMBRO

Ph.D. Luis Fernando Vargas Delgado

TUTOR

Lima - Perú

2018

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	INTERCAMBIADOR DE PLACAS	2
2.1.1	TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	3
2.1.2	PLACAS CORRUGADAS	4
2.1.3	MATERIALES DE LOS INTERCAMBIADORES	5
2.1.4	CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE SU USO	6
2.2	PASTEURIZACIÓN.....	7
2.2.1	CLASIFICACIÓN DE LA PASTEURIZACIÓN.....	8
2.3	ESTERILIZADOR DE LUZ PULSADA (<i>CLARANOR</i>)	11
2.4	MANUFACTURA DE BEBIDAS CARBONATADAS.....	11
2.4.1	ÍNDICES DE FALLO	12
2.5	ENVASE PLÁSTICO	13
2.6	RADIACIÓN IONIZANTE.....	15
2.7	LUZ PULSADA.....	15
2.8	RADIACIÓN UV.....	16
2.9	NATAMICINA	16
III.	DESARROLLO DEL TEMA.....	18
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	18
3.1.1	MALTIN POWER	18
3.1.2	PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS	18
3.1.3	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	18
3.1.4	PÚBLICO DIRIGIDO.....	19
3.2	PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BOTELLA SOPLADA	19
3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA BOTELLA SOPLADA.....	20
3.3	PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA TAPA ESTÉRIL.....	23
3.3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA TAPA ESTÉRIL.....	23
3.4	PROCESO DE ENVASADO DE MALTIN POWER.....	25

3.4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO DE MALTIN POWER	26
3.5	<i>ULTRA CLEANING</i>	32
3.5.1	SISTEMA <i>CLEANING IN PLACE</i> (CIP)	32
3.5.2	LIMPIEZA AUTOMÁTICA	33
IV.	CONCLUSIONES	34
V.	RECOMENDACIONES	35
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
VII.	ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1:	Principales aleaciones utilizadas en los intercambiadores de calor de placas.....	5
Cuadro 2:	Materiales utilizados en los empaques de las placas y su máxima temperatura operación	6
Cuadro 3:	Características de los intercambiadores de calor de placas.....	6
Cuadro 4:	Métodos de pasteurización	9
Cuadro 5:	Aproximaciones de las unidades de pasteurización	10
Cuadro 6:	Propiedades fisicoquímicas de Maltin Power	18
Cuadro 7:	Etapas de limpieza externa en llenadora	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Despiece de un intercambiador de calor de placas desmontables	2
Figura 2:	Placas con diferentes patrones de corrugado	4
Figura 3:	Arreglo de flujo en serie, en paralelo y de múltiples pasos	5
Figura 4:	Representación gráfica de las condiciones principales en la pasteurización	10
Figura 5:	Diagrama de flujo de la botella soplada	19
Figura 6:	Fases de producción en sopladora (vista superior)	22
Figura 7:	Diagrama de flujo del proceso para la obtención de la tapa estéril..	23
Figura 8:	Diagrama de flujo de envasado de Maltin Power.....	25
Figura 9:	Trayecto de los envases a través del módulo de llenado	28
Figura 10:	Zonas de pasteurizador Túnel.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE ENVASADO DE MALTIN POWER EN ENVASE PET	37
ANEXO 2:	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS.....	38
ANEXO 3:	DATOS TÉCNICOS DEL FLASH PARA SOPORTAR PRODUCTO	38
ANEXO 4:	PRESENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ENVASES Y EMBALAJES	39

RESUMEN

El presente trabajo permitió evidenciar la proyección y ejecución de una nueva línea de envasado PET con condiciones ultra higiénicas y procesos inocuos a fin de obtener una bebida nutritiva de mayor calidad reduciendo las concentraciones del conservante en la bebida final. El alcance implica desde la recepción del producto semi elaborado (Maltin Power Filtrada) hasta la entrega del producto final con el extracto establecido. Este trabajo abarcó desde cómo se determinaron las condiciones que debe presentar el área de trabajo, tales como: las capacidades de tanques, circuitos de limpieza, estructuras y *layout* de la planta; hasta los procesos que exige el producto final como la pasteurización *flash* y la pasteurización túnel, entre los más resaltantes; así como determinar los equipos necesarios para el proceso y establecer las frecuencias de las diferentes limpiezas. Fue también parte de la implementación de procesos la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del producto final así como los diversos procedimientos para obtenerlos: tales como acidez, turbidez de agua, pH y extracto. A su vez, se deseó mostrar la puesta en marcha del proyecto en donde se obtuvieron las velocidades ideales de cada proceso y la creación de las diferentes recetas de trabajo a nivel de limpieza y producción. Así como también se estableció los procesos de verificación y control para validar lo propuesto en el producto final. En lo que se refiere a gestión, se observó la creación del manual HACCP de acuerdo al alcance de la planta y la determinación de los Puntos Críticos de Control.

Palabras clave: Bebida Nutritiva, Esterilización, *Ultra Cleaning*, Puntos Críticos de Control.

ABSTRACT

The present work made it possible to demonstrate the projection and execution of a new line of PET packaging with ultra-hygienic conditions and innocuous processes in order to obtain a nutritious drink of higher quality reducing the concentrations of the preservative in the final drink. The scope involves from the reception of the semi-finished product (Maltin Power Filtered) to the delivery of the final product with the established extract. This work ranged from how the conditions that the work area should present were determined, such as: tank capacities, cleaning circuits, structures and layout of the plant; up to the processes demanded by the final product such as flash pasteurization and tunnel pasteurization, among the most outstanding; as well as determine the necessary equipment for the process and establish the frequencies of the different cleanings. It was also part of the implementation of processes the determination of the physicochemical and microbiological parameters of the final product as well as the various procedures to obtain them: such as acidity, water turbidity, pH and extract. At the same time, the start-up of the project was expected to be shown, where the ideal speeds of each process were obtained and the creation of the different work recipes at the cleaning and production level. As well as the verification and control processes were established to validate the proposed in the final product. With regard to management, the creation of the HACCP manual was observed according to the scope of the plant and the determination of the Critical Control Points.

Keywords: Nourishing Drink, Sterilization, Ultra Cleaning, Critical Control Points.

I. INTRODUCCIÓN

Se dispuso dar marcha al proyecto citado con la finalidad de obtener una bebida nutritiva natural sin conservantes. Anteriormente la receta de Maltin Power contenía dentro de su fórmula nisina y natamicina, los cuales colaboraban con la conservación post envasado en otra línea de envasado pero perjudicaba el enfoque de mercado del producto: personas jóvenes y niños, pues al contener antibióticos dentro de receta estos podrían generar resistencia a diversos microorganismos.

El presente trabajo estuvo referido a evidenciar las demandas de una nueva línea de envasado PET con la tecnología ultra *cleaning* para poder obtener un producto envasado de la calidad de una bebida nutritiva sin preservantes.

Para ello se cumplieron una serie de condiciones estrictas, sobre todo en aquellas operaciones donde la maquinaria tiene contacto directo con el producto inocuo para garantizar la higiene del envasado corroborado en los resultados microbiológicos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTERCAMBIADOR DE PLACAS

Los intercambiadores de calor, son equipos industriales diseñados para transferir calor entre dos fluidos. Esencialmente un intercambiador de calor de placas consta de un número de placas metálicas corrugadas, las cuales tienen en su borde un empaque o algún otro método de sujeción, el cual sella completamente el espacio que hay entre placa y placa y por donde pasa un fluido, el cuál transfiere calor a sus vecindades (Morales 2013).

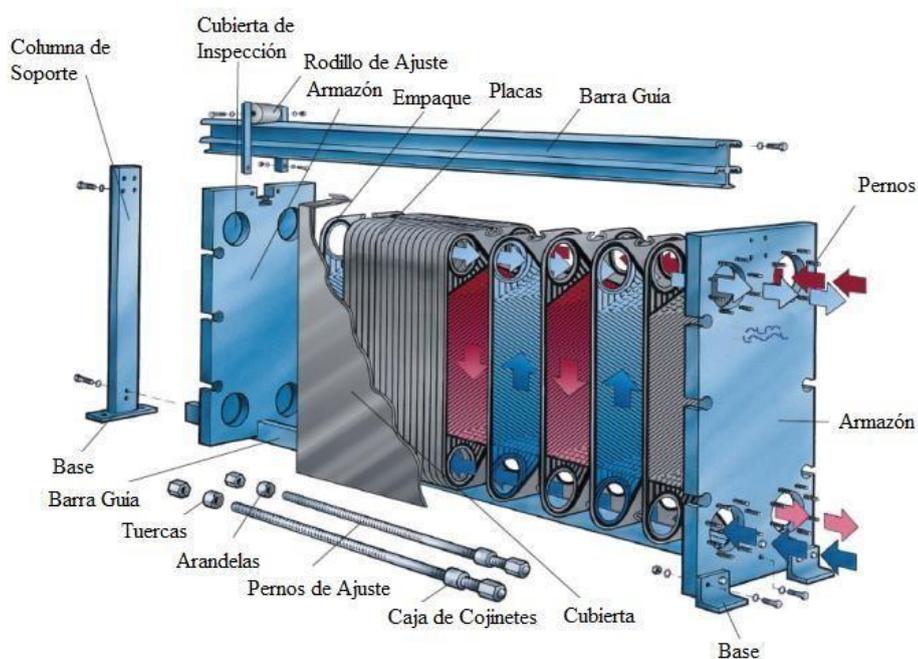


Figura 1: Despiece de un intercambiador de calor de placas desmontables.

FUENTE: Tomado de Morales 2013

De acuerdo a Morales (2013), es posible observar en la figura 1 las entradas y salidas de los flujos, así como todas las partes que componen un intercambiador de calor de este tipo. La estructura externa del equipo presiona fuertemente las placas a fin de que no exista ninguna fuga, pues es de extrema importancia que los fluidos de trabajo jamás se mezclen debido a que casi siempre no son compatibles y por lo tanto, sólo debe existir transferencia de calor.

Cuando las placas son ensambladas, el espacio que hay entre ellas puede variar de entre los 1 y 7 mm, que es por donde subsecuentemente pasa el fluido. El tamaño y el número de las placas están en función primeramente del área de transferencia de calor deseado, del caudal, de las propiedades del fluido, de la caída de presión que pueda tener el flujo y de la temperatura (Morales 2013).

Comúnmente estos equipos se utilizan en la industria alimentaria, ya que originalmente fueron concebidos para su uso en la pasteurización, pero debido a su versatilidad se han extendido en procesos que van desde la refrigeración industrial hasta la producción de químicos, es por esto que se han desarrollado diferentes tipos de intercambiadores de calor (Morales 2013).

2.1.1 TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

Morales (2013) clasifica a los intercambiadores de calor en los siguientes:

a. Intercambiadores de calor de placas unidas por empaques

Son los intercambiadores de calor de placas más comunes, de los cuáles ya se mencionaron anteriormente sus características, los empaques pueden ser adheridos a las placas con un pegamento o con una especie de clip que se sujeta a las muescas que posee la placa.

b. Intercambiadores de calor de placas soldadas

Estos equipos son diseñados para poder realizar procesos térmicos con fluidos a temperaturas y presiones altas. Consisten básicamente en el mismo arreglo de varias placas metálicas corrugadas, pero que en este caso son soldadas una con otra, por esta razón no tienen ningún elemento de la estructura de sujeción como lo son las barras, los pernos o las columnas.

c. Intercambiadores de calor de placas con doble pared

Este tipo de intercambiadores de calor son diseñados para aumentar la seguridad al manipular flujos que podrían contaminarse o reaccionar al contacto. Dos placas son sujetas una sobre la otra de tal forma de que haya un espacio entre ellas, en dado caso de que exista una fuga, el fluido pasa a través de este espacio hacia el exterior del

intercambiador. De esta forma se hacen uniones de pares de placas, estas unidas a su vez por empaques.

d. Intercambiadores de calor de placas soldadas y unidas con empaques

Este tipo de intercambiadores de calor son utilizados cuando uno de los fluidos de trabajo es altamente corrosivo y los empaques no son aptos para este flujo. Las dos placas soldadas forman un espacio por el cual el flujo corrosivo pasa sin mayor problema, por otro lado, los empaques tradicionales se usan para el flujo que no presenta dichos inconvenientes.

2.1.2 PLACAS CORRUGADAS

Son el principal elemento en los intercambiadores de calor de este tipo, ya que a través de las placas se realiza la transferencia de calor. Las formas de estas (figura 2) juegan un papel esencial en el proceso ya que el objetivo principal de darle un perfil corrugado a las placas es para inducir mayor turbulencia en el fluido y por ende obtener mayores coeficientes de transferencia de calor, a su vez incrementan la superficie de transferencia y la resistencia mecánica de las placas (Morales 2013).



Figura 2: Placas con diferentes patrones de corrugado.

FUENTE: Tomado de Morales 2013

De igual modo, Morales (2013) menciona que las placas presentan diferentes configuraciones en sus entradas, pudiendo encontrarse ésta tapadas o no, con el fin de darle al flujo cierto arreglo en el intercambiador de calor, como es el caso del arreglo en serie, en paralelo o con múltiples pasos, como se muestra en la figura 3; esto se hace con el propósito de adecuar el intercambiador de calor a las demandas requeridas.

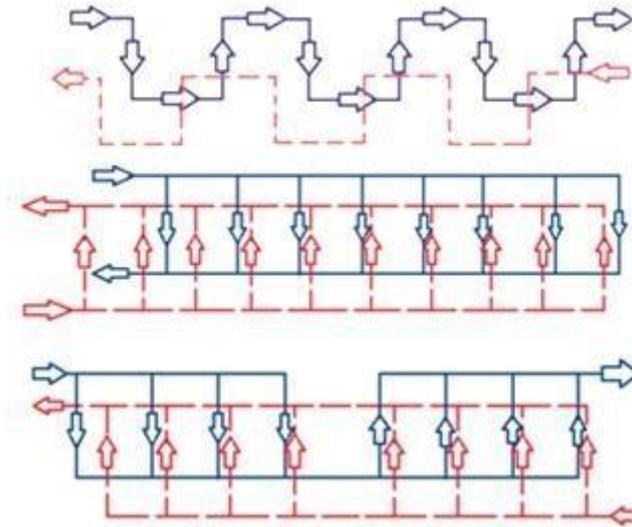


Figura 3: Arreglo de flujo en serie, en paralelo y de múltiples pasos.

FUENTE: Tomado de Morales 2013

2.1.3 MATERIALES DE LOS INTERCAMBIADORES

De acuerdo a Morales (2013), los materiales utilizados en la construcción de las placas dependen de los propósitos del proceso y los fluidos que en ellos circulen, básicamente en ellas se utilizan los materiales mostrados en el cuadro 1.

Cuadro 1: Principales aleaciones utilizadas en los intercambiadores de calor de placas

Acero Inoxidable AISI 304	Incoloy 825
Acero Inoxidable AISI 316	Monel 400
Avesta SMO 254	Hastelloy B
Titanio, titanio-0,2%	Hastelloy C-276
Tantalio	Aluminum brass 76/22/2
Inconel 600	Cupronickel (70/30)
Inconel 625	Diabon F 100

FUENTE: Tomado de Morales 2013

Así mismo los materiales de los que están hechos los empaques pueden variar según los requerimientos del sistema a utilizar (cuadro 2), según cita Morales (2013).

Cuadro 2: Materiales utilizados en los empaques de las placas y su máxima temperatura operación

MATERIAL	MÁXIMA TEMPERATURA
Caucho estireno-butadieno	80 °C
Caucho de nitrile	140 °C
Caucho etileno-propileno	150 °C
Caucho curado con resina	140 °C
Cauchos de fluoro-carbono	180 °C
Fluoro-elastómeros	100 °C
Fibras comprimidas de asbestos	260 °C

FUENTE: Tomado de Morales 2013

2.1.4 CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE SU USO

En el cuadro 3 se pueden observar varias características que presentan los intercambiadores de calor de placas en general (Morales 2013).

Cuadro 3: Características de los intercambiadores de calor de placas

Máxima presión operacional	25-30 [bar]
Máxima temperatura operacional	160-200 [°C]
Máximo flujo volumétrico	3600 [m ³ /h]
Coeficiente de transferencia de calor	3000-7500 [W/m ² *°C]
Área de transferencia de calor	.1-2200 [m ²]
Diámetro máximo de entrada o salida de flujo	.45 [m]
Eficiencia máxima de transferencia de calor	93%

FUENTE: Tomado de Morales 2013

Morales (2013) señala que, además de conocer las características de los materiales es apropiado también tener claro cuáles son las principales ventajas que presentan los intercambiadores de calor de placas con respecto a los otros tipos de intercambiadores de calor, específicamente los de tubos y coraza:

- **Alta turbulencia y altos coeficientes de transferencia de calor.** Las placas corrugadas promueven el cambio de la dirección y de velocidad del fluido, esto se traduce en altos niveles de turbulencia y grandes coeficientes de transferencia de calor.
- **Reducción de incrustaciones.** Debido a la alta turbulencia, al flujo relativamente uniforme y a la superficie lisa de las placas.
- **Poco riesgo de contaminación entre fluidos.** Como se mencionó anteriormente, existen varios tipos de unión de las placas que eliminan la posibilidad de contacto entre flujos.
- **Intercambiador de calor puramente a contraflujo.** En estos intercambiadores de calor los fluidos de trabajo circulan en direcciones contrarias, incrementando la diferencia de temperaturas, que favorece la transferencia de calor.
- **Expandible.** Gracias a su diseño, los intercambiadores de calor de placas pueden ser modificados agregando o quitando placas a su estructura, además se le puede hacer pasar más de dos flujos de trabajo, instalando divisores de secciones entre las placas.
- **Ligeros y compactos.** Estos intercambiadores son mucho más ligeros y su tamaño puede llegar a ser una quinta parte de sus equivalentes.
- **Aplicaciones en fluidos viscosos.** Debido a que las placas promueven una gran turbulencia a velocidades relativamente pequeñas, se pueden obtener en este tipo de intercambiadores de calor, flujos turbulentos para fluidos muy viscosos.
- **Facilidad en su operación y mantenimiento.** Un intercambiador de calor de placas puede ser fácilmente abierto para su inspección y limpieza, a su vez no presenta una cantidad considerable de vibraciones o ruido al ser utilizado.

Morales (2013) señala que, las dos grandes desventajas del intercambiador de placas frente a los del tipo de tubos y coraza son; la capacidad de manipular grandes flujos volumétricos y las relativamente mayores pérdidas de presión.

2.2 PASTEURIZACIÓN

Morales (2013) señala que, la aplicación más extendida de los intercambiadores de calor de placas se puede observar en la pasteurización de alimentos, ya sea de jugos, leche o cualquier otro líquido utilizado en la industria alimentaria. La pasteurización es un proceso térmico en el cual los alimentos son expuestos a relativamente altas temperaturas durante un período de tiempo, generalmente seguido de un enfriamiento rápido para que de esa forma se eliminen los organismos que hay en ellos.

Los objetivos de la pasteurización son dos (Morales 2013):

- a. Incrementar la seguridad al consumir el producto, debido a la eliminación de la mayoría de los microorganismos patógenos.
- b. Prolongar la fecha de consumo de los productos y por lo tanto estabilizar el tiempo de vida que pueda tener.

En el mercado es posible encontrar muchas variantes de los procesos de pasteurización, pero el que se tiene más en cuenta es aquel que utiliza el método *High Temperature Short Time* (HTST) que hace alusión a las altas temperaturas alcanzadas en el proceso y al corto tiempo en el cual el fluido se sujeta a estas temperaturas (Morales 2013).

Morales (2013) menciona que la clasificación de los métodos de pasteurización es básicamente respecto a la forma en que se desarrolla la línea de producción. A continuación, se muestra un listado con breves explicaciones sobre estos diferentes procesos.

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA PASTEURIZACIÓN

a. Pasteurización discontinua

En este tipo de pasteurización, el fluido procesado no se trata de manera constante, ya que el fluido es puesto en una caldera con una sección de calentamiento (*jacketed kettle*) en la cual comúnmente pasa por ella vapor de agua y calienta el contenido, el cual es después vertido. En el caso de la leche esta es calentada hasta que llega a los 65 °C y mantenida a esa temperatura aproximadamente durante 30 minutos. Seguido de esto, la leche es enfriada y mezclada, para que se lleven a cabo futuros procesos (Morales 2013).

La mayor desventaja que presenta este método son las altas demandas de tiempo y de energía que se requiere para realizar la pasteurización, según Morales (2013).

b. Pasteurización continua

Morales (2013) menciona que, ésta se desarrolla de manera ininterrumpida y puede darse de los siguientes modos:

- Alta temperatura- corto tiempo o *High temperature short time* (HTST)

- Mayor calor -menor tiempo o *Higher heat shorter time* (HHST)
- Ultra pasteurización y esterilización

c. Relaciones numéricas en la pasteurización

Morales (2013) muestra el cuadro 4, donde es posible ver los valores del tiempo y la temperatura que se tiene presentes en los procesos anteriormente mencionados.

Cuadro 4: Métodos de pasteurización

TEMPERATURA	TIEMPO	TIPO DE PASTEURIZACIÓN
63 °C	30 minutos	Pasteurización Discontinua
72 °C	15 segundos	Pasteurización HTST
89 °C	1 segundo	Pasteurización HHST
90 °C	0,5 segundos	Pasteurización HHST
94 °C	0,1 segundos	Pasteurización HHST
96 °C	0,05 segundos	Pasteurización HHST
100 °C	0,01 segundos	Pasteurización HHST
138 °C	2 segundos	Ultra Pasteurización

FUENTE: Tomado de Morales 2013

Para poder obtener una relación de estas dos variables, en la industria se ha desarrollado un término denominado unidades de pasteurización o *Pasteurization Unit* (PU). Este índice representa la calidad de un producto al ser pasteurizado, este valor entre más alto sea, el tiempo de vida del producto será a su vez mayor (Morales 2013).

Morales (2013) cita una expresión válida para calcular este número de la siguiente manera:

$$PU = \tau \cdot 1,393^{(t-60)}$$

Donde:

PU son las unidades de pasteurización

τ es el tiempo de residencia del fluido bajo una temperatura específica (s)

t es la temperatura alcanzada (°C)

Finalmente, Morales (2013) expone en el cuadro 5, las combinaciones entre los valores del tiempo y la temperatura alcanzada para obtener determinadas unidades de pasteurización.

Cuadro 5: Aproximaciones de las unidades de pasteurización

PU APROXIMADO	15				80					500			
Temperatura (°C)	50	60	72	84	50	60	72	84	90	60	72	84	90
Tiempo de Residencia (s)	413	15	,28	,005	2203	80	1,5	,03	,004	500	9,3	,17	,024

FUENTE: Tomado de Morales 2013

A su vez podemos observar tres rectas en la figura 4, la primera muestra las condiciones en las cuales la mayoría de los microorganismos mueren debido a la temperatura, la segunda recta indica bajo qué condiciones empiezan a destruirse las principales enzimas de la leche y por último se puede observar una recta que indica los estándares aproximados de pasteurización, según Morales (2013).

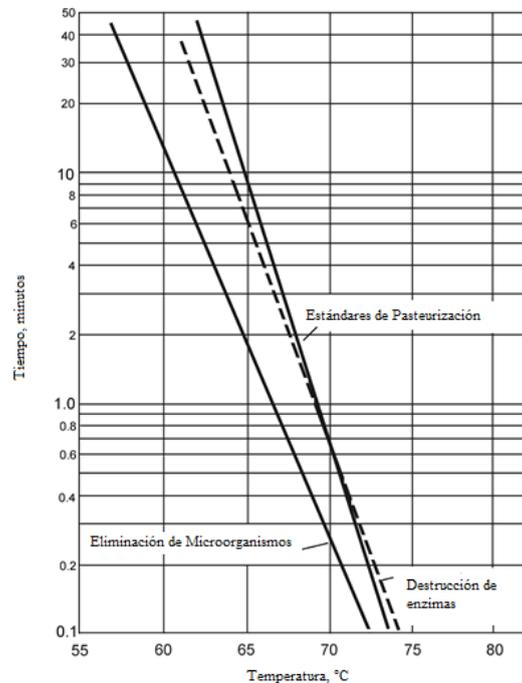


Figura 4: Representación gráfica de las condiciones principales en la pasteurización.

FUENTE: Tomado de Morales 2013

2.3 ESTERILIZADOR DE LUZ PULSADA (CLARANOR)

De acuerdo a Levy (2010), la descontaminación microbiana es una de las principales preocupaciones del sector agroalimentario. Las nuevas tecnologías de descontaminación física, conocidas como *athermic*, se utilizan cada vez más. La *Luz Pulsada*, usada para descontaminar superficies y líquidos claros, es una de ellas. Utiliza luz UV blanca, que se entrega en menos de un milisegundo. El objetivo de este estudio fue caracterizar primero el tratamiento por luz pulsada mediante las cantidades físicas apropiadas (fluencia, tensión en los terminales de la lámpara, etc.), conectando una dosis de luz con el nivel de descontaminación microbiana.

El equipo piloto de la empresa Claranor reveló una reducción logarítmica de hasta más de cinco unidades en esporas de *B. subtilis* y varias otras especies de bacterias esporuladas con fluencias inferiores a 1,5 J/cm². El desarrollo de un método de inoculación en aspersión permitió evaluar la eficacia descontaminante de la luz sobre diferentes superficies, incluyendo hidrófobos, mediante la pulverización de los microorganismos en capas formados por una sola espesor de las células (Levy 2010).

La aplicación de la tecnología a superficies inertes tales como poliestireno mostró descontaminación, en particular sobre esporas de *B. subtilis*, y *A. niger*, mayor que cuatro ciclos logarítmicos utilizando fluencias inferiores a 1 J/cm². La influencia de factores relacionados con el sistema de iluminación ha demostrado ser de suma importancia para las longitudes de onda UV, pero no reduce la eficacia de UV-C solo. La eficacia de la tecnología llevó a un estudio sobre la descontaminación del jarabe de azúcar para aplicaciones industriales. Una reducción mayor que tres ciclos logarítmicos de esporas *A. acidoterrestris* en jarabe de sacarosa se obtuvo en un flujo continuo, sobre un espesor de 10 mm de líquido (Levy 2010).

2.4 MANUFACTURA DE BEBIDAS CARBONATADAS

Robertson (2012) señala que, los refrescos se prepararon disolviendo la azúcar granulada en agua especialmente tratada o, alternativamente, diluyendo el azúcar líquido con esta agua. Se añadieron entonces una diversidad de ingredientes incluyendo agentes aromatizantes y colorantes, acidulantes (invariablemente ácido cítrico o fosfórico) y

conservantes. Se añadieron otros constituyentes tales como zumo de fruta o fruta triturada, agentes de endurecimiento, edulcorantes artificiales, agentes de enturbiamiento, antioxidantes y agentes espumantes, dependiendo del producto particular que se fabrica. Actualmente, los refrescos de *dieta* en los que el azúcar ha sido reemplazado con un edulcorante artificial (típicamente el aspartame) se han vuelto muy populares.

De acuerdo a Robertson (2012), las bebidas gaseosas se preparan ahora casi exclusivamente utilizando el sistema de pre mezcla, con lo que el jarabe mezclado, después de la pasteurización instantánea si es necesario, se mezcla con agua tratada con gas, antes de la entrega al material de relleno. Aunque tradicionalmente el producto ha sido enfriado a 1 °C - 3 °C antes de su llegada a la carga con el fin de minimizar la pérdida de carbonatación y facilitar el llenado, se han introducido rellenos y equipos auxiliares capaces de manipular el producto a temperatura ambiente.

El grado de carbonatación de los refrescos se expresa típicamente en volúmenes de CO₂. Cada volumen produce aproximadamente 1 atm (101 kPa) de presión interna. La temperatura tiene un efecto significativo en la presión interna, una bebida de cuatro volúmenes tal como una cola que se eleva a 7 atm a 38 °C y a 10 atm a temperaturas máximas de almacenamiento/pasteurización (Griff, citado por Robertson 2012). El nivel de carbonatación de bebidas varía de 1,5 volúmenes para cítricos y otros refrescos a base de frutas a cuatro volúmenes para bebidas de cola comunes y cinco volúmenes para *soda club* y *ginger ale* (Robertson 2012).

2.4.1 ÍNDICES DE FALLO

Los tres principales índices de fracaso en bebidas carbonatadas son la pérdida de carbonatación, oxidación y/o hidrólisis ácida de los aceites esenciales de sabor y colorantes y pérdida de color y cambios indeseables en el sabor causado por la luz. La pérdida de carbonatación es en gran medida una función de la eficacia del envase para proporcionar una barrera a la penetración de gas, mientras que la oxidación puede impedirse en gran medida mediante el uso de aromas y antioxidantes de alta calidad, desaireando la mezcla antes de la carbonatación y minimizando la exposición del producto a la luz. Los colorantes de origen natural y artificial pueden verse afectados por O₂, y el resultado

habitual es un efecto blanqueador. Muchos fabricantes añaden ácido ascórbico para actuar como un eliminador de O₂ (Ashurst, citado por Robertson 2012).

2.5 ENVASE PLÁSTICO

De acuerdo a Turtle, citado por Robertson (2012), ya en los años sesenta, las compañías Coca-Cola™ y Pepsi-Cola™ estaban considerando seriamente el uso de botellas de plástico para refrescos, y comenzaron a desarrollar sus ideas con los principales fabricantes de polímeros en los Estados Unidos. Pronto se hizo evidente que sólo las familias de poliéster y nitrilo de los plásticos tenían las características físicas y químicas necesarias requeridas. Debido a que los plásticos de nitrilo se podían transformar en botellas utilizando equipos de moldeo por soplado existentes, mientras que el PET no podía debido a su inclinación a cristalizarse y volverse brumoso a temperaturas más altas, los primeros trabajos de desarrollo del mercado en los años setenta se llevaron a cabo con botellas de nitrilo. Coca-Cola lanzó con éxito una botella de nitrilo de 950 ml en 1975, pero la liberación en 1977 de datos toxicológicos que demostraban que el monómero AN podía ser carcinogénico a altas dosis, llevó a la retirada de la botella de nitrilo del mercado.

Mientras tanto, los intentos de fabricar botellas de PET con éxito utilizando un proceso de moldeo por soplado por estiramiento continuaban. En la primavera de 1977, Pepsi-Cola lanzó la botella plástica de PET para refrescos, seguida por Coca-Cola y otros productores de bebidas. Se ha descrito como probablemente el desarrollo individual más grande en la industria de refrescos desde la introducción del anillo-tirón puede una década anterior (Turtle, citado por Robertson 2012).

Robertson (2012) señala que, hoy en día, el mayor volumen de refrescos se envasa en botellas PET que han alcanzado su cuota de mercado principalmente a expensas del vidrio, aunque en un mercado total ampliado. Los primeros diseños tenían una base redonda que necesitaba una copa base plana, usualmente moldeada por inyección de polietileno de alta densidad (HDPE) y fijada a la botella con adhesivos de fusión en caliente. El aumento de los sistemas de reciclado de PET aceleró la introducción de la base de petaloide, evitando así la necesidad de una taza de base. Aunque se requiere más material para una base de petaloide, no se requiere separación de la tapa de base antes del reciclado de la botella de PET.

El agrietamiento por estrés de las botellas PET llenas de refrescos carbonatados es un proceso complejo que está influenciado por un gran número de variables, incluyendo el clima, la química, la calidad del polímero y el diseño de la ingeniería de botellas. Existe una creciente conciencia de que la *alcalinidad*, que incluye la alcalinidad del agua de origen natural, está conectada al fallo de fisuras de tensión de las botellas de PET (Robertson 2012).

Robertson (2012) menciona que, la botella de vidrio de 1 L se considera que está cerca del límite de tamaño y peso, por encima de la cual se hace difícil de manejar fácilmente, particularmente por los niños. En contraste, botellas de PET de hasta 5 L de tamaño están ahora disponibles, lo que resulta en ahorros considerables en el costo del contenedor por unidad de volumen. Además, cuanto más grande es la botella, más CO₂ se retiene por unidad de tiempo debido a una menor proporción de área superficial: volumen (es decir, un área reducida para permeación).

Los factores que influyen en el sabor y el olor de las bebidas carbonatadas envasadas en recipientes de plástico son aplicables a muchos otros alimentos o bebidas envasados en recipientes de plástico. Aunque la recolección de O₂ es un elemento muy crítico con la cerveza, los refrescos son mucho menos sensibles y se ha sugerido un ingreso máximo de 20 ppm para refrescos con sabor a cítricos y 40 ppm para bebidas de cola, junto con un límite para la pérdida de agua del uno por ciento, este último basado principalmente en el mantenimiento de los contenidos etiquetados. Los criterios para la absorción de sabor y las pérdidas de permeación son necesariamente generales debido a la gran variedad de aromatizantes y amplias diferencias en los efectos sensoriales (Robertson 2012).

Turtle, citado por Robertson (2012), indica que, en comparación con el vidrio, hay una pérdida de CO₂ a través de las paredes de la botella que se debe permitir. Si bien aumentar el espesor de la pared disminuirá la velocidad de transmisión de CO₂, esto también aumentará el costo de la botella, por lo que se ha buscado un compromiso. Además, el PET (como la mayoría de los termoplásticos) presenta el fenómeno de fluencia, y esto ocurre en la mayor medida en los primeros días después de que las botellas se han llenado. Además, habrá una deformación elástica que, a diferencia del efecto de fluencia, no será permanente sino que desaparecerá cuando se abra la botella y se libere la presión interna. En combinación, ambos efectos producirán un aumento de aproximadamente el 2,5 por ciento

en el volumen de la botella durante los primeros 3-4 días después del llenado, dadas las condiciones normales de almacenamiento. Una pérdida de carbonatación típica para contenedores de dos litros muestra una pérdida inicial de aproximadamente 0,3 volúmenes en tres a cuatro días a partir de la cantidad inicial de cuatro volúmenes, debido al aumento de volumen y absorción de CO₂ por la pared del recipiente. A partir de entonces, la tasa de pérdida de CO₂ se estabiliza en aproximadamente 0,04 volúmenes por semana, dando un valor de carbonación alrededor de 3,4 después de 12 semanas. La vida útil máxima para una botella de 1,5-2 L es de alrededor de 16-17 semanas para cuando la carbonatación habrá caído a un nivel todavía aceptable de 3,1-3,2 volúmenes.

La botella de PET está normalmente equipada con un cierre de aluminio estándar o con una tapa de plástico pre-roscada, ya sea en forma estándar o resistente a infiltraciones. La tapa es ideal para el uso con botellas de PET porque su superficie de sellado principal está en el interior del agujero del final del cuello y esto se controla muy precisamente con respecto al diámetro y al acabado superficial liso durante el moldeo por inyección y tiene una ovalidad casi cero (Robertson 2012).

2.6 RADIACIÓN IONIZANTE

Para esterilizar el interior de recipientes sellados pero vacíos, especialmente los fabricados con materiales que no pueden soportar las temperaturas necesarias para la esterilización térmica o que, debido a su forma, podrían utilizarse técnicas de irradiación de partículas utilizando rayos gamma de Cobalto-60 o Cesio-137 no se esterilizan convenientemente por otros medios. Generalmente se acepta que una dosis de radiación de 25 kGy o más es suficiente para asegurar la esterilidad. Los envases se sellan en recipientes a prueba de microbios antes del tratamiento de irradiación. También es posible utilizar haces de electrones de gran área de baja energía (80-150 keV) para la esterilización superficial de materiales de envasado y recipientes, incluyendo preformas, botellas y tapas (Haji-Saeid *et al.*, citados por Robertson 2012).

2.7 LUZ PULSADA

Al almacenar la energía eléctrica en un condensador y liberarla en impulsos cortos, se pueden generar altos niveles de potencia de pico. El uso de pulsos intensos y de corta

duración de luz blanca de amplio espectro (200-1000 nm) para esterilizar material de envasado aséptico fue objeto de considerables investigaciones y desarrollos en los años noventa. La duración de los impulsos oscila entre 1 μ s y 0,1 s, y los destellos se aplican típicamente a una velocidad de 1-20 destellos por segundo. Aproximadamente el 25 por ciento de la luz emitida, que tiene una intensidad de alrededor de 20 000 veces la de la luz solar en la superficie de la Tierra, es UV, 45 por ciento visible y 30 por ciento infrarrojo. Generalmente, unos pocos destellos aplicados en una fracción de segundo proporcionan altos niveles de inactivación microbiana. A pesar de un exitoso ensayo de campo, este sistema aún no se ha comercializado. La topografía superficial tiene una influencia compleja en la eficacia de los tratamientos de luz pulsada para la reducción microbiana superficial (Oms-Oliu *et al.*, citados por Robertson 2012).

2.8 RADIACIÓN UV

La radiación UV tiene una longitud de onda de 200-315 nm; es más eficaz en términos de destrucción microbiana entre 248 y 280 nm (el denominado rango UV-C), con una eficacia óptima a 253,7 nm. Las lámparas de vapor de mercurio emiten UV-C a 253,7 nm. La irradiación UV-C generalmente se usa sólo comercialmente en combinación con peróxido de hidrógeno. Recientemente, se han comercializado láseres UV (Excimer) operando a 248 nm y utilizando haluros de gases raros (nobles) tales como fluoruro de kriptón. La iluminación del interior del cartón por luz láser es problemática: el haz tiene que ser proyectado físicamente a diferentes áreas del interior del cartón moviendo el cartón al haz láser (Warriner *et al.*, citados por Robertson 2012).

2.9 NATAMICINA

La natamicina es un polieno macrolido antimicótico con propiedades fungicidas. También es eficaz contra las levaduras y los mohos, pero no tiene efectos sobre las bacterias. Varios países han aprobado su utilización en diversos alimentos. La natamicina se está utilizando desde hace más de 30 años para prolongar la duración en almacén de diferentes alimentos mediante la eliminación de levaduras y mohos y la inhibición de la proliferación de micotoxinas (FAO/WHO 2000).

La natamicina elimina las levaduras y mohos por contacto y es eficaz en dosis muy bajas (3-10 ppm). Dado que sólo es ligeramente soluble en sistemas acuosos, tiende a permanecer en la superficie de los alimentos donde se aplica y es por tanto muy eficaz para prevenir la proliferación de levaduras y mohos en dichas superficies. Por el contrario, el sorbato de potasio, otro antimicótico aprobado, es hidrosoluble y puede absorberse en el alimento, reduciendo de ese modo la concentración en la superficie, donde proliferan los mohos. Además, el sorbato sólo es fungistático, de manera que al reducirse la concentración en la superficie todos los mohos presentes empezarán a reproducirse, de acuerdo a la FAO/WHO (2000).

En el queso, la natamicina puede aplicarse a la superficie mediante rociado o baño con una suspensión acuosa, o aplicarse como parte del recubrimiento del queso con una emulsión. La natamicina no afecta a las propiedades organolépticas del alimento, ni inhibe los cultivos iniciadores en los alimentos fermentados. La eficacia de la natamicina en la superficie del alimento se mantiene durante tres meses o más, según las condiciones de almacenamiento. El calor sólo la afecta en mínima medida, pero se degrada con el tiempo cuando está expuesta a la luz ultravioleta. Además, las bacterias presentes en el alimento pueden degradar la molécula de natamicina en el curso del tiempo (FAO/WHO 2000).

El JECFA evaluó la toxicología de la natamicina en 1976 y recomendó una ingesta diaria admisible de 0-0,3 mg/kg de peso corporal. De acuerdo a la FAO/WHO (2000), el comité convino en que los datos demostraban que no era probable que la pimaricina presentara problemas relacionados con el desarrollo de una resistencia microbiana de importancia clínica o una resistencia cruzada.

Finalmente, la FAO/WHO (2000) expone que el Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos ha incluido esta sustancia en el cuadro 2 de la Norma General para los Aditivos Alimentarios, categoría de alimentos N° 01.6.2.2 en una dosis máxima de 20 mg/kg de queso. En la IDA no se especifica ninguna restricción relativa a la profundidad para la utilización de la natamicina.

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

3.1.1 MALTIN POWER

Es una bebida nutritiva hecha a base de malta que enriquecido con vitaminas B1, B2, y B3, ligeramente gasificada. Además, no contiene alcohol, ni cafeína, ni conservantes.

3.1.2 PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS

Las propiedades fisicoquímicas de la bebida Maltin Power se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6: Propiedades fisicoquímicas de Maltin Power

PRODUCTO		MALTIN POWER	
ESPECIFICACIONES	MÉTRICA	MIN	MAX
Extracto de Bebida	°Platon	10,6	11
Acidez Cítrica	%p/v	0,077	0,097
Color	°SRM	85	105
pH		4,0	4,4
CO ₂	% Vol	3,0	3,4
Turbidez EBC 90°		-	14
Turbidez EBC 25°		-	9

3.1.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Las características Microbiológicas para el producto envasado en PET son:

Bacterias aerobias mesófilas	: Máximo 10 ufc / 100 ml
Mohos	: Máximo 5 ufc / 100 ml
Levaduras	: Máximo 10 ufc / 100 ml

Valores que cumplen con lo establecido en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01: Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo Humano, de acuerdo a la R. M. N° 591-2008/MINSA (MINSA 2012).

3.1.4 PÚBLICO DIRIGIDO

Su consumo es apto para el público en general, salvo personas que por prescripción médica o por condiciones de salud particulares tengan prohibido el consumo de bebidas gasificadas que incluyan jarabe en general. Se sugiere que el producto sea conservado en lugares frescos y protegidos de la luz solar directa. El producto envasado se expende listo para su consumo.

3.2 PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BOTELLA SOPLADA

El proceso para la obtención de botella soplada se presenta en la figura 5 (las condiciones de almacenamiento de las preformas se detallan en el anexo 2).

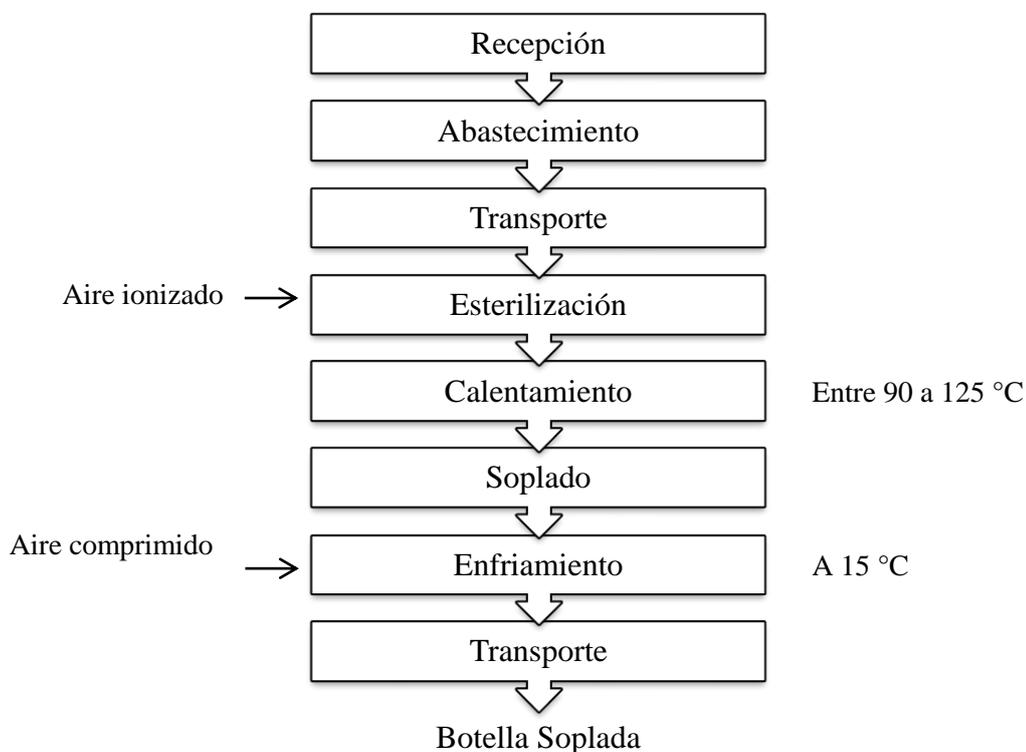


Figura 5: Diagrama de flujo de la botella soplada.

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA BOTELLA SOPLADA

A continuación, se detallan las operaciones necesarias para la obtención de la botella soplada, cuyo flujograma de proceso puede verse en el anexo 1.

a. Recepción

Las preformas son trasladadas desde el almacén principal hacia la zona de recepción de línea 9, la cual cuenta con espacios designados de acuerdo a la presentación del insumo y al alcance de la designación de espacios entre parihuelas (MINSA 2012).

Las preformas llegan contenidas en canastillas de acero inoxidable las cuales son trasladadas con un montacargas hacia un elevador.

b. Abastecimiento

En el elevador, la canastilla de preformas son trasladadas y vertidas hacia la tolva acumuladora. El cual gradúa la cantidad a abastecer de acuerdo a los sensores de presencia situados en los transportes más adelante.

c. Transporte

Las preformas son descargadas en un transporte tipo cangilones hasta el enlace con el transporte de rodillos *contifeed* en el cual se alinean una detrás de otra hasta la rueda de ingreso al horno de soplado.

Durante su traslado, las preformas entran en contacto con aire estéril en dos etapas: una de ellas proviene del aire caliente recuperado del soplado cuya función es limpiar la preforma retirando partículas de baja densidad si es que hubiese en el contorno de la preforma, mientras que la otra inyección de aire es con aire ionizado el cual es útil para el retiro de polvo y reducir la carga electrostática en el interior de la preforma generando así una barrera que impide que en el interior se depositen nuevas partículas de polvo; a continuación se succiona el aire expulsado del interior de la preforma y se almacena en un colector de polvo.

d. Esterilización

La esterilización de las preformas está dado en dos etapas:

- Radiación UV:

Dado por una serie de lámparas UV (ocho) ubicados en ambos lados del transporte para esterilizar las zonas laterales de la preforma.

- Claranor:

Sobre la parte final del carril de transporte de preformas se encuentra una cámara en donde al pasar la preforma recibe un espectro de luz blanca con una elevada presencia de rayos UV aplicados hacia el interior de la preforma en un periodo de 0,3 ms (pulsos). La lámpara que emite la radiación está rellena de Xenon y está contenida en una pequeña pantalla de cuarzo el cual hace que amplifique su espectro y que a su vez recircule agua destilada con el fin de refrigerar la lámpara.

e. Calentamiento

Las preformas esterilizadas son recogidas a través de unas pinzas de agarre para luego ubicarlas en la cadena de mandriles los cuales transportan las preformas a través del horno de calentamiento girando sobre su propio eje para que el calor se reparta homogéneamente por todas las preformas. El horno cuenta con veintidós módulos de calentamiento las cuales están distribuidas por todo el trayecto del horno; cada módulo cuenta con nueve lámparas que realizan radiación infrarroja calentando así la preforma en un rango de temperatura de 90 °C a 125 °C especificada para el tipo de receta, esto se da con la finalidad que el material se vuelva maleable. En el intermedio de este proceso se tiene una zona de compensación en donde el calor se distribuye por igual al interior de la preforma y se enfría la boca de la misma.

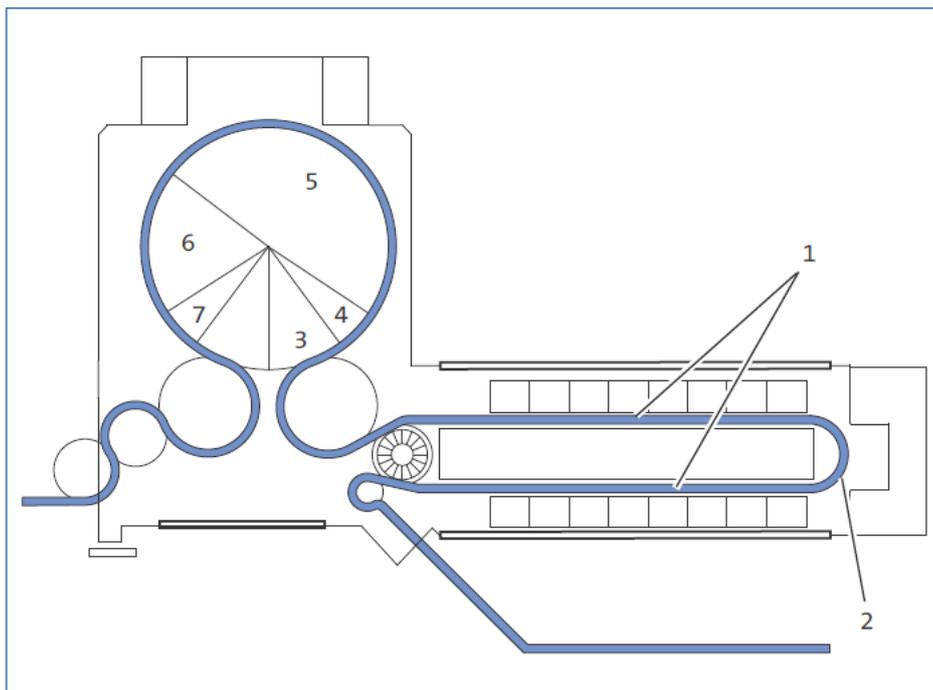
f. Soplado

Una vez que la preforma se encuentra caliente esta es trasladada del horno hacia los moldes a través de una rueda de entrada, la cual contiene pinzas milimétricamente calibradas y sincronizadas con la apertura del molde de soplado (enclavamiento) teniendo así una correcta entrega de las mismas.

Dentro de los veinticuatro moldes ocurre el proceso de soplado propiamente dicho a través de una varilla de estirado que inyecta aire comprimido en un rango de 35 bar a 38

bar, obtenido del compresor. En el molde las paredes y la base son enfriadas con agua a 10 °C con la finalidad que en la última etapa de soplado se moldee bien el contorno de los envases y el envase obtenga rigidez.

Finalmente se da el desenclavado y el molde entrega la botella soplada a la rueda de salida la cual tiene las mismas características que la de entrada, tal como se observa en la figura 6.



1: Calentamiento, 2: Compensación, 3: Transferencia y enclavamiento, 4: Pre-soplado, 5: Soplado, 6: Final, 7: Alivio de presión, 8: Desenclavamiento y transferencia.

Figura 6: Fases de producción en sopladora (vista superior).

g. Enfriamiento

Al salir del proceso de soplado, el envase es trasladado a través de un juego de ruedas que cogen el envase a la altura del pico. En este traslado, se tiene una batería de toberas ubicadas en la zona inferior de cada rueda con la finalidad de inyectar agua a 15 °C hacia la base de la botella.

h. Transporte

La botella soplada y enfriada es trasladada hacia el proceso de llenado a través de un juego de ruedas.

3.3 PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA TAPA ESTÉRIL

El diagrama de flujo correspondiente al proceso para la obtención de la tapa estéril se detalla en la figura 7.

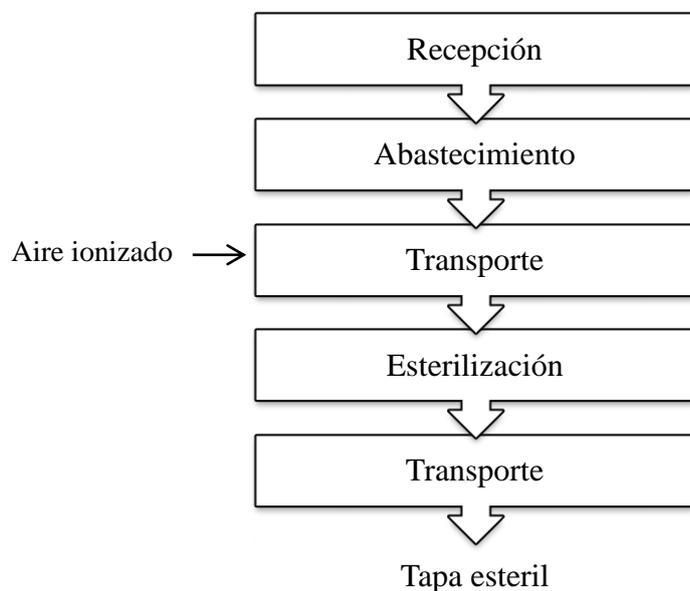


Figura 7: Diagrama de flujo del proceso para la obtención de la tapa estéril.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA TAPA ESTÉRIL

A continuación, se detallan las operaciones necesarias para la obtención de la tapa estéril:

a. Recepción

Las tapas son trasladadas desde el almacén principal hacia la zona de recepción de línea 9, la cual cuenta con espacios designados de acuerdo a la presentación del insumo y al alcance de la designación de espacios entre parihuelas según cita MINSA (2012).

Las tapas llegan contenidas en parihuelas de 24 cajas cada una y estas a su vez contienen 4200 unidades las cuales son trasladadas con un montacarga hacia un espacio designado colindante con la tolva de tapas.

b. Abastecimiento

El abastecimiento se realiza de forma manual hacia las tolvas (2) las cuales graduarán la alimentación a través de la señal de sensores de presencia y la posición del transporte posterior.

c. Transporte

Las unidades recibidas de la tolva son ubicadas en un elevador tipo cangilones, el cual tiene un grado de inclinación de 35 grados, esto es con la finalidad de obtener una sola posición a las tapas. Posteriormente, en la zona superior del elevador, las tapas son eyectadas neumáticamente hacia un transportador de faja el cual está dividido en ocho secciones hasta llegar al ingreso a llenadora. En el intermedio de este proceso se encuentra localizado un inspector el cual verifica a través de una cámara la posición idónea de la tapa para no generar atascos en la siguiente etapa. Las unidades que no estén en la posición adecuada serán eyectadas del transporte y reingresadas al elevador a través de un sistema neumático.

d. Esterilización

En la zona final del transporte de fajas se encuentra ubicado unas boquillas plásticas las cuales soplan aire ionizado para el retiro de polvo y partículas que puedan estar alojadas en el material; presentando a continuación una aspiradora que toma el aire que ha entrado en contacto con la tapa dirigiéndose hacia un colector de polvo, obteniéndose así un material apto para su esterilización.

Posteriormente las tapas decantan en una cascada en donde tiene localizado una cámara de esterilización denominado Claranor. En dicha zona la tapa recibe un espectro de luz blanca con una elevada presencia de rayos UV aplicados hacia la parte que entra en contacto con la botella en un periodo de 0,3 ms (pulsos). La lámpara que emite la radiación esta rellena de Xenon y está contenida en una pequeña pantalla de cuarzo el cual hace que amplifique su espectro y que a su vez recircule agua destilada con el fin de refrigerar la lámpara. La capacidad de radiación está regida a la velocidad del formato; sin embargo, la lámpara hace el alcance de cuatro tapas por frecuencia.

e. Transporte

Finalmente, la tapa continúa el recorrido por gravedad hasta un distribuidor donde ingresará de manera sincronizada al taponador.

3.4 PROCESO DE ENVASADO DE MALTIN POWER

El proceso del envasado de la bebida se muestra en la figura 8:

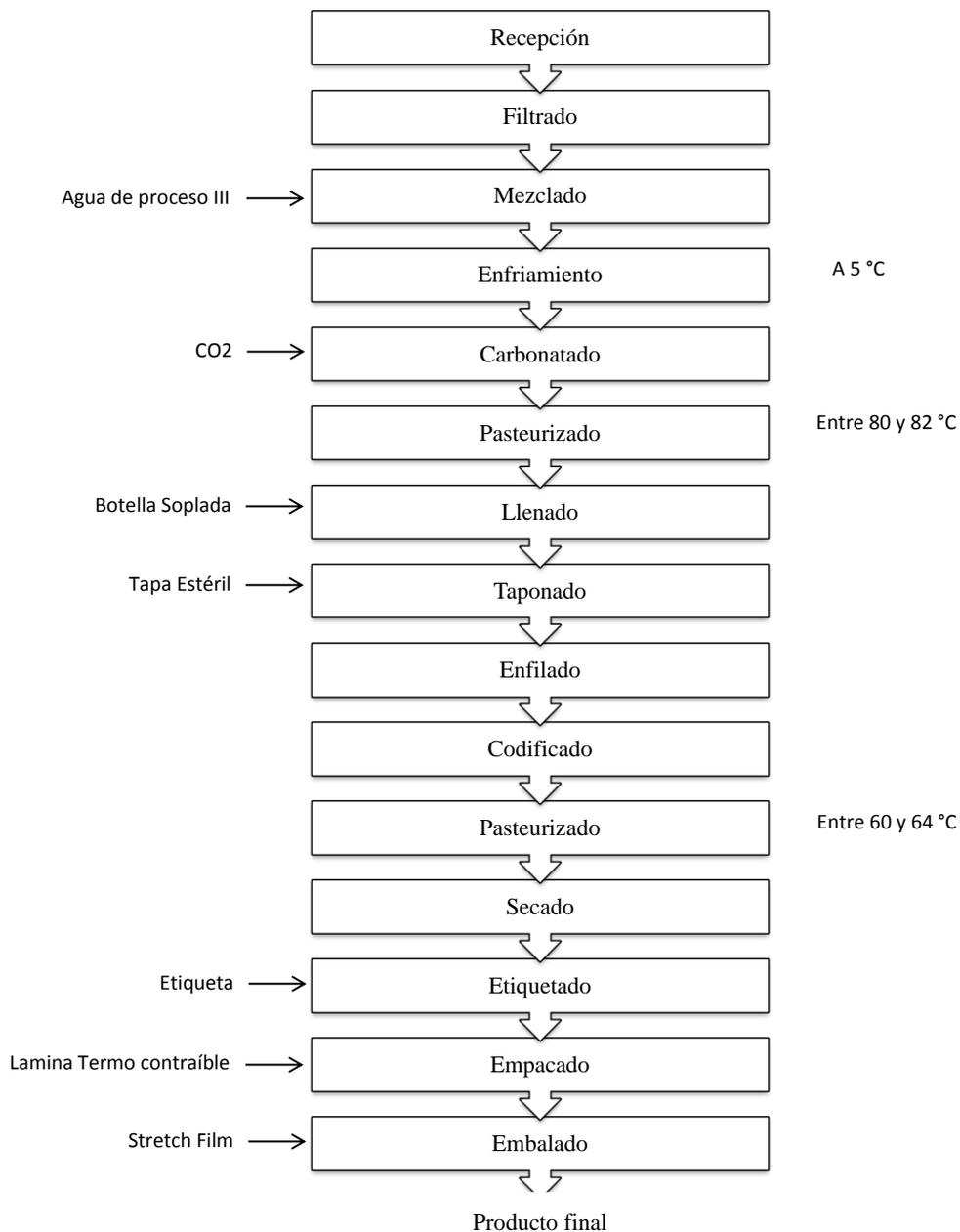


Figura 8: Diagrama de flujo de envasado de Maltin Power.

3.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO DE MALTIN POWER

Las operaciones unitarias requeridas en el proceso de envasado de Maltin Power de describen a continuación:

a. Recepción

Se recibe el producto concentrado denominado Maltin Power Filtrado proveniente del área de cocimiento para ser almacenado en un tanque pulmón de 85 hL a una temperatura de 4 °C y a 22 °P de extracto.

b. Filtrado

Una vez recibido el concentrado, este es enviado a través de un panel de tuberías hacia la etapa en donde va a ser diluida. Sin embargo, se tiene instalado un filtro *gaft* que evita el pase de cualquier sedimento proveniente de este concentrado hacia la etapa de dilución.

c. Mezclado

La dilución es realizada en el *mixer*, el cual recepciona dos suministros: por un lado, colecta Maltin Power Filtrado en un pequeño tanque de 82 L y por otro lado la maquina es alimentada con agua de proceso III a 10 °C, que es el agua tratada que será mezclada con el concentrado.

La dilución se hace en un ratio de uno de concentrado por 1,05 de agua de proceso III (agua ligeramente gasificada con 0,3 por ciento vol/vol de CO₂) aproximadamente y estas se mezclan a través de un juego de caudales turbulentos.

d. Enfriamiento

La mezcla se traslada por la tubería hasta una bomba centrifuga a 35,500 L/h en donde aumenta la presión del sistema hasta 8 bar; posteriormente la mezcla es enfriada en un intercambiador de placas hasta una temperatura de 4 °C.

e. Carbonatado

Inmediatamente la mezcla es enfriada y trasladada hacia una tubería donde se encuentra alojada la unidad de carbonatación el cual aumenta la presión del sistema e inyecta CO₂

gaseoso a través de una válvula reguladora según el parámetro fijado obteniéndose una bebida de porcentaje de CO₂ entre 3 a 3,4 por ciento.

Esta bebida luego es almacenada en un tanque buffer de 2800 L propio de la máquina *mixer*.

f. Pasteurizado *Flash*

El producto almacenado en el tanque del *mixer* es enviado hacia el pasteurizador *flash*. El caudal dependerá del requerimiento y el formato que se está envasando a fin de no dejar desabastecido el sistema (anexo 3).

El producto ingresa al intercambiador de placas para ser pasteurizado a 82 °C y luego ser enfriado hasta 5 °C para finalmente alojarse en el tanque buffer propio del pasteurizador. La presión de trabajo es de 11 bar y el caudal referente es de 35,000 L/h. El calentamiento realiza con agua caliente y el enfriamiento a través de glicol a 3 °C.

Este es un punto crítico de control en el proceso siendo el parámetro crítico la temperatura debido al flujo continuo establecido por diseño propio de la máquina.

g. Llenado

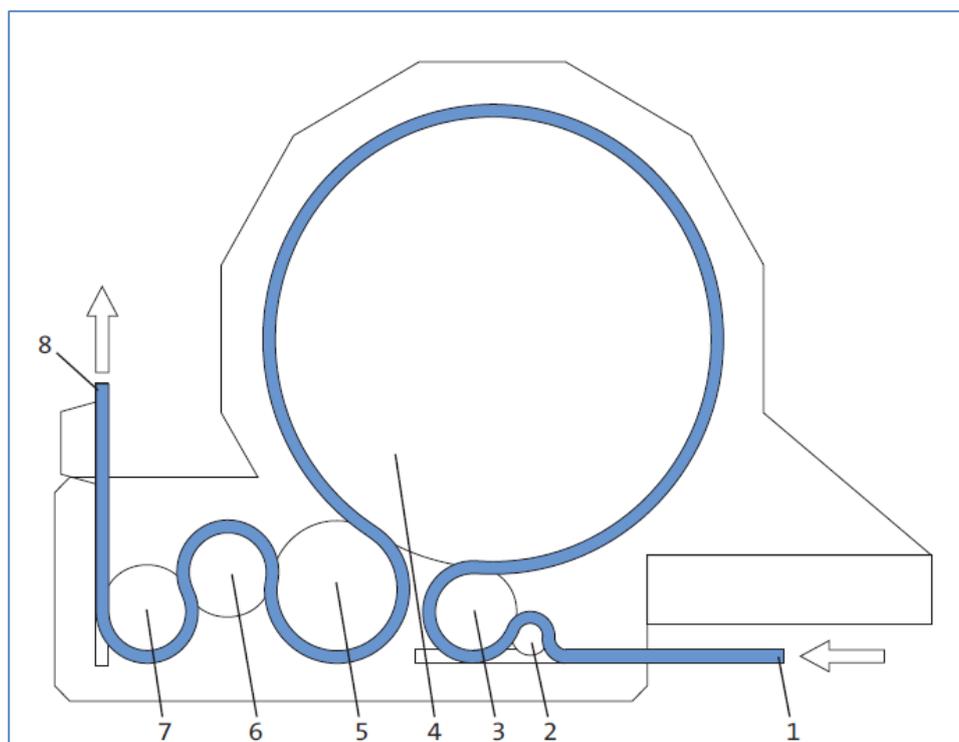
El producto es enviado desde el tanque buffer del pasteurizador a una presión de 5,7 bar y este se sitúa a lo largo de una tubería en forma de circunferencia denominada *Calderín* el cual es el pulmón de la llenadora.

Por otro lado las botellas sopladas son transferidas desde la zona de enfriador de base hasta las estaciones de llenado, esto es realizado a través de un juego de ruedas de paso. Una vez ubicado el envase en la zona inferior de la estación se realizan los siguientes procesos:

- Evacuación: se aspira el aire de los envases
- Enjuagado: los envases se enjuagan con gas inerte
- Presurización: se realiza una compensación de presión entre el envase y el tanque del producto (entre 3 y 4 bar según sea el formato).

- Llenado: la bebida ingresa al interior de la botella por las paredes del envase para evitar el espumeo. La cantidad de líquido que ingresa es controlada por un flujómetro.
- Corrección: el nivel de llenado en el envase es optimizado, es decir se extrae el producto sobrante del envase
- Descarga: se realiza una compensación de presión entre el envase y el entorno.

Desde la salida del carrusel de las estaciones de llenado hasta su taponado, el envase es enjuagado con agua blanda a la altura del *finish* de la botella para eliminar cualquier remanente de bebida en el envase, como se observa en la figura 9.



1: Entrada de envases con transportador aéreo, 2: Rueda de separación con bloqueador, 3: Rueda de entrada, 4: Carrusel con estaciones de llenado, 5: Rueda de salida del carrusel, 6: Taponadora, 7: Rueda de descenso, 8: Salida de envases con cinta transportadora.

Figura 9: Trayecto de los envases a través del módulo de llenado.

Las velocidades de llenado son fijas y están determinados de la siguiente manera:

- Formato 200 mL: 54000 botella/hora
- Formato 330 mL: 54000 botella /hora
- Formato 500 mL: 35000 botella /hora
- Formato 1500 mL: 22000 botella /hora

h. Taponado

Las botellas con producto son trasladadas a través de una rueda la cual a su salida alimenta a otra rueda que posicionara las unidades en los cabezales del taponador.

Por otro lado, las tapas estériles llegan desde el carril cascada hacia el *pick and place*, el cual tiene la función de distribuir las tapas sincronizadamente con la rueda del taponador. Es así como el cabezal toma la tapa para sobreponerla y girarla sobre la botella llena obteniéndose un torque de remoción entre 10 y 18 lbs – pulg.

Posteriormente las unidades son trasladadas a través de una rueda de descenso hacia la salida del módulo de llenado en la cual lo recibe una cinta transportadora.

i. Enfilado

Las unidades son recibidas en la cinta de salida y trasladadas a través de varios juegos de transporte de tablillas, pasando por un enfilador en donde se alinean las botellas para pasar por el codificador.

j. Codificado

En esta las unidades son codificadas a la altura de la tapa en donde se imprime la fecha de vencimiento y el código de trazabilidad. Posteriormente las unidades ingresan a una cinta de mayor tamaño para dirigirse hacia el pasteurizador Túnel.

k. Pasteurizado Túnel

Las unidades ingresan a la velocidad *seteada* para cada formato. Las unidades son acumuladas haciendo un flujo constante de unidades que atraviesan el pasteurizador.

El pasteurizador contiene 12 zonas bien delimitadas en la que cada una contiene toberas rociadoras y su propia bomba de recirculación. La función de este ciclo en cada zona es la de acondicionar las unidades a una temperatura dada de acuerdo a la zona en qué transita el producto. El rociado es con agua blanda pero este tiene una ligera carga de biocida dada por una solución denominada *Polix Des* (anexo 4).

En las tres primeras zonas las unidades ganan temperatura hasta 60 °C, a continuación, son pasteurizadas manteniéndose la temperatura entre 60 °C y 64 °C entre las zonas 4 y 9 para finalmente ser enfriadas hasta 25 °C en las últimas tres zonas (figura 10).

Al final del pasteurizador se aloja un soplador para ir disminuyendo el agua que se encuentra alojada en la superficie de la botella

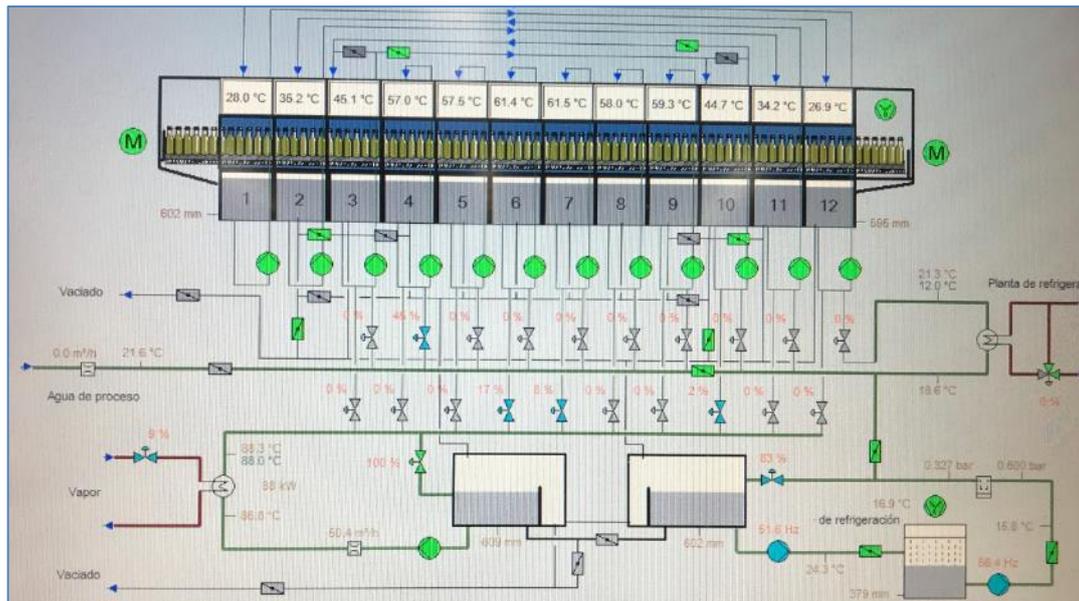


Figura 10: Zonas de pasteurizador Túnel.

En este proceso rige las Unidades de Pasteurización (UP) las cuales son corregidas automáticamente por la maquina según el formato que se envase y a su vez son monitoreadas con un equipo denominado reloj viajero el cual también da lectura de las UP.

1. Transporte

Las unidades son transportadas a través de un juego de cintas de tablillas hasta la etiquetadora, incluyendo un acumulador el cual tiene la función de dar continuidad al pasteurizador ante una demora en las demás máquinas, finalmente el transporte también cuenta con un secador a fin de tener unidades libres de agua superficial y estar aptas para el siguiente proceso.

m. Etiquetado

Las unidades ingresan secas al módulo de etiquetado para obtener una buena adherencia con la etiqueta, la cual es suministrada por dos sistemas de corte y entrega junto con un rodillo encolador encargado de suministrar el adhesivo suficiente en la etiqueta a gran velocidad y colocarlo en la botella.

n. Empacado

Las unidades etiquetadas son trasladadas por la faja transportadora hasta la zona de empaquetado en donde primero las botellas pasan por un enfilador, para posteriormente alinearse en separadores en donde se agrupan de acuerdo al tamaño de paquete que se requiera. Después son envueltas con láminas termo contraíbles y pasan al horno el cual tiene dos zonas de calor lográndose así paquetes compactos. Los paquetes se trasladan por fajas de mayor arrastre hacia la zona de paletizado.

o. Embalado

Los paquetes son ordenados de manera automática de acuerdo como van siendo suministrados por la faja. Para posteriormente ser posicionados por el distribuidor de paquetes el cual coloca el paquete de acuerdo a la receta del formato y la posición de la cama a formar las cuales van entrelazadas. Una vez obtenido el número de paquetes indicado y en la posición adecuada, un brazo empujador forma la cama y traslada la misma a un elevador, el cual trasladará la cama hacia parihuelas de madera intercalándose con separadores plásticos los cuales son suministrados por otro brazo denominado *ponehojas*, formándose así una parihuela compacta y estable hasta la última cama según la altura establecida. (1,85 m promedio).

Finalmente, la parihuela con producto es trasladada a través de un juego de polines hasta la envolvente en donde un brazo giratorio envuelve la parihuela con *stretch film*. Una vez culminada esta etapa, la parihuela continúa su recorrido en los polines hasta una zona de descarga en donde los montacargas las trasladan hasta la zona de almacenamiento de producto terminado.

3.5 *ULTRA CLEANING*

3.5.1 *SISTEMA CLEANING IN PLACE (CIP)*

Esta limpieza se realiza en el circuito *Mixer – Pasteurizador Flash – Llenadora*, es decir en todas las máquinas donde se tiene contacto directo con el producto.

A continuación, en el cuadro 7 se detalla el proceso CIP (*Cleaning In Place*) a fin de evidenciar que dentro de ello también se utiliza una solución desinfectante:

Cuadro 7: Etapas de limpieza externa en llenadora

ETAPA	FLUIDO	TEMPERATURA (°C)	CONCENTRACIÓN	DURACIÓN (MIN)
Enjuague	Agua blanda clorada	Ambiente	Max. 0,5 ppm ClO ₂	20
Limpieza alcalina	Soda Caustica	85 °C	2%	30
Enjuague	Agua blanda clorada	Ambiente	Max. 0,5 ppm ClO ₂	Hasta descarte
Limpieza Acida	Ácido Nítrico	Ambiente	1%	30
Enjuague	Agua blanda clorada	Ambiente	Max. 0,5 ppm ClO ₂	Hasta descarte
Desinfección	Oxysan diluido	Ambiente	1%	20
Enjuague	Agua blanda clorada	Ambiente	Max. 0,5 ppm ClO ₂	15
Limpieza con agua caliente	Agua Caliente	85 °C	Max. 0,2 ppm ClO ₂	30
Enjuague	Agua blanda clorada	Ambiente	Max. 0,5 ppm ClO ₂	Hasta Temp. Ambiente

A diferencia del CIP convencional este cuenta con las siguientes diferencias:

- Al término de cada etapa, las máquinas por defecto auto programan el vaciado de sus ductos y tanques. Es decir para poder pasar a la siguiente etapa se tiene que tener una validación por máquina que demuestre que la máquina se encuentra sin residual.

- En este proceso CIP se cuenta con el pase de una solución desinfectante el cual está basado en paracético el cual tiene una mayor incidencia microbicida.

3.5.2 LIMPIEZA AUTOMÁTICA

Este tipo de limpieza está basado en la limpieza a base de espuma en la llenadora. Es un sistema automático que consta en el rociado de espuma a través de toberas fijas y un *spray ball* alojados dentro del módulo de llenado situadas estratégicamente a fin de abarcar todos los puntos de contacto que tiene el producto externamente. El principio de funcionamiento inicia en un sistema de dilución que tiene dos puntos de llegada: En una agua blanda clorada propia de la red de planta y el otro un detergente denominado Topax 66 el cual tiene como mayores beneficios un efecto germicida por el cloro que contiene y otro la fácil remoción de materia orgánica por la base alcalina que contiene.

El detergente se diluye en el agua blanda obteniendo una concentración de tres por ciento con el que será enviado a la llenadora a través de tuberías que contienen un juego de toberas distribuidas por todo el modulo, esparciendo así la solución a presión y a modo de espuma, la cual reposará por 10 minutos para que la propia maquina la enjuague por el mismo sistema con agua blanda. La dilución es de manera automática y es validada una vez a la semana por el proveedor.

Dicho automatismo permite mantener la llenadora en condiciones óptimas de higiene y limpieza, ayudando a una fácil remoción mecánica si es que tuviese que realizarse.

Este sistema puede aplicarse en diferentes momentos de operación o limpieza que sumado a la presión positiva de la llenadora garantizan un permanente ambiente desinfectado.

IV. CONCLUSIONES

- El proceso de envasado garantiza un producto inocuo y libre de microorganismos indicadores de deterioro, sin hacer uso de conservantes.
- Dado los resultados microbiológicos en el producto terminado y los hisopados en la llenadora, se concluye que el sistema *ultra cleaning* es cien por ciento efectivo.
- Las concentraciones trabajadas con el detergente usado para limpieza automática en llenadora es la adecuada.
- Las barreras con los insumos directos con el producto son efectivos tales como radiación UV y aire ionizado.
- Se cumplen las automatizaciones y las prevenciones en los PCC, siendo estos: la temperatura en el pasteurizador *Flash*, y las UP en el pasteurizador Túnel.

V. RECOMENDACIONES

- Replicar las limpiezas automáticas de llenadora en el pasteurizador Túnel.
- Innovar otro tipo de bebida de exigente conservación a fin de procesarla en la línea PET citada.
- De continuar con los resultados microbiológicos, realizar un estudio de pre factibilidad para dar otro uso al pasteurizador túnel debido a exigente consumo de agua y energía.
- Investigar el envasado con otro tipo de material plástico para aumentar la vida útil del producto sin restringir la calidad alcanzada.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO (Food and Agriculture Organization, Italia) /WHO (World Health, Italia). 2000. Ratificación y/o revisión de las dosis máximas para aditivos alimentarios en las normas del CODEX (en línea). Consultado 10 sep. 2017. Disponible en http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/CCFAC32/fa00_05s.pdf.
- Levy, C. 2010. Principales factores que influyen en la efectividad de la luz pulsada para la descontaminación de microorganismos patógenos y el deterioro de los alimentos (en línea). Tesis Ph.D. D'Avignon, Francia, Universidad de D'Avignon. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00747302/document>.
- MINSA (Ministerio de Salud del Perú). 2012. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del CODEX sobre higiene de los alimentos (en línea). Consultado 11 sep. 2017. Disponible en http://www.digesa.minsa.gob.pe/Codex/CT/Posicion_Peru_remitida_a_CODEX-CH-V.pdf.
- Morales, CG. 2013. Análisis numérico de tres diferentes tipos de intercambiadores de calor de placas (en línea). Tesis Ing. Mec. Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/5002/1/>.
- Robertson, GL. 2012. Envasado de alimentos: principios y práctica. 3 ed. Boca Ratón, Estados Unidos, CRC Press.

ANEXO 2: CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE PREFORMAS

Almacenamiento de preformas

Criterio	Valor mínimo	Valor máximo
Temperatura ambiente	+10 °C [+50 °F]	+35 °C [+95 °F]
Temperatura de procesamiento de las preformas	+15 °C [+59 °F]	+35 °C [+95 °F]
Humedad relativa del aire	70 %	por un breve periodo de tiempo: 85 %
Periodo de almacenamiento	24 horas	6 meses, (periodo de almacenamiento recomendado: 2 meses)

ANEXO 3: DATOS TÉCNICOS DEL FLASH PARA SOPORTAR PRODUCTO

	CERVEZA/ BEBIDAS A BASE DE CERVEZA	BEBIDAS SIN ALCOHOL/ ZUMOS	LECHE/ BEBIDAS LÁCTEAS
Presión de alimentación máxima autorizada que el cliente ha de poner a disposición	6 bares (g) [87 psig]		
Presión de alimentación requerida en el punto de trasvase hacia la máquina	Min. 3 bares (g) [43,5 psig], Máx. 5 bares [72,5 psig] Nota: La presión de operación en la entrada del producto debe ser 1 bar [14,5 psi] más elevada que la presión de saturación de productos que contienen CO ₂ .		
Temperatura de entrada (admisión)	0 - 10 °C [32 - 50 °F]	5 - 25 °C [41 - 77 °F]	1 - 15 °C [33,8 - 59 °F]
Temperatura de Calentamiento	máx. + 76 °C [+168,8 °F]	máx. + 95 °C [+203 °F]	máx. + 85 °C [+185 °F]
Contenido de CO ₂	máx. 8,0 g/l	máx. 6,0 g/l	

ANEXO 4: PRESENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE ENVASES Y EMBALAJES

Los envases empleados para el expendio y comercialización son herméticos y se presentan de acuerdo a la siguiente tabla:

ENVASES				EMBALAJES	
CLASE – MATERIAL	CAPACIDAD	SELLADO HERMÉTICO	CARACTERÍSTICAS	TIPO - MATERIAL	PRESENTACIÓN
Envase PET ámbar oscuro	0.20 L	Tapa extra Mini look - P28	No Retornable	Paquete de	24 botellas
	0,33 L			Lámina	12 botellas
	0,50 L			Plástica	12 botellas
	1,5 L			Termo contraíble	6 botellas

a. Polix Des

Descripción del producto

Conservante líquido para los circuitos de agua, así como electricidad estática, desinfección, inmersión y externa en la industria de alimentos.

Beneficios

- Posee una especial combinación biocida para el control efectivo de microorganismos.
- Previene efectivamente la formación y el crecimiento de microorganismos en el agua de los circuitos de enfriamiento y pasteurizadores.
- La excelente estabilidad a largo plazo reduce costos.
- Excelente desempeño en sanitización.
- No corrosivo.
- El producto a las recomendaciones recomendadas es compatible con acero inoxidable, aluminio, cobre, bronce, la mayoría de plásticos y caucho.
- Posee agentes especiales que reducen la fricción y proporcionan mayor lubricidad, mejorando la eficiencia del proceso.
- PH neutro.

- Dosificaciones económicas.
- Ambientalmente responsable.
- Contiene ingredientes biodegradables.
- No contiene fósforo
- Eficiente a bajas temperaturas.

Usos

Polix Des previene la formación y el crecimiento de microorganismos en agua con hielo y refrigeración de circuitos de agua, así como pasteurizadores de túnel en la industria alimentaria. La eficacia de *Polix Des* se basa en el efecto sinérgico de específicos biocidas.

Propiedades físicas y químicas del *Polix Des*:

- Apariencia: Claro, líquido incoloro
- Olor: Olor débil
- PH: 5.4 – 6.4
- Espuma: No espumante
- Adecuado para CIP: Sistemas
- Gravedad específica (Densidad): 0.99 – 1.03 g /cm³ (a 20 °C)

Instrucciones de uso

- Circuitos de hielos de agua: adición de 0,5 a 2 kg *Polix Des* para bombas de funcionamiento dependiendo del grado de suciedad. Recarga de *Polix Des* 2 -3 veces por semana hasta una concentración de 0,05 a 0,2 por ciento.
- Túnel pasteurizador adición de 0,3 a 0,5 por ciento de *Polix Des* para todas las zonas, por ejemplo zonas adheridas. En función de tiempo de funcionamiento, el grado de suciedad, bacterias y contaminación. Dosificación continua o se recomienda tratamiento de choque.
 - Se requiere una limpieza básica de pasteurizadores antes *Polix Des* se aplica:
 - Temperatura: 70 – 80 °C
 - Tiempo de contacto: 2 – 3 horas

- Concentración de relleno externa: Spray con 1 por ciento de solución de *Polix Des* desinfección incluido el tiempo de pulverización: tres carreras de llenado *crowner* y chorros de llenado. Tiempo de contacto: 10 minutos.
 - Enjuague con agua de calidad de agua potable durante 10 a 15 minutos.

- Desinfección de Superficies estáticas tienen que ser limpiados a fondo y se deben enjuagar las tuberías, accesorios con abundante agua antes de la desinfección con 0,1 a 0,2 por ciento de *Polix*.