



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO DE  
CERVEZA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA  
METODOLOGÍA DMAIC EN LA LINEA DE ENVASADO DE  
BARRILES DE UNA PLANTA CERVECERA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA DE ALIMENTOS**

**EVELYN LORENA AUZ ABAD**

**DIRECTOR: ING. VICTOR CARRION**

**Quito, mayo de 2015**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015  
Reservados todos los derechos de reproducción

## DECLARACIÓN

Yo **EVELYN LORENA AUZ ABAD**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Evelyn Auz

C.I. 1716366438

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Estandarización del proceso de envasado de cerveza, mediante la aplicación de la metodología DMAIC en la línea de envasado de barriles de una planta cervecera**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera de Alimentos** fue desarrollado por **Evelyn Auz**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Ing. Víctor Carrión Palacios MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 1709930331

## DEDICATORIA

A Dios por ser el principal acompañante durante mi carrera por brindarme a diario fuerza y apoyo en los momentos cuando más lo necesite

A mi amado esposo Daniel que ha sido el impulso durante mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis hermosos hijos Paula y Daniel para quienes ningún sacrificio es suficiente, que con su luz en su mirada han iluminado mi vida y hacen que mi camino sea más claro.

A mis queridos padres Fabián y Lorena que con su amor y enseñanza han sembrado las virtudes que se necesitan para vivir con anhelo y felicidad. Por haberme dado todo cuanto está en sus manos para ayudarme a culminar mi meta sin esperar nada a cambio.

A mis hermanas Estivaliz y Nohely por estar siempre a mi lado cuando más las necesite, por darme su apoyo y fuerzas, animar mi espíritu cada vez que decaigo por enseñarme a amar.

A mi director de tesis Víctor quién con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1 PROCESO.....	3
2.2. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS .....	3
2.2.1 Entendimiento de los Procesos/Subprocesos de Negocio:.....	4
2.2.2 ESTABLECER INDICADORES DE GESTIÓN: .....	5
2.2.2.1 Medición de los Indicadores .....	5
2.2.2.2 Desarrollo de indicadores.....	5
2.2.2.3 Desarrollo de indicadores.....	6
2.2.2.4 Indicadores Inadecuados .....	6
2.2.2.5 Sistema de Indicadores de Gestión.....	7
2.2 DMAIC (DEFINICIÓN, MEDICIÓN, ANÁLISIS, MEJORA Y CONTROL) .....	8
2.2.1 DEFINIR .....	9
2.2.2 MEDIR .....	10
2.2.2.1 Integridad de la data.....	10
2.2.2.2 Línea de Base (“Base line”).....	11
2.2.2.3 Mapa del proceso.....	11
2.2.2.1 Definir la Métrica ‘Y’ .....	11
2.2.3 ANALIZAR .....	12
2.2.4 MEJORAR .....	12
2.2.5 CONTROLAR .....	12
2.3 CERVEZA.....	13
2.3.1 MATERIAS PRIMAS.....	13
2.3.1.1 Malta .....	14
2.3.1.2 Lúpulo .....	15

	<b>PÁGINA</b>
2.3.1.3 Adjuntos (Grits) .....	16
2.3.1.4 Agua .....	16
2.3.1.5 Levadura .....	17
<b>2.3.2 ELABORACIÓN DE CERVEZA .....</b>	<b>17</b>
2.3.2.1 Elaboración de malta.....	18
2.3.2.2 Elaboración de Mosto y Maceración .....	19
2.3.2.3 Fermentación .....	20
2.3.2.4 Maduración .....	21
2.3.2.5 Filtración.....	21
2.3.2.6 Blending .....	22
2.3.2.7 Almacenamiento.....	23
<b>2.3.3 PROCESO DE ENVASADO .....</b>	<b>26</b>
2.3.3.1 Lavado Externo de Barriles .....	27
2.3.3.2 Lavado interno.....	28
2.3.3.3 Pasteurización.....	28
2.3.3.4 Envasado o Llenado.....	29
2.3.3.5 Etiquetado .....	30
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
3.1 DEFINIR .....	32
3.2 MEDIR .....	32
3.3 ANALIZAR.....	33
3.4 IMPLEMENTAR.....	34
3.5 CONTROLAR .....	34
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 DEFINIR EL PROYECTO .....	36
4.1.1 FORMACIÓN DEL EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO .....	36
4.1.2 SELECCIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	37
4.1.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN DE LA PLANTA CERVECERA PREVIA AL ESTUDIO .....	40
4.1.4 DIRECTRIZ DEL PROYECTO.....	41

	<b>PÁGINA</b>
4.1.4 ANÁLISIS SIPOC.....	43
4.1.5 PROVEEDORES Y ENTRADAS .....	44
4.1.5.1 Elaboración .....	44
4.1.5.2 Lavado Externo de Barril.....	50
4.1.5.3 Planta de Agua.....	51
4.1.5.4 Sala de Fuerza .....	52
4.1.6 PROCESO.....	55
4.1.6.1 Posicionamiento de barril en la llenadora.....	55
4.1.6.2 Sistema de Lavado Interno del Barril .....	56
4.1.6.3 Pasteurización Flash de Cerveza.....	57
4.1.6.4 Ingreso de cerveza en el barril (Sistema de Llenado) y contrapresión con CO <sub>2</sub> . .....	58
4.1.7 SALIDA.....	59
4.1.8 CLIENTE.....	60
4.1.8.1 Proceso de etiquetado .....	60
4.2 MEDIR LA SITUACIÓN PREVIO AL ESTUDIO .....	61
4.2.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	61
4.2.2 DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN.....	64
4.2.2.1 Indicador de Calidad .....	64
4.2.2.2 Indicador de Producción.....	66
4.2.3 HISTOGRAMA Y CAPACIDAD DEL PROCESO PREVIO AL ESTUDIO .....	67
4.2.4 PARETO DE LA SITUACIÓN PREVIO AL ESTUDIO.....	69
4.3 ANALIZAR PARA IDENTIFICAR CAUSAS.....	71
4.3.1 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES DE PÉRDIDAS 71	
4.3.1.1 Variables a Probar (X`s).....	71
4.4 IMPLEMENTAR LAS SOLUCIONES.....	74
4.4.1 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES.....	74
4.4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS POTENCIALES.....	75
4.4.2.1 Falta de Válvulas de Purga y Check .....	75



	<b>PÁGINA</b>
4.4.2.2 Inadecuada estandarización de la cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y corte.....	76
4.4.2.3 Resultados de las implementaciones .....	78
4.4.2.4 Indicador de Calidad .....	78
4.4.2.5 Indicador de Producción.....	80
4.4.2.6 Empuje Inadecuado de Cerveza y Agua Carbonatada .....	81
4.4.2.7 Resultados .....	82
4.4.2.8 Indicador de Calidad .....	82
4.4.2.9 Indicadores de Producción.....	86
4.5 CONTROLAR .....	87
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	90
5.2 RECOMENDACIONES.....	92
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>96</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Indicadores de Gestión.....	7
<b>Tabla 2.</b> Ámbitos de medición de indicadores .....	8
<b>Tabla 3.</b> Equipo Multidisciplinario .....	37
<b>Tabla 4.</b> Identificación del Problema.....	39
<b>Tabla 5.</b> Declaración del proyecto .....	42
<b>Tabla 6.</b> Análisis SIPOC .....	43
<b>Tabla 7.</b> Indicadores de Producción .....	67
<b>Tabla 8.</b> Resultados Capacidad del Proceso Situación Previa al Estudio ..	69
<b>Tabla 9.</b> Matriz Causa Efecto .....	73
<b>Tabla 10.</b> Planificación de Actividades .....	74
<b>Tabla 11.</b> Mediciones de hl de Cerveza de Purga .....	77
<b>Tabla 12.</b> Consumos de Insumos por Área .....	80
<b>Tabla 13.</b> Cantidad de Insumos utilizados.....	80
<b>Tabla 14.</b> Indicadores de Producción del Área de Barriles.....	81
<b>Tabla 15.</b> Resultados Capacidad del Proceso Después del Estudio .....	85
<b>Tabla 16.</b> Consumos de Producción por Área .....	86
<b>Tabla 17.</b> Cantidad de Insumos utilizados.....	86
<b>Tabla 18.</b> Indicadores de Producción por Área .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Diagrama de un Proceso .....	3
<b>Figura 2.</b> Simbología para el desarrollo de Diagrama de Procesos .....	4
<b>Figura 3.</b> Ciclo de la Metodología DMAIC .....	9
<b>Figura 4.</b> Cerveza.....	13
<b>Figura 5.</b> Fotografía de cebada .....	14
<b>Figura 6.</b> Lúpulo .....	15
<b>Figura 7.</b> Adjuntos para elaborar Cerveza .....	16
<b>Figura 8.</b> Levadura .....	17
<b>Figura 9.</b> Esquema Proceso de Elaboración de Cerveza.....	18
<b>Figura 10.</b> Fotografía del área de Cocinas de una Planta Cervecera .....	19
<b>Figura 11.</b> Fotografía del Proceso de Fermentación de una Planta Cervecera .....	20
<b>Figura 12.</b> Fotografía del área de Filtración de una Planta Cervecera.....	22
<b>Figura 13.</b> Fotografía un equipo Blending .....	23
<b>Figura 14.</b> Fotografía de un BBT.....	24
<b>Figura 15.</b> Diagrama de Flujo Proceso de Elaboración.....	25
<b>Figura 16.</b> Corte de un barril de 50 litro.....	26
<b>Figura 17.</b> Fotografía de Lavado Externo del Barril.....	27

<b>Figura 18.</b> Fotografía de Pasteurizador Flash con tanque buffer de almacenamiento de cerveza pasteurizada.....	29
<b>Figura 19.</b> Fotografía de Lavadora / Llenadora de Barriles.....	30
<b>Figura 20.</b> Diagrama de Flujo Proceso de Envasado.....	31
<b>Figura 21.</b> Silos de la Planta Cervecera.....	44
<b>Figura 22.</b> Área de Cocina de la Planta Cervecera.....	45
<b>Figura 23.</b> Olla de Cereales de la Planta Cervecera.....	46
<b>Figura 24.</b> Olla de Mezclas de la Planta Cervecera.....	46
<b>Figura 25.</b> Filtro Mash de la Planta Cervecera.....	47
<b>Figura 26.</b> Paila de Hervir de la Planta Cervecera.....	47
<b>Figura 27.</b> Tanques Fermentadores y Maduradores cilindro cónicos.....	48
<b>Figura 28.</b> Filtros BMF de la Planta Cervecera.....	49
<b>Figura 29.</b> BBT Horizontal de la Planta Cervecera.....	50
<b>Figura 30.</b> Lavado externo de barril de la Planta Cervecera.....	51
<b>Figura 31.</b> Planta de Agua de la Planta Cervecera.....	52
<b>Figura 32.</b> Sistema de Vapor de la Planta Cervecera.....	53
<b>Figura 33.</b> Sistema de Vapor de la Planta Cervecera.....	54
<b>Figura 34.</b> Sistema de Aire de la Planta Cervecera.....	55
<b>Figura 35.</b> Posicionamiento de barril.....	56
<b>Figura 36.</b> Tubería de ingreso de cerveza al Pasteurizador Flash.....	57
<b>Figura 37.</b> Control y Flash Pasteurizador.....	57

<b>Figura 38.</b> Tanque de Buffer para almacenamiento de Cerveza.....	58
<b>Figura 39.</b> Proceso de Llenado .....	59
<b>Figura 40.</b> Barril Producto Terminado .....	60
<b>Figura 41.</b> Etiquetado de Barril.....	61
<b>Figura 42.</b> Macro mapa del Proceso .....	62
<b>Figura 43.</b> Diagrama de Flujo del Proceso .....	63
<b>Figura 44.</b> Diagrama de Corrida Barriles.....	65
<b>Figura 45.</b> Gráfica Histograma Barriles .....	68
<b>Figura 46.</b> Gráfico de Pareto de Barriles .....	69
<b>Figura 47.</b> Gráfico de Pareto de las diferentes etapas del proceso de Envasado.....	70
<b>Figura 48.</b> Diagrama de Espina de Pescado – Causa Efecto .....	72
<b>Figura 49.</b> Colocación de Válvulas.....	76
<b>Figura 50.</b> Diagrama de Correlación hl Purgados de Cerveza Vs Extracto Original .....	77
<b>Figura 51.</b> Diagrama de Corrida Resultado del Proceso Estandarizado con empuje de Agua Carbonatada .....	79
<b>Figura 52.</b> Diagrama de Corrida Resultado del Proceso Estandarizado con empuje de CO <sub>2</sub> .....	83
<b>Figura 53.</b> Grafica de Histograma después del estudio .....	84
<b>Figura 54.</b> Diagrama POE de Empuje de Cerveza con CO <sub>2</sub> .....	89

# ÍNDICE DE ANEXOS

## PÁGINA

<b>Anexo I.</b> Lluvia de ideas para identificar variables en la falta de estandarización proceso de Envasado de barriles.....	96
--	----

## RESUMEN

Durante la realización de este proyecto se ha utilizado como documento base al modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) como una metodología para estandarizar el proceso de envasado de cerveza en barriles, procurando así incrementar la satisfacción del cliente mediante la reducción y eliminación de defectos en el arranque y corte del proceso, lo cual se logró con la minimización de la variabilidad del proceso; con este objetivo se han utilizado técnicas y herramientas que tienden a mejorar el proceso actual dentro de la planta cervecera a nivel de ingeniería, producción y calidad. La implementación de DMAIC tiene como objetivo mejorar la calidad de los productos de la Planta Cervecera a través de la aplicación de las mejores prácticas en los procesos; con ello se conseguirá mantener mejora continua durante el ciclo de estandarización del proceso de envasado de cerveza en barriles, y con el transcurso del tiempo se podrá disponer de información importante la cual puede servir para prevenir eventuales falencias en proyectos posteriores, y así tomar medidas preventivas y/o correctivas que fortalezcan dichos procesos. Siguiendo la metodología DMAIC se creó un equipo multidisciplinario de trabajo, se identificaron las causas potenciales del arranque y corte del proceso de envasado de barriles, se priorizaron y se asignaron responsables para su implementación. La capacidad del proceso se midió mediante el uso de herramientas estadísticas, obteniendo un sigma inicial de 0,129, y luego de implementar las mejoras el sigma final fue de 2,297. Se creó un procedimiento operacional estándar para mantener bajo control las mejoras implementadas.

## **ABSTRACT**

During this project has been used as a base document model DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) as a methodology to standardize the process of filling beer in kegs, and efforts to increase customer satisfaction by reduction and elimination of defects in the boot and cutting process, which was achieved by minimizing process variability; for this purpose have been used techniques and tools that tend to improve the current process within the brewing level engineering, production and quality plant. The implementation of DMAIC aims to improve the quality of products Brewing plant through the application of best practices in the processes; This will be achieved by maintaining continuous improvement cycle during packaging process standardization beer barrels, and over time may have important information which may serve to prevent potential failures in subsequent projects, and thus take preventive measures and / or corrective strengthen those processes. Following the methodology DMAIC a multidisciplinary team was created, potential causes of the boot and cut the packaging process kegs were identified, prioritized and responsible for its implementation were assigned. Process capability was measured by using statistical tools, obtaining an initial sigma of 0.129, and then implementing the improvements of the final sigma was 2.297. A standard operating procedure was created to keep under control the improvements implemented.



## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día en las industrias manufactureras están en la búsqueda de optimizar y mejorar las etapas de los procesos; logrando de esa forma satisfacer los requerimientos del consumidor, con un mayor margen de utilidad para el fabricante.

La planta cervecera es una empresa de manufactura de clase mundial que se encuentra aplicando nueva tecnología y métodos, para mejorar y estandarizar la calidad de sus procesos y productos.

Para la empresa es imprescindible el desarrollo de procesos estandarizados que permitan llegar al cumplimiento de los estándares de calidad, costos y seguridad establecidos por la planta para la elaboración de sus productos (Cardenas, 2011).

El propósito de este estudio es realizar la estandarización del proceso de empuje, envasado y corte de la cerveza en barriles en el área de Envasado de la planta cervecera y reducir los consumos de agua carbonatada y disminuir el indicador de merma de cerveza que afecta el proceso de envasado de cerveza en barriles.

En busca de la reducción en la variación de los procesos para mejorarlos nace Seis Sigma a mediados de los años 80 en Motorola por el ingeniero Mikel Harry, esta herramienta tiene una base estadística y pretendía alcanzar niveles de los procesos y en los productos de la organización próximos a los cero defectos, es una metodología sistemática para reducir errores, concentrándose en la mejora de los procesos, el trabajo en equipo y el apoyo de la Dirección. Las etapas del seis sigma son Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar, o llamado comúnmente DMAIC, con mucho énfasis en el proceso de medición y análisis. Los proyectos DMAIC deben tener una duración limitada en el tiempo y surgen bajo el liderazgo de la dirección, quien identifica las áreas a mejorar, define la construcción de

los equipos y garantiza el enfoque hacia el cliente y sus necesidades y a los ahorros económicos.

La Planta Cervecera se ve en la necesidad de un estudio para poder utilizar todos los medios de producción de una manera más efectiva teniendo producción de calidad, estandarización de procesos y disminución en sus indicadores de agua carbonatada y merma de cerveza, para lo cual se aplica la metodología DMAIC para llevar a cabo la mejora continua de la calidad y la estandarización de procesos de la organización.

Los objetivos planteados en esta investigación son:

- Analizar el proceso productivo de envasado de barriles actual.
- Aplicar la metodología DMAIC en el proceso productivo de envasado de barriles.
- Validar procedimientos de operación en el envasado de cerveza en barriles.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 PROCESO

Un proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores o insumos) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor, como se indica en la figura 1 (Cardenas, 2011).

Los productos elaborados son el objetivo de la empresa y estos pueden ser bienes materiales o bienes servicios (Román, 2012).



**Figura 1.** Diagrama de un Proceso

(Román, 2012)

### 2.2. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

El levantamiento y descripción de los procesos es la forma de mostrar la realidad del proceso, a partir de la identificación de las actividades y tareas que se realizan en un proceso para lograr un determinado resultado (Pepper, 2011).

El levantamiento de procesos consta de dos etapas: entendimiento de los procesos/subprocesos de negocio y establecer de indicadores de gestión, estas se describen a continuación:

### 2.2.1 ENTENDIMIENTO DE LOS PROCESOS/SUBPROCESOS DE NEGOCIO:

En esta etapa se debe proceder a realizar una descripción de los procesos, para lo cual es necesario que intervengan las personas que están en contacto con los procesos. Cada proceso se encuentra conformado por una serie de procedimientos, y estos a su vez por actividades o tareas por desarrollar. Las técnicas utilizadas son: observación, entrevista y focus group para todo el levantamiento de información (Web y Empresas, 2012), (Pepper, 2011). Los pasos para realizar el entendimiento de los procesos/subprocesos de negocio

- ✓ Identificar las etapas y actividades específicas de los procesos/subproceso.
- ✓ Identificar los elementos del proceso: entradas y salidas; productos, subproductos y/o desperdicios del proceso.
- ✓ Identificar los protagonistas o actores que desarrollan las actividades y tareas del proceso.
- ✓ Generar fichas y diagramas de flujo de los procesos (Web y Empresas, 2012), (Pepper, 2011). En la figura 2 se detalla ejemplos de simbología para el desarrollo de diagramas de flujo de procesos.



**Figura 2.** Simbología para el desarrollo de Diagrama de Procesos

(Hernández, 2013)

## **2.2.2 ESTABLECER INDICADORES DE GESTIÓN:**

Estos indicadores y KPIs (Key Performance Indicator o en español Indicador clave de desempeño) permiten medir y cuantificar el desempeño de la empresa, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia señala la existencia de desviaciones sobre las es se tomarán acciones correctivas o preventivas según caso (Rojas, 2014).

Los indicadores de gestión suelen estar ligados con los resultados cuantificables, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados (Rojas, 2014).

### **2.2.2.1 Medición de los Indicadores**

Los KPIs son métricas financieras o no financieras que pueden ser palabras, números, etc, utilizadas para cuantificar objetivos para indicar el rendimiento de una organización. Estos pueden mostrarse en color verde, amarillo o rojo según estén cumpliendo o no con el objetivo propuesto, respectivamente (Sixtina Consulting Group, 2011).

### **2.2.2.2 Desarrollo de indicadores**

Los KPI deben estar enlazados a la estrategia propuesta. Ya que se han establecido, definido y asignado a la estrategia, se desarrolla los indicadores de rendimiento, para medir el progreso y obtener conocimientos para ayudar a administrar y mejorar el rendimiento de la empresa (Camejo, 2012).

Para el desarrollo de un sistema de indicadores se debe responder a los siguientes puntos clave (Camejo, 2012):

- ¿Qué se hace?: las actividades y resultados esperados.
- ¿Qué se desea medir?: actividades prioritarias objeto de análisis.
- ¿Quién utilizará la información?: las personas destinatarias.
- ¿Cada cuánto tiempo?: periodicidad de la obtención de información

- ¿Con qué se compara?: con referentes externos o internos.

### **2.2.2.3 Desarrollo de indicadores**

Los KPI proporcionan respuestas a las preguntas más importantes en una empresa. Además mejora la toma de decisiones y promueve un mejor desempeño en el trabajo y de la empresa, entre las utilidades de los indicadores los de mayor relevancia son (Camejo, 2012):

- Interpretar lo que está ocurriendo.
- Tomar medidas cuando las variables se salen de los límites establecidos.
- Definir la necesidad de realizar cambios y/o mejoras y poder evaluar sus consecuencias en el menor tiempo posible.
- Analizar la tendencia histórica y apreciar la productividad a través del tiempo.
- Establecer la relación entre productividad y rentabilidad.
- Direccionar o re-direccionar planes financieros.
- Relacionar la productividad con el nivel salarial.
- Medir la situación de riesgo de la empresa.
- Proporcionar las bases del desarrollo estratégico y de la mejora focalizada.

### **2.2.2.4 Indicadores Inadecuados**

Los KPI se establecen en función de cada empresa y deben revisarse periódicamente, para evitar convertir las métricas en fijas, ya que si las



circunstancias competitivas cambian, los KPI también van a cambiar (Barranco, 2013).

El uso indiscriminado de indicadores contruidos fuera del contexto de lo que se quiere evaluar puede dar una imagen o resultados inadecuados de la empresa y esto puede derivar en que los indicadores se conviertan en obstáculos para el cambio (Camejo, 2012).

### 2.2.2.5 Sistema de Indicadores de Gestión

Los indicadores se pueden clasificar en(Camejo, 2012):

**Tabla 1.** Indicadores de Gestión

<b>INDICADORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Cumplimiento</b>	Cumplimiento una tarea, stán relacionados con las razones que indican el grado de consecución de tareas y/o trabajo.
<b>Evaluación</b>	Relacionan con las razones y/o los métodos que ayudan a identificar nuestras fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.
<b>Eficiencia</b>	Relacionados con las razones que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos.
<b>Eficacia</b>	Relacionados con las razones que indican capacidad o acierto en la consecución de tareas y/o trabajos.
<b>Gestión</b>	Relacionados con las razones que

	permiten administrar realmente un proceso.
--	--

Existe un amplio campo para utilizar los indicadores de gestión. A continuación se presenta el siguiente cuadro de ámbitos de medición de indicadores (Abay Analistas, 2010).

**Tabla 2.** Ámbitos de medición de indicadores

<b>Demografía y Población</b>	Movimientos de población Tasas de natalidad, mortalidad, etc
<b>Económicos</b>	Indicadores de cuentas financieras Indicadores de empresas Indicadores de comercio, etc
<b>Mercado laboral</b>	Indicadores de la EPA Indicadores de estructura salarial Indicadores de tiempos de trabajo
<b>Ámbito social</b>	Indicadores de niveles de vida Indicadores de educación Indicadores de salud Indicadores de culturales y de ocio

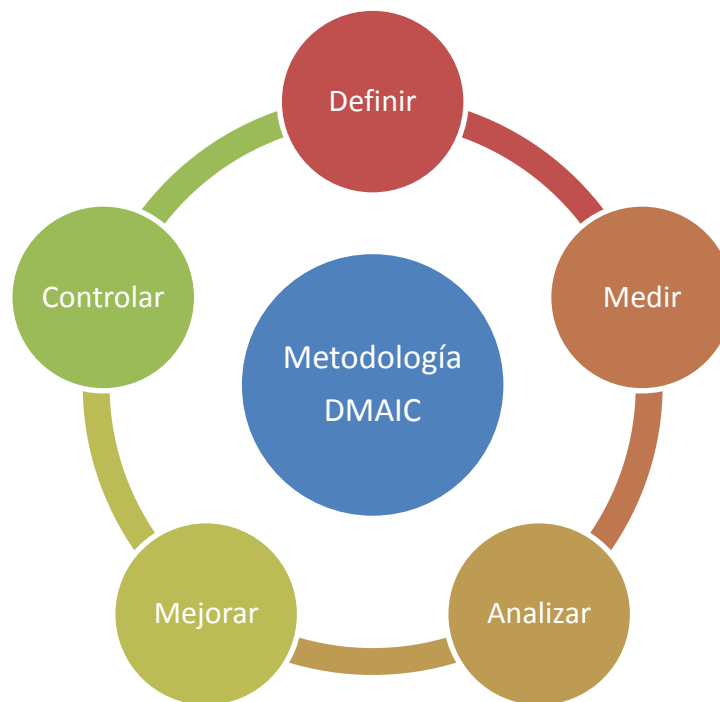
(Abay Analistas, 2010)

## **2.2 DMAIC (DEFINICIÓN, MEDICIÓN, ANÁLISIS, MEJORA Y CONTROL)**

DMAIC, son las siglas en inglés de las cinco fases que componen la metodología: definición (**D**efine), medición (**M**easure), análisis (**A**nalyze), mejora (**I**mprove) y controlar (**C**ontrol). Cada fase define pasos y

herramientas a utilizar para lograr la mejora deseada o meta (Sagastume, 2013).

Es una metodología que utiliza herramientas para identificar factores vitales, aquellos de mayor relevancia para mejorar la calidad en los procesos y la generación de beneficios. Permite lograr una reducción de variables obteniendo procesos estandarizados y controlados, los cuales una vez que se ha logrado la meta requerida logra garantizar que el proceso continúe con la mejora y si es posible llegar a cero defectos (Olofsson, 2012). En la figura 3 se representa la Metodología DMAIC, como un ciclo continuo para la mejora de procesos.



**Figura 3.** Ciclo de la Metodología DMAIC  
(Santiago, 2012)

### 2.2.1 DEFINIR

En esta etapa se define tres conceptos:

- ✓ El problema u oportunidad de mejora,

- ✓ El Proceso y
- ✓ Los objetivo de este proyecto.

Esta etapa es necesaria, para identificar la situación sobre la que se trabajará, básicamente se responde a síntomas presentes en la empresa. La definición se debe realizar en términos operacionales para facilitar su análisis. Un enunciado del problema debe identificar los clientes, las características críticas para calidad (CTQ: característica importante para un cliente, medible) que tienen mayor impacto en el desempeño del producto o servicio, describir el nivel actual de desempeño, identificar las métricas de desempeño relevantes, calcular las implicaciones costo/beneficio del proyecto, y cuantificar el nivel de desempeño esperado de un esfuerzo exitoso (Olofsson, 2012), (Sagastume, 2013).

### **2.2.2 MEDIR**

Esta fase se enfoca en cómo medir los procesos internos que impactan las características del producto (Olofsson, 2012).

El objetivo de medir consiste en (Cabrera, 2013):

- Confirmar la integridad de los datos.
- Determinar la línea de base o baseline.
- Entender y mapear el flujo del proceso.
- Identificar aquellos pasos o entradas que son críticos dentro del proceso.

#### **2.2.2.1 Integridad de la data**

Es importante contar con la seguridad de la integridad de los datos antes de proseguir con el análisis. Hay que identificar que el problema a estudiar no se origina por una mala manipulación de los operadores, de la calibración del equipo, etc. (Cabrera, 2013). Para realizar la tabulación de los datos se usan algunas herramientas como el MINITAB, Excel, etc. (Cabrera, 2013).

Se inicia con la visualización de las posibles razones (Xs) por la cual la métrica se está comportando como lo hace (Sagastume, 2013).

#### **2.2.2.2 Línea de Base (“Base line”)**

Se hace la recolección de los osy se obtienen parámetros como el nivel de capacidad del proceso, el nivel de Sigma, el número de defectos, etc. Si se tiene una línea de base previa al estudio y se compara con el proceso con datos de antes y después se identifica con facilidad las mejorías. La información que se recolecta en esta etapa, será una referencia durante el proyecto y nuevamente se usa al final del proyecto para comparar y comprobar los resultados (Cabrera, 2013).

#### **2.2.2.3 Mapa del proceso**

Es la ilustración que describe los pasos involucrados en un proceso o tarea, este diagrama cuenta con símbolos definidos que usados correctamente describen las acciones básicas de todo proceso. Con el desarrollo del mapa se entiende cómo funciona el proceso, para identificar los pasos críticos e identificar las variables o Xs críticas dentro del proceso y con las cuales trabajar a lo largo del proyecto para mejorar el proceso estudiado (Cabrera, 2014a).

Ejemplo de variables (Cabrera, 2014B):

- Entradas de proceso “Xs”
- Entradas de salidas “Y”
- Requerimiento del cliente / proveedores
- Requerimiento de Actividades de valor agregado
- Puntos de control
- Puntos de data: inventario, defecto o costo de la calidad baja.

#### **2.2.2.1 Definir la Métrica ‘Y’**

Es el resultado del proceso que se desea mejorar. Se aplican herramientas estadísticas a cualquier proceso a fin de evaluar y cuantificar su rendimiento. Preguntan qué resultado o variable dependiente es una función de otra variable independiente, para obtener la información que mejore su rendimiento” (Olofsson, 2012), (Cabrera, 2013).

### **2.2.3 ANALIZAR**

Esta fase se identifica el por qué ocurren los defectos, errores, o variación excesiva, para encontrar respuestas se requiere identificar las variables clave que con mayor probabilidad crean los errores y la variación excesiva, es decir las causas raíz (Sagastume, 2013), (Olofsson, 2012).

La causa raíz, una vez corregida, evitará la repetición del defecto en el producto o proceso. Una vez identificadas las variables potenciales (Xs), se realizan experimentos para verificarlas; para lo cual se formulan hipótesis a investigar, colectando datos, analizándolos, y emitiendo conclusiones razonables y apoyadas estadísticamente (Sagastume, 2013), (Olofsson, 2012).

### **2.2.4 MEJORAR**

Una vez comprendida la causa raíz, se generará ideas para solucionar el problema y mejorar las mediciones de desempeño. Esta fase es una actividad altamente creativa. Una vez que se han generado un conjunto de ideas como posibles soluciones se debe evaluar cada una y seleccionar la más relevante (Olofsson, 2012).

### **2.2.5 CONTROLAR**

Esta fase se enfocará en cómo mantener las mejoras a través del tiempo y sin supervisión constante, lo cual incluye colocar herramientas para asegurar

que las variables claves permanezcan dentro de los rangos máximos de aceptación bajo el proceso modificado (Sagastume, 2013), (Olofsson, 2012).

## **2.3 CERVEZA**

La cerveza (figura 4.) es una bebida de moderado contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación controlado, utiliza una levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o los derivados de lúpulo (INEN, 2003).



**Figura 4.** Cerveza

(Vela, 2009)

### **2.3.1 MATERIAS PRIMAS**

A continuación se detalla la descripción de las materias primas para la elaboración de la cerveza.

### 2.3.1.1 Malta

Para la elaboración de la malta se selecciona y remoja el cereal, se hace germinar el brote de la raicilla y la formación de enzima amilasa que convierte el almidón en azúcar, momento en el que se interrumpe el germinado y se pasa al secado. El secado o tostado se realiza en hornos y su objetivo es reducir al mínimo la humedad del cereal. La temperatura del horno y el grado de tostado, afecta al color de la malta; cuanto más alta es la temperatura más oscura la malta, de igual manera el color de la cerveza (figura 5). El cereal más empleado es la cebada aunque también se utiliza trigo o se realiza mezclas de trigo y cebada (Vela, 2009).



**Figura 5.** Fotografía de cebada

(Gallo, 2011)

La calidad de la malta viene dada por la calidad de la cebada, o del trigo o cualquier otro cereal, utilizada en la maltería y por los parámetros que a continuación se detalla (Ruíz, 2013):

- Cascarilas finas y rizadas.



- Ausencia de enfermedades microbiológicas.
- Germinación rápida y uniforme, por lo que el grano debe poseer una elevada actividad proteolítica y citolítica. Esto se traduce en una buena digestión enzimática de las paredes celulares y de la matriz proteica.
- Un elevado y equilibrado índice de kolbach. Este índice es la relación porcentual entre el nitrógeno total del grano y el nitrógeno soluble presente en el mosto.

### 2.3.1.2 Lúpulo

Es una planta de la cual se emplea solamente su flor, esta es la que contiene las resinas y los aceites que proporcionan a la cerveza las características organolépticas como amargo, aroma y sabor (Balcells, 2014), se le contribuye también una mejor conservación del producto, debido a que reduce la proliferación de bacterias además produce una mejor permanencia de la espuma (Vela, 2009).

El lúpulo tiene dos tipos de presentación en pellets como se muestra en la figura 6 y líquida (Gallo, 2011).



**Figura 6.** Lúpulo

(Gallo, 2011)

### 2.3.1.3 Adjuntos (Grits)

Para dar mayor estabilidad a la elaboración de la cerveza se agrega cereales no malteados como trigo, arroz, avena (Vela, 2009).

También se adiciona azúcar, jarabe de glucosa o caramelo, frutas y especias (figura 7) para elevar el contenido alcohólico de la cerveza, los adjuntos evitan un exceso de proteínas que provocan la turbidez en la cerveza (Balcells, 2014).



**Figura 7.** Adjuntos para elaborar Cerveza

(Balcells, 2014)

### 2.3.1.4 Agua

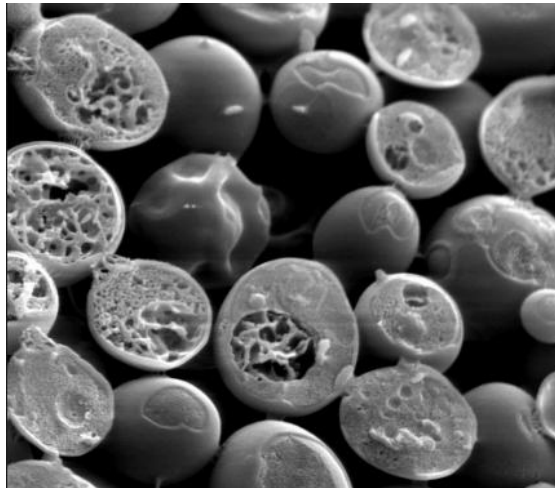
Se utiliza agua potable y de características normales, incolora, inodora y libre de sustancias que la enturbien (Vela, 2009).

Las sales que posee influyen en la calidad de la cerveza, el calcio del agua, genera efecto en el espesor y el color; los sulfatos, inciden en el amargor, y cloruros, afectan la textura de la bebida, es el principal componente de la cerveza (Cervecería Nacional, 2014).

### 2.3.1.5 Levadura

Son microorganismos unicelulares que transforman los azúcares en alcohol y CO<sub>2</sub>. Ver figura 8 la presentación de biomasa de levadura (Vela, 2009).

Existen dos tipos de fermentación: la fermentación alta que corresponde a levaduras flotantes que dan como resultado a cervezas tipo ale y la fermentación baja con levaduras que fermentan en el fondo de la cuba que dan como resultado cerveza tipo lager. En el caso de las cervezas tipo lager, el hongo utilizado es el *Saccharomyces carlsbergensis*. (Vela, 2009).

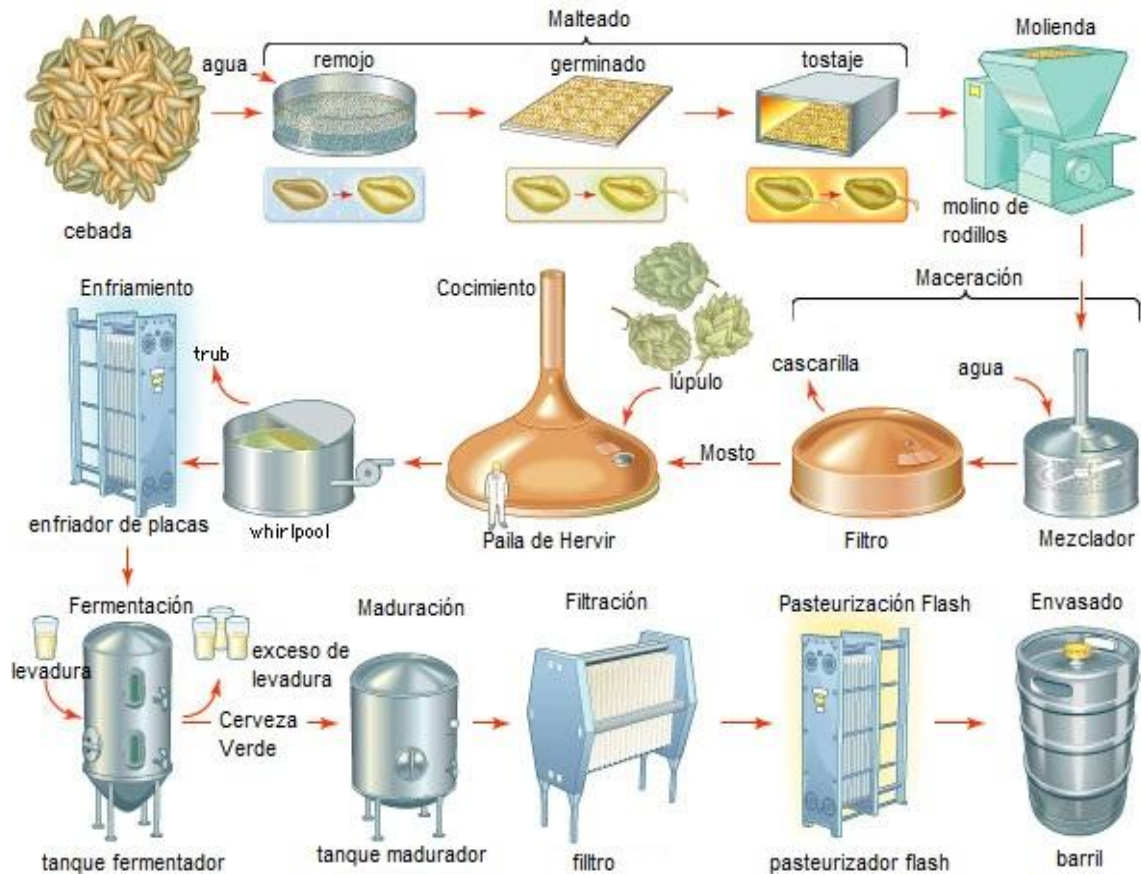


**Figura 8.** Levadura  
(López, 2012)

### 2.3.2 ELABORACIÓN DE CERVEZA

La elaboración de cerveza es un proceso complejo en el cual se debe tomar en cuenta la inocuidad, la calidad de la materia prima y el control de la temperatura en cada una de las etapas.

En la figura 9 se detalla el Proceso de Elaboración de Cerveza desde materias primas hasta producto terminado.



**Figura 9.** Esquema Proceso de Elaboración de Cerveza

(Losada, 2015)

### 2.3.2.1 Elaboración de malta

La malta es un cereal procesado, existe malta de cebada, que es la más común, malta de trigo, malta de avena (Fermun, Encinas, Sarries, & Paz, 2013).

Durante este proceso de malteado, los granos del cereal comenzarán a liberar los azúcares y almidones que se necesitan posteriormente durante la fermentación para ser transformados en alcohol y CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) (Fermun et al., 2013).

### 2.3.2.2 Elaboración de Mosto y Maceración

La malta se tritura y se mezcla con agua, con movimiento, tiempo y temperaturas, se produce la disolución y transformación de los elementos de la malta consiguiéndose el cambio del almidón, principalmente la maltosa y de proteínas, en albúminas y aminoácidos necesarios para las siguientes fases del proceso. La duración y temperatura en este proceso define el estilo de cerveza que se va a hacer, este proceso se realiza en un tanque denominado macerador como se ve en la Figura 10. En un tanque aparte denominado macerador de adjuntos se realiza el acondicionamiento de los adjuntos, que gradualmente se adiciona al macerador principal (Club de Cervezas del Mundo, 2014).



**Figura 10.** Fotografía del área de Cocinas de una Planta Cervecera  
(GEA Process Engineering, 2009)

En este momento se obtiene el mosto con materias insolubles, que son restos de grano denominado cascarilla; que se separan por filtración llamada clarificación del mosto. El líquido filtrado obtenido se hierve y se le va dosificando el lúpulo, consiguiendo la esterilización, lupulado, concentración

del extracto del mosto y coagulación del mosto (Club de Cervezas del Mundo, 2014), (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009).

Por último, se produce el enfriamiento del mosto en condiciones estériles hasta los 12° o 5° C, temperatura adecuada para la adición de la levadura (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009).

### 2.3.2.3 Fermentación

El mosto frío es llevado al tanque de fermentación y conjuntamente es aireado, esta operación es necesaria para proveer a la levadura de suficiente oxígeno para su crecimiento durante la fermentación. Una vez en tanque de fermentación se le adicionan las levaduras para que inicié la fermentación, donde los azúcares del mosto se transforman en alcohol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), como se observa en la figura 11 (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009), (GEA Process Engineering, 2009).



**Figura 11.** Fotografía del Proceso de Fermentación de una Planta Cervecera  
(Black, 2010)

El tipo de fermentación que se estudiará es la fermentación baja, que es cuando se realiza a bajas temperatura entre 5 o 9 °C y la levadura se deposita en el fondo del tanque fermentador, la fermentación es más lenta

tomando entre 7 y 9 días (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009).

Este tipo de cervezas elaboradas a partir de una fermentación baja son cervezas lagers (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009).

Una vez fermentada la cerveza y con el extracto deseado en °P (Grados Plato), se pasa la cerveza a los tanques de maduración dejando la levadura en el fondo del tanque, esta levadura dependiendo de la generación de utilización (máx. 7<sup>ma</sup>) y dependiendo de sus características de viabilidad (mayor al 98%) y contaje será cosechada para volver a reingresar al proceso o para ser desechada (Cervecería Nacional, 2014).

#### **2.3.2.4 Maduración**

La cerveza fermentada es llevada a unos tanques de acondicionamiento, conocidos como Tanques de Maduración en donde se almacena a una temperatura cercana al punto de congelación (-2 a 2°C). Aquí se produce una segunda fermentación en la que las levaduras transforman el azúcar que queda en alcohol, existe carbonatación, purga las sustancias volátiles indeseables, elimina los residuos de oxígeno, y reduce químicamente muchos compuestos, lo que conduce a la mejora de sabor y aroma (Cervecería Nacional, 2014), (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009), (Maduracion.com, 2012).

Dependiendo del tiempo de maduración que puede ser mínimo de tres a siete días, la cerveza desarrollará el carácter específico (Cervecería Nacional, 2014), (Cámara de la Industria Cervecera Argentina, 2009).

#### **2.3.2.5 Filtración**

La filtración de la cerveza madura nos ayuda a: reducir el tiempo de reposo, da un aspecto claro y cristalino a la cerveza, preserva aroma y sabor, aumenta la estabilidad y garantiza la duración de la cerveza (GEA Process



Engineering, 2009). En la figura 12 se observa la fotografía de un filtro tipo industrial.



**Figura 12.** Fotografía del área de Filtración de una Planta Cervecera  
(GEA Process Engineering, 2009)

El objetivo de la filtración de la cerveza es retener levaduras, las proteínas y polifenoles, y por otro evitar que quede afectada las cualidades esenciales de la cerveza (GEA Process Engineering, 2009).

#### **2.3.2.6 Blending**

Una vez filtrada la cerveza, se procede a su dilución mediante la mezcla con agua desaireada o agua carbonatada.

La medición en línea, del contenido de alcohol de la cerveza y del contenido en carbónico del agua, permite obtener calcular la proporción de agua a



añadir y, con ello el valor del extracto original (EO) deseado (GEA Process Engineering, 2009).

En la figura 13 observamos la apariencia del equipo blending para diluir la cerveza.



**Figura 13.** Fotografía un equipo Blending

(GEA Process Engineering, 2009)

### 2.3.2.7 Almacenamiento

La cerveza filtrada y diluida es llevada a un tanque de acero inoxidable llamado BBT (Brigth Beer Tank) o tanque de Cerveza Brillante, donde se la almacena a temperaturas de  $-3$  a  $3$  ° C, y aislado a una presión determinada para poder contener el  $\text{CO}_2$  (Cervecería Nacional, 2014).

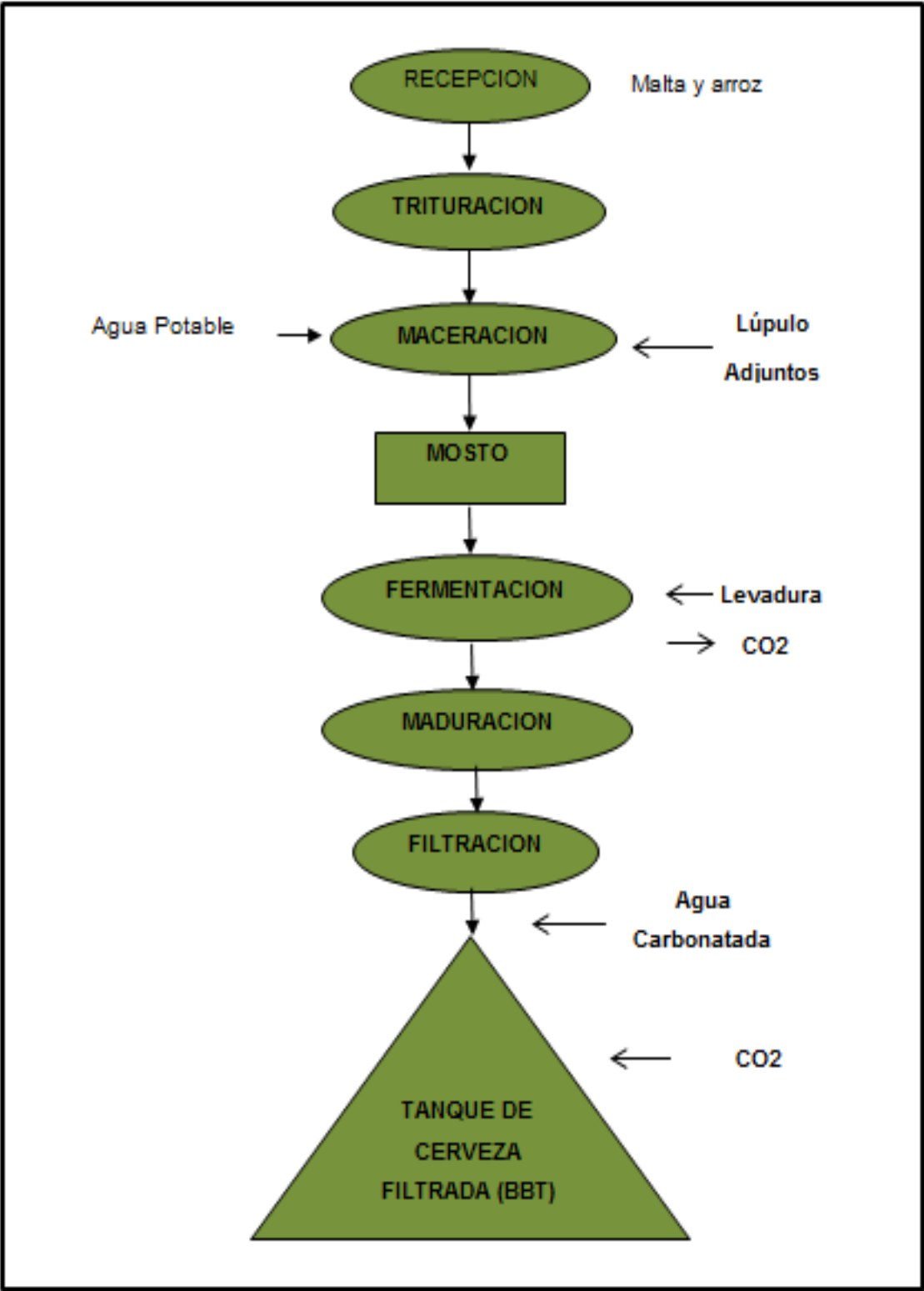
El material del que está hecho un BBT es acero inoxidable, que evita la oxidación del tanque, por ende off flavor (sabor) desagradables en la cerveza y soporte temperaturas bajas de hasta  $-3$  °C y presión, al momento de presurizar el tanque, temperaturas altas de hasta  $80$ °C cuando se realiza la limpieza del tanque con hidróxido de sodio (NaOH) (Cervecería Nacional, 2014), en la figura 14 se observa un BBT con las características mencionadas y con una capacidad de 500 hl.



**Figura 14.** Fotografía de un BBT

(Cervecería Nacional, 2014)

En la figura 15, se detalla el Diagrama de Flujo del proceso de Elaboración de Cerveza desde recepción de materia prima hasta el almacenamiento de cerveza en BBT.



**Figura 15.** Diagrama de Flujo Proceso de Elaboración  
(Cervecería Nacional, 2014)

### 2.3.3 PROCESO DE ENVASADO

La cerveza tiene que ser envasado en recipientes que garanticen la protección contra la luz, el ingreso del oxígeno, mantener su inocuidad y estabilidad organoléptica. El envasado se puede realizar en dos tipos de envases, la botella marrón típica de cerveza o un barril (Santi, 2012).

El barril de metal se fabrica en acero o aluminio por ser de este tipo de material no se tiene el ingreso luz al envase. Sin embargo, aunque esté hecho totalmente de metal, internamente está forrado y protegido para evitar que la cerveza no contacte con este (Santi, 2012).



**Figura 16.** Corte de un barril de 50 litro

(Fundación Wikimedia, 2014)

En la mayoría de las máquinas de llenado de barriles, se realiza las operaciones de lavado interno del barril y posteriormente su llenado por eso

se dice que sus funciones separadas permiten la limpieza y llenado de los barriles a la misma vez.

Las máquinas pueden llegar a tener una capacidad de 10 hasta 60 barriles (50 l) por hora, dependiendo de las necesidades y capacidad de la planta cervecera (PSS SVIDNÍK, 2009).

### 2.3.3.1 Lavado Externo de Barriles

La limpieza del barril es manual, mediante el rociado de un desincrustante espumoso clorado y luego cepillado manualmente y enjuagado con agua potable (Cervecería Nacional, 2014), como se observa en la figura 17.



**Figura 17.** Fotografía de Lavado Externo del Barril  
(Cervecería Nacional, 2014)

### **2.3.3.2 Lavado interno**

El barril se conecta a la maquina mediante la válvula de lavado / llenado para iniciar el proceso. El lavado interno consiste en la evacuación de los restos de cerveza de los barriles, lavado, eliminación de los restos del lavado, limpieza química, lavado final, esterilización por vapor y presurización para la preparación para el llenado. Después de concluir los procesos de limpieza y enfriamiento a la temperatura adecuada de los barriles se puede proceder a su llenado (PSS SVIDNÍK, 2009).

En la limpieza química se la solución que se utiliza es el hidróxido de sodio llegando a concentraciones variables de 1,5% a 4% y temperaturas alrededor de 80°C. Se debe asegurar que en los barriles no queden trazas de hidróxido de sodio después del lavado” (Cervecería Nacional, 2014).

### **2.3.3.3 Pasteurización**

La pasteurización de la cerveza es un tratamiento térmico que se realiza con el fin de inactivar las células vegetativas de microorganismos patógenos (bacterias spolaige)” (Cerna, 2009). La pasteurización es el efecto tiempo temperatura durante el proceso de pasteurización sobre el color, aroma y “flavor” de cerveza no afectando las características organolépticas de la cerveza” (Cerna, 2009).

### **2.3.3.4 Pasteurización Flash**

“Funciona al calentar rápidamente una bebida a una temperatura de alrededor de 72 – 85 °C por un tiempo de 15 a 20 segundos antes del proceso de llenado y tapado. La bebida será rápidamente enfriada utilizando otro intercambiador de calor. Este proceso aporta varias ventajas de espacio y costo debido a la manipulación de la bebida en lote antes del llenado. Este tipo de pasteurización requiere de un llenado estéril y de contenedores estériles. Mantener los contenedores y el sistema de llenado estériles es

complejo, difícil y caro” (GEA Process Engineering Spain, 2009). En la figura 18 se aprecia la fotografía de un pasteurizador flash con tanque buffer.



**Figura 18.** Fotografía de Pasteurizador Flash con tanque buffer de almacenamiento de cerveza pasteurizada.

(Co.Mac. S.r.l., 2013b)

#### **2.3.3.4 Envasado o Llenado**

Cuando termina el proceso de lavado interno del barril inicia consecuentemente el proceso de llenado. El llenado consisten en ingresar CO<sub>2</sub> en el barril (presurar), para evitar que la cerveza se espume o se derrame, además de eliminar el oxígeno en el interior del barril y posterior a esto llenarlo con cerveza. Como el barril está conectado a la maquina mediante la válvula de lavado / llenado al momento de estar lleno el barril se cierra herméticamente, separándose de la máquina de llenado. (Cervecería

Nacional, 2014). En la figura 19 se aprecia la fotografía del proceso de lavado / llenado de barril.



**Figura 19.** Fotografía de Lavadora / Llenadora de Barriles

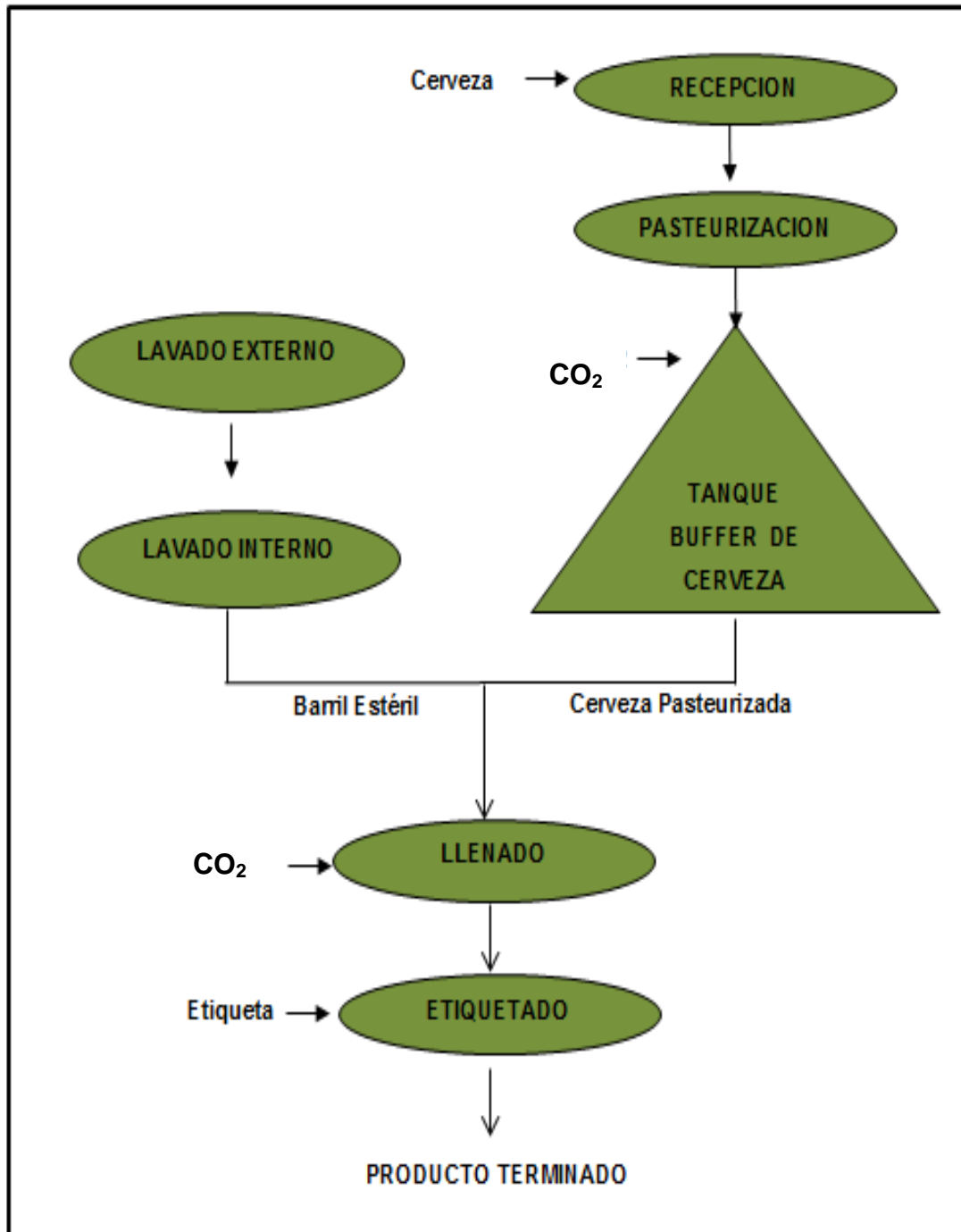
(Co.Mac. S.r.l., 2013a)

### **2.3.3.5 Etiquetado**

Al salir de llenadora los barriles son etiquetados manualmente, sirve para identificar el producto: lote, fecha de envasado. El diseño debe ser cuidadoso de acuerdo a normas establecidas para facilitar su venta (Cervecería Nacional, 2014).



En la Figura 20 se detalla mediante el Diagrama de Flujo el proceso de Envasado de Cerveza.



**Figura 20.** Diagrama de Flujo Proceso de Envasado  
(Cervecería Nacional, 2014)

### **3. METODOLOGÍA**

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 DEFINIR**

Se formó un equipo multidisciplinario para el desarrollo del proyecto. El equipo multidisciplinario se formó por un grupo de profesionales de diferentes disciplinas y de diferentes áreas como producción (operador del área de barriles y gerente de Embotellado), calidad (analista de calidad y jefe de calidad), donde el analista de calidad se lo denominó como el líder del proyecto, que es el responsable del trabajo que se lleva a cabo. El líder requiere del aporte del resto de los profesionales para lograr los objetivos comunes (Pizarro, 2012).

Se seleccionó el problema tomando como punto de referencia los problemas que se tenían en el área de Envasado de Cerveza en Barriles, y se realizó una votación tomando dos criterios de evaluación: el equipo y la necesidad de la mejora.

Se definió el propósito del proyecto, su alcance, antecedentes de proceso (Sagastume, 2013).

Se realizó un análisis SIPOC (Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas), Customers (Clientes)), este ayudó a entender los elementos de entrada y salida claves del proceso de envasado de cerveza en barril y a definir los límites y alcance del mismo (Cisneros, 2012).

### **3.2 MEDIR**

En esta etapa se realizó en la recolección de información de la situación del proceso de envasado de cerveza en barril previa al estudio, se utilizó el Diagrama de Corrida, utilizada para visualizar el comportamiento del proceso por un período tiempo específico y poder diferenciar entre las causas

especiales y comunes de variación y la determinación del indicador de gestión o la métrica (Caballero, 2010).

Se realizó el Diagrama de Pareto, donde se detectaron los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Wilfredo Pareto que dice “El 80% de los problemas que se presentan provienen de sólo un 20% de las causas”, es decir que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves (Remondegui, 2009).

Se elaboró un mapa de proceso para mostrar detalles del mismo, incluyendo controles y parámetros (Olofsson, 2012).

Se recolectó datos que indican la localización u ocurrencia de los problemas y se graficaron los datos de defectos a través del tiempo para determinar tendencias e identificar causas especiales (Remondegui, 2009).

Se utilizó el Histograma que es una descripción grafica de los valores organizados de acuerdo a una frecuencia (Remondegui, 2009), se determinó la capacidad de proceso (Cp) que consiste en evaluar la variabilidad y tendencia central de la metrica, para así compararla con sus especificaciones del proceso, para ello se utilizó el programa estadístico computacional de Excel (Salazar, 2014), (Olofsson, 2012), (Remondegui, 2009).

### **3.3 ANALIZAR**

Se determinó las causas raíz potenciales de los problemas detectados y se confirmó con los datos recolectados en la etapa anterior. Se realizó lluvia de ideas con los miembros del equipo para es obtener una lista de posibles soluciones, esto complemento con un diagrama de espina de pescado, para determinar posibles causas de un problema (efecto) y colocar las posibles causas. Las causas principales fueron agrupadas en 5 M, estas son; métodos, materiales, máquina, mano de obra y medida. En cada causa

principal se anotaron las causas específicas recolectadas en la lluvia de ideas (Remondegui, 2009).

Se elaboró un cuadro matriz causa efecto donde los integrantes del equipo multidisciplinario en función de sus criterios asignó calificaciones a las diferentes opciones de variables, para determinar cuáles son los de mayor incidencia en la falta de estandarización del proceso de envasado.

### **3.4 IMPLEMENTAR**

Se elaboró un cuadro de planificación de actividades para solventar las posibles causas al problema, que fueron identificadas en el paso anterior, esta es una herramienta que ayuda establecer quién, qué, dónde, cuando, por qué y cómo se va a dar solución a dichas variables (Xs) que afectaban al envasado de cerveza en barril.

Se realizó un análisis del antes y después del proyecto por medio de una gráfica de corrida el tiempo, que permitió revisar cuanto disminuyó el problema inicial detectado, para esto se volverán a registrar las mediciones de la etapa medir (Remondegui, 2009). Esto incluye gráficas de Pareto, análisis de capacidad y cálculo del sigma del final del proceso luego de implementadas las mejoras.

### **3.5 CONTROLAR**

En esta etapa implementaron estrategias para mantener la disciplina de estandarización del proceso de envasado de cerveza en barriles. Para lo cual se documentó el nuevo procedimiento implementado, para esto se creó POE (Procedimiento Operativo Estándar) del proyecto que está publicado en el área de barriles y se realizó un entrenamiento con los involucrados del área con las mejoras implementadas. Se monitoreó el uso del sistema implementado y se chequearon los resultados obtenidos. Se comunicó los

resultados a la gerencia, y dirección, con los conocimientos adquiridos y recomendaciones.

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 DEFINIR EL PROYECTO

Se resaltó la participación de quienes están involucrados en el área y que pueden trabajar en el proyecto, se identificó a aquellos aspectos que no funcionan dentro del área de barriles que son necesarios investigar y comprender, cual es la situación previa al estudio cual va a ser la directriz del proyecto.

#### 4.1.1 FORMACIÓN DEL EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

Para la formación del equipo se consideró quienes participan en el proceso de envasado, que poseen habilidades y competencias específicas:

- **Líder del equipo** se enfoca a los resultados, proporciona guía coordina las acciones para asegurar el éxito.
- **Miembros del equipo:** Participa activamente con ideas e información, se beneficia de la experiencia, experiencia y perspectivas de los demás, aplica los pasos del proceso de mejora
- **Propietario del proceso (champion):** Soporta al equipo con recursos, comparte información con el equipo, participa en revisiones de proyectos y conoce la metodología Seis Sigma.

En la tabla 3, se detalla la designación de los roles de los cuatro integrantes del equipo multidisciplinario.



**Tabla 3. Equipo Multidisciplinario**

<b>Cargo</b>	<b>Equipo</b>
1 Gerente de Envase	Champion del Proyecto
1 Analista de Calidad Laboratorio	Líder del Proyecto
1 Jefe de Calidad	Soporte
1 Operador de Línea	Soporte

#### **4.1.2 SELECCIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE MEJORA**

Se elaboró una tabla con todos los problemas del área de envasado de barriles identificados por el Champion del equipo (tabla 4), y con todo el equipo se realizó una votación tomando en cuenta los criterios de evaluación. Los criterios a evaluar están en función de dos puntos:

**- Si el proyecto es adecuado para el equipo:**

¿Es este problema común para todos los miembros del equipo?,

¿Qué tan fácil es para los miembros del equipo atacar este problema?,

¿Los miembros del equipo van a poder colaborar juntos?,

¿Cuánto tiempo va a tomar el proyecto?

¿El proyecto va a aumentar las habilidades del equipo?

**- Si el proyecto es necesario para la mejora:**

¿Qué tanta necesidad hay de mejora?

¿El proyecto satisface las necesidades de la Dirección?

¿Cuánto costara este proyecto?

¿Qué tipo de resultados pueden ser esperados?

**Tabla 4. Identificación del Problema**

Puntos		Proyecto Adecuado para el Equipo					Proyecto Necesario para la Mejora				Calificación	Prioridad
Criterios de Evaluación		¿Es este problema común para todos los miembros del equipo?	¿Que tan fácil es para los miembros del equipo atacar este problema?	¿Los miembros del equipo van a poder colaborar juntos?	¿Cuanto tiempo va a tomar el proyecto?	¿El proyecto va a aumentar las habilidades del equipo?	¿Qué tanta necesidad hay de mejora?	¿El proyecto satisface las necesidades de la Dirección?	¿Cuánto costara este proyecto?	¿Qué tipo de resultados pueden ser esperados?		
Calificación Máxima		5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	
Temas Propuestos Sección Barriles	1. Falta del proceso de Lavado externo de barriles	3	3	3	3	5	3	3	3	3	29	
	2. Falta de Estandarización del Proceso de Envasado	5	5	5	5	3	5	5	5	5	43	✓
	3. Ineficiente codificación y Etiquetado de barriles	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	
	4, Falta de Ergonomía	3	1	3	5	3	3	3	5	3	29	

Siendo 1 □ de poco impacto, 3 □ de medio impacto y 5 □ de mayor impacto.

Del análisis de resultados de la tabla 4 se identifica que el tema con mayor calificación y en el que todo el equipo multidisciplinario va a trabajar es el de Falta de Estandarización del Proceso de Arranque y Corte del Proceso de Envasado.

De acuerdo en las calificaciones obtenidas el proyecto es adecuado para el equipo multidisciplinario ya que el proyecto se relaciona con todos, el equipo puede colaborar junto para resolverlo, todos están de acuerdo que el proyecto se lo realizará en corto tiempo y aumentará las habilidades del equipo.

#### **4.1.3 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN DE LA PLANTA CERVECERA PREVIA AL ESTUDIO**

Actualmente en la sección de envasado de barriles de la planta cervecera el proceso de envasado es empírico, no existe un procedimiento estandarizado a seguir para realizar la recepción y corte de envió de cerveza.

La tubería queda inundada con agua carbonatada después de realizar el CIP (Clean in Place) que es un aseo diario desde el área de elaboración hasta la entrada del área de barriles. Al iniciar la producción de barriles diariamente, la cerveza enviada desde elaboración empuja el agua carbonatada de la tubería, hasta llegar a la sección de barriles, el operador recepta la cerveza y visualmente determina cuando la cerveza debe ingresar a la etapa de pasteurización; lo que no es visualmente aceptado es desechado y tomado en cuenta como merma. En el corte de producción, el procedimiento es empujar la cerveza que está en la tubería con agua carbonatada desde elaboración, y tomando el criterio del operador nuevamente se detiene el ingreso de cerveza hacia el tanque buffer y se detiene el envió de agua carbonatada.

#### **4.1.4 DIRECTRIZ DEL PROYECTO**

Una vez determinadas las oportunidades, principalmente reducción de pérdidas, y el área de trabajo en el cual se desarrollará el proyecto, se realizó un project charter (Ver tabla 5.) esta indica el nombre del proyecto, los alcances, metas estimadas a cumplir, nombres del equipo de trabajo, clientes, recursos disponibles y plazos de cada etapa.

**Tabla 5. Declaración del proyecto**

<b>Declaración del Problema / Oportunidad:</b>	Actualmente en la sección de envasado de barriles de la planta cervecera el proceso de envasado es empírico, no existe un procedimiento estandarizado a seguir para realizar la recepción y corte de envió de cerveza.	
<b>Objetivo del Proyecto</b>	Estandarizar el proceso de envasado de cerveza en barriles. Estandarizar el proceso de envasado de cerveza en barriles, mediante la aplicación de la metodología DMAIC.	
<b>Miembros del Equipo Multidisciplinario</b>	<b>Cargo</b>	<b>Equipo</b>
	Gerente de Envase	Champion del Proyecto
	Analista de Calidad Laboratorio	Líder del Proyecto
	Jefe de Calidad	Soporte
	Operador de Línea	Soporte
<b>Dentro del alcance del proyecto</b>	Proceso de llenado de cerveza en barriles	
<b>Fuera del alcance del proyecto</b>	Proceso de elaboración de la cerveza	
<b>Y´s del Proyecto – Entregables del Proyecto</b>	Procedimiento estandarizado del proceso de envasado en barriles	

#### 4.1.4 ANÁLISIS SIPOC

En la **Tabla 6** se aprecia un análisis SIPOC para el envasado de cerveza en barril, donde describe los componentes principales del proceso, proveedores para cada etapa, entradas, que corresponden a materias primas y las transformaciones en cada etapa del proceso, salidas y consumidor final.

**Tabla 6.** Análisis SIPOC

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Elaboración	Cerveza Brillante (BBT).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posicionamiento de barril en la llenadora.</li> <li>• Sistema de Lavado Interno del Barril</li> <li>• Pasteurización de Cerveza y Almacenamiento Tanque Buffer</li> <li>• Ingreso de cerveza en el barril (Sistema de Llenado) y contrapresión con CO2.</li> </ul>	Cerveza envasada en Barril.	Proceso de Etiquetado Manual.
Lavado Externo de Barril	Barril Lavado			
Planta de agua	Agua Ablandada Potable.			
Sala de fuerza	CO2 Aire Vapor			

## 4.1.5 PROVEEDORES Y ENTRADAS

### 4.1.5.1 Elaboración

Área proveedora de la cerveza brillante proveniente del BBT, el área de elaboración consta del área de silos, cocina, fermentación, maduración, filtración y BBT. Desde fermentación hasta los BBT se conoce como el área de Bodega de Frió debido a las temperaturas bajas con las que se trabaja (Cervecería Nacional, 2014).

- **Silos**

Recepción y almacenamiento de la materia prima, ver figura 21.



**Figura 21.** Silos de la Planta Cervecera

(Cervecería Nacional, 2014)

Silos para arrocillo capacidad de 140 Ton/silo.

Silos de malta capacidad de 70 y 100 Ton/silo (Cervecería Nacional, 2014).



- **Cocimiento**

Comprende el proceso de molienda de malta y adjuntos, cocimiento, filtración y concentración del mosto, ver figura 22 (Cervecería Nacional, 2014)



**Figura 22.** Área de Cocina de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

- **Molienda**

Molienda de la malta y el arroz, la molienda es tipo seca, se utiliza un molino de martillos, capacidad de 13 Ton/h (Cervecería Nacional, 2014).

- **Olla de cereales**

Olla donde se realiza la cocción de la malta, ver figura 23.

Marca Krones, capacidad 260 hl (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 23.** Olla de Cereales de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

- **Olla de Mezclas**

Olla donde se realiza la cocción de los adjunto, para acondicionarlos para adicionarlos al mosto, ver figura 24 (Cervecería Nacional, 2014).

Marca Krones, capacidad 400 hl.



**Figura 24.** Olla de Mezclas de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

- **Filtro**

Mash, marca Landaluce, capacidad de 8800 kg. Ver figura 25 (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 25.** Filtro Mash de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

- **Olla de Ebullición:**

Marca Krones, capacidad 650 hl, ver figura 26 (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 26.** Paila de Hervir de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

## Fermentación y Maduración

Recepción del mosto frío en los tanques cilindros cónicos fermentadores (FV siglas en inglés Fermentation Vessel), ver figura 27, donde se adiciona la levadura y se airea para iniciar la fermentación se maneja temperaturas que inician en 12°C hasta bajar a 5°C, este proceso es de aproximadamente 7 días. (Cervecería Nacional, 2014).

A la cerveza fermentada se le retira la levadura y es trasladada a tanques cilindros cónicos maduradores (SV siglas en inglés Storage Vessel) para terminar la fermentación o conocida como secunda fermentación y la cerveza madura se almacena -2 a 2°C mínimo por 3 días (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 27.** Tanques Fermentadores y Maduradores cilindro cónicos  
(Cervecería Nacional, 2014)

Capacidad de Fermentadores:

- 2 FV capacidad 3600 hl
- 13 FV capacidad 400 hl
- 4 FV capacidad 4200 hl

Capacidad de Fermentadores:

- 2 SV Capacidad 4200 hl.
- 7 SV Capacidad 2000 hl.
- 13 SV capacidad 1000 hl (Cervecería Nacional, 2014).

### **Filtración**

La cerveza madura pasa por el filtro para eliminar los restos de levaduras y aclarar la cerveza (Cervecería Nacional, 2014).

Marca: BMF – NORIT, ver la figura 28.

Capacidad: 400 hl/h de cerveza concentrada.

Material Filtrante: Membranas. (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 28.** Filtros BMF de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

### **Almacenamiento de cerveza filtrada BBTs**

La cerveza filtrada antes de ingresar a los tanques de almacenamiento conocidos como BBTs son diluidos con agua carbonatada y almacenados de -1 a 1°C (Cervecería Nacional, 2014).

- 3 BBT (Horizontales) Capacidad 2000 hl, ver la figura 29.
- 2 BBT (Verticales) Capacidad 4000 hl. (Cervecería Nacional, 2014)



**Figura 29.** BBT Horizontal de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.5.2 Lavado Externo de Barril**

El barril es un material reutilizable y el proceso de recogerlo del mercado lo hace al área de Distribución y almacenado en racks (estantería metálica) en bodega de producto terminado (Distribución). Cuando se planifica el envasado de barriles, los barriles almacenados se trasladan al área de barriles para iniciar el proceso de limpieza (Cervecería Nacional, 2014).

La limpieza de barriles es manualmente mediante el rociado de un desincrustante espumoso clorado y luego cepillado y enjuagado con agua potable, ver figura 30 (Cervecería Nacional, 2014).





**Figura 30.** Lavado externo de barril de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.5.3 Planta de Agua**

El agua utilizada en toda la planta cervecera es la extraída de pozos y posteriormente tratada de acuerdo a las necesidades.

El agua extraída del pozo es llevada a filtros para eliminar el calcio y magnesio y ablandar el agua, ver figura 31. Posterior a esto, el agua es almacenada en cisternas y se adiciona hipoclorito de sodio para potabilizarla y distribuirla a las áreas donde se la necesite, en este caso al área de barriles para el lavado externo e interno del barril (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 31.** Planta de Agua de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.5.4 Sala de Fuerza**

##### **Sistema de Vapor**

El vapor se utiliza en la zona de barriles en dos etapas: para realizar la esterilización del barril en el momento de realizar la limpieza interna y para la pasteurización de la cerveza, ver figura 32 (Cervecería Nacional, 2014).



La planta cervecera dispone de:

- 3 calderas
- Capacidad instalada: 39,3 Ton/h



**Figura 32.** Sistema de Vapor de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

### **Sistema de CO<sub>2</sub>**

El CO<sub>2</sub> se utiliza en la zona de barriles para realizar la contrapresión de la cerveza en el tanque buffer y en el barril en el momento en que se lo está llenando (Cervecería Nacional, 2014).

La planta cervecera dispone de:

- 2 compresores de CO<sub>2</sub>
- 4 tanques de almacenamiento: 46,6 Ton, ver figura 33.
- Capacidad instalada: 1000 kg/h
- Pureza de CO<sub>2</sub>: 99.998% (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 33.** Sistema de Vapor de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

### **Sistema de Aire**

El aire se utiliza en la zona de barriles para el accionamiento de las electroválvulas en los equipos de la pasteurizadora y llenadora.

Capacidad instalada: 3154,3 m<sup>3</sup>/h, ver figura 34.



**Figura 34.** Sistema de Aire de la Planta Cervecera  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.6 PROCESO**

A continuación se detalla el proceso de envasado de barriles:

##### **4.1.6.1 Posicionamiento de barril en la llenadora.**

Con la ayuda del tecele se eleva el barril hasta la mesa de la lavadora/llenadora, para posicionarlo en la llenadora para iniciar el proceso de lavado interno, ver figura 35 (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 35.** Posicionamiento de barril  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.6.2 Sistema de Lavado Interno del Barril**

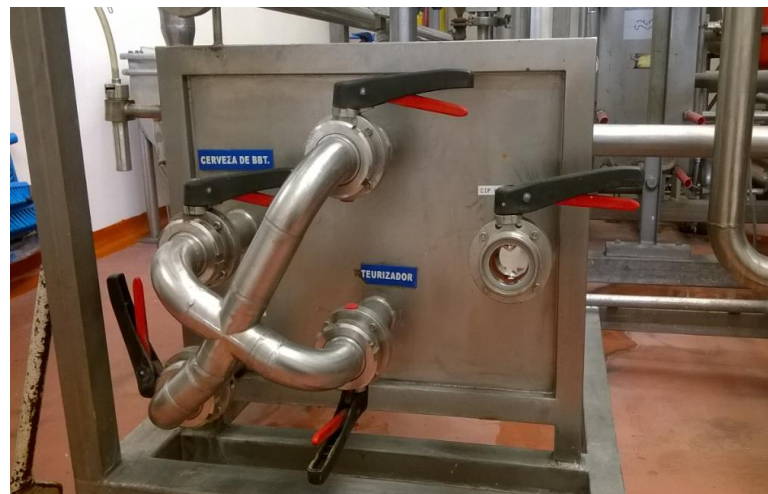
El lavado interno de barril es automático junto con el llenado de los barriles dejando a los operadores las únicas acciones de desplazamiento de los barriles.

Una vez posicionado el barril en la lavadora/llenadora inicia el lavado interno del barril que consiste en introducir agua potable para eliminar residuos de cerveza que se hayan quedado en el interior. Posterior a esto ingresa la sosa caustica (NAOH) con una concentración del 2 al 4% a temperatura de 50 a 70°C, se enjuaga con agua potable, y se termina con la esterilización que se realiza a partir de temperaturas de 80 hasta llegar a 120°C en un tiempo de 30 segundos. El barril se encuentra listo para realizar el llenado con cerveza.



#### 4.1.6.3 Pasteurización Flash de Cerveza

La cerveza es enviada desde el BBT en elaboración, e ingresa por la tubería hacia el pasteurizador flash, ver figura 36, donde a temperatura de 120°C por un tiempo de 5 a 10 segundos dependiendo el flujo de envío es pasteurizada, ver figura 37, es decir se elimina la carga microbiana, y enviada al tanque Buffer, ver figura 38, para ser almacenada hasta envasarla (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 36.** Tubería de ingreso de cerveza al Pasteurizador Flash  
(Cervecería Nacional, 2014)



**Figura 37.** Control y Flash Pasteurizador  
(Cervecería Nacional, 2014)



**Figura 38.** Tanque de Buffer para almacenamiento de Cerveza  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.6.4 Ingreso de cerveza en el barril (Sistema de Llenado) y contrapresión con CO<sub>2</sub>.**

La cerveza almacenada en el tanque Buffer esta lista para el proceso de llenado. Previamente el barril estéril se lo llena con CO<sub>2</sub>, operación que se conoce contrapresionar el barril, para poder ingresar la cerveza y evitar que esta se espume, ver figura 39 (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 39.** Proceso de Llenado  
(Cervecería Nacional, 2014)

#### **4.1.7 SALIDA**

Al finalizar el proceso de llenado como resultado o salida se obtiene el barril de 50 o 30 litros como producto terminado, ver figura 40 (Cervecería Nacional, 2014).



**Figura 40.** Barril Producto Terminado  
(Cervecería Nacional., 2014)

#### **4.1.8 CLIENTE**

El cliente es el siguiente subproceso de etiquetado.

##### **4.1.8.1 Proceso de etiquetado**

Se etiqueta el barril de acuerdo a lo requerido por la norma INEN, se especifica:

- Fecha y hora de elaboración
- Fecha de caducidad
- Lugar de Fabricación
- Contenido de Grado alcohólico
- Advertencia, etc, ver figura 39 (Cervecería Nacional, 2014).





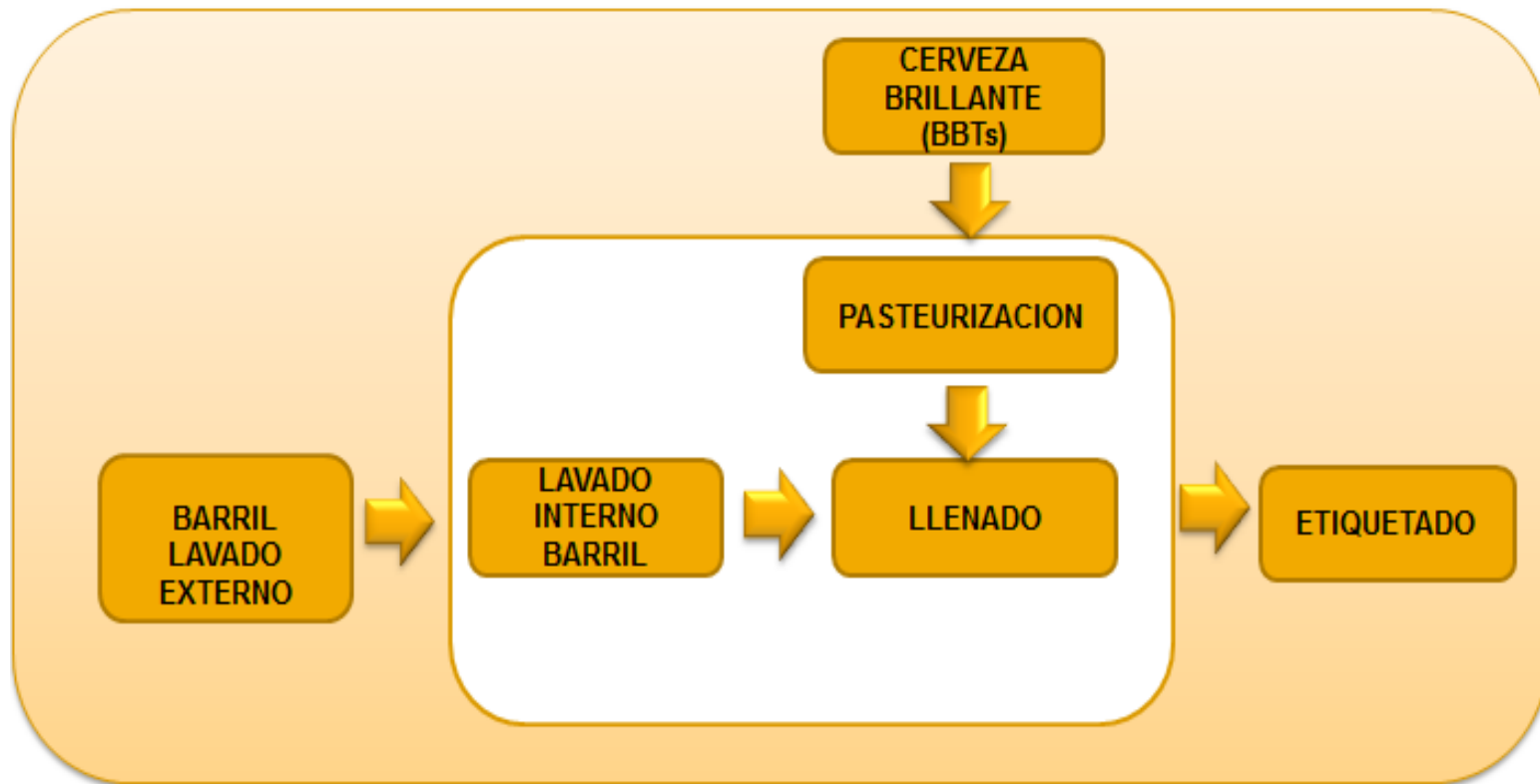
**Figura 41.** Etiquetado de Barril

(Cervecería Nacional, 2014)

## **4.2 MEDIR LA SITUACIÓN PREVIO AL ESTUDIO**

### **4.2.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para realizar la recolección de datos se realizó un macro mapa del proceso (Figura 42) y diagrama del proceso de envasado de cerveza en barril, identificando puntos de control y materias primas físicas a lo largo de cada etapa (Figura 43).



**Figura 42.** Macro mapa del Proceso

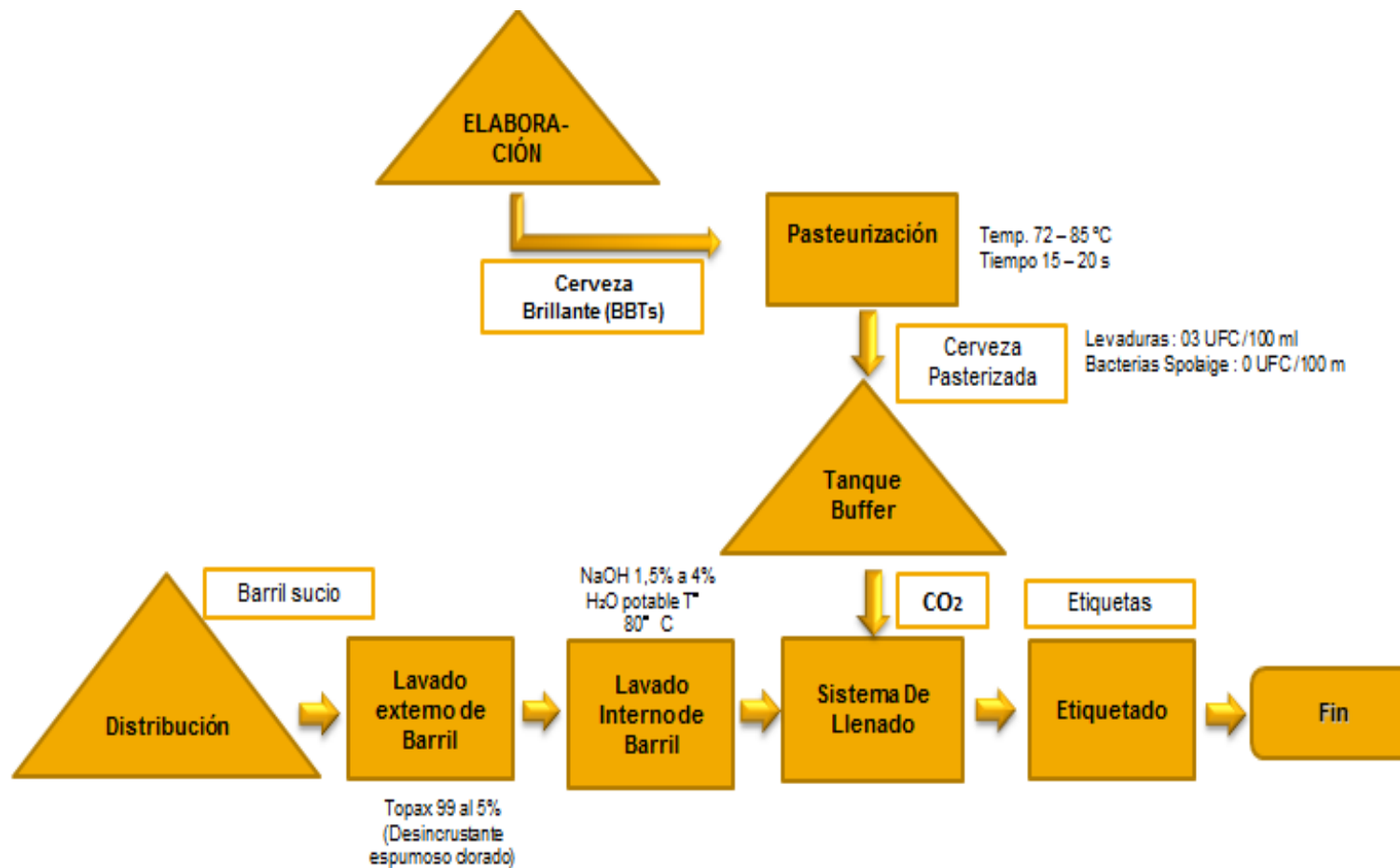


Figura 43. Diagrama de Flujo del Proceso

## **4.2.2 DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN**

Para la determinación del indicador de gestión o la métrica se tomó el utilizado por cerveceros en varias plantas cerveceras que es el indicador de calidad Extracto Original (EO) que se mide en Grados Plato (° Plato), es un parámetro que nos clasifica el tipo y calidad de cerveza (Cervecería Nacional, 2014).

### **4.2.2.1 Indicador de Calidad**

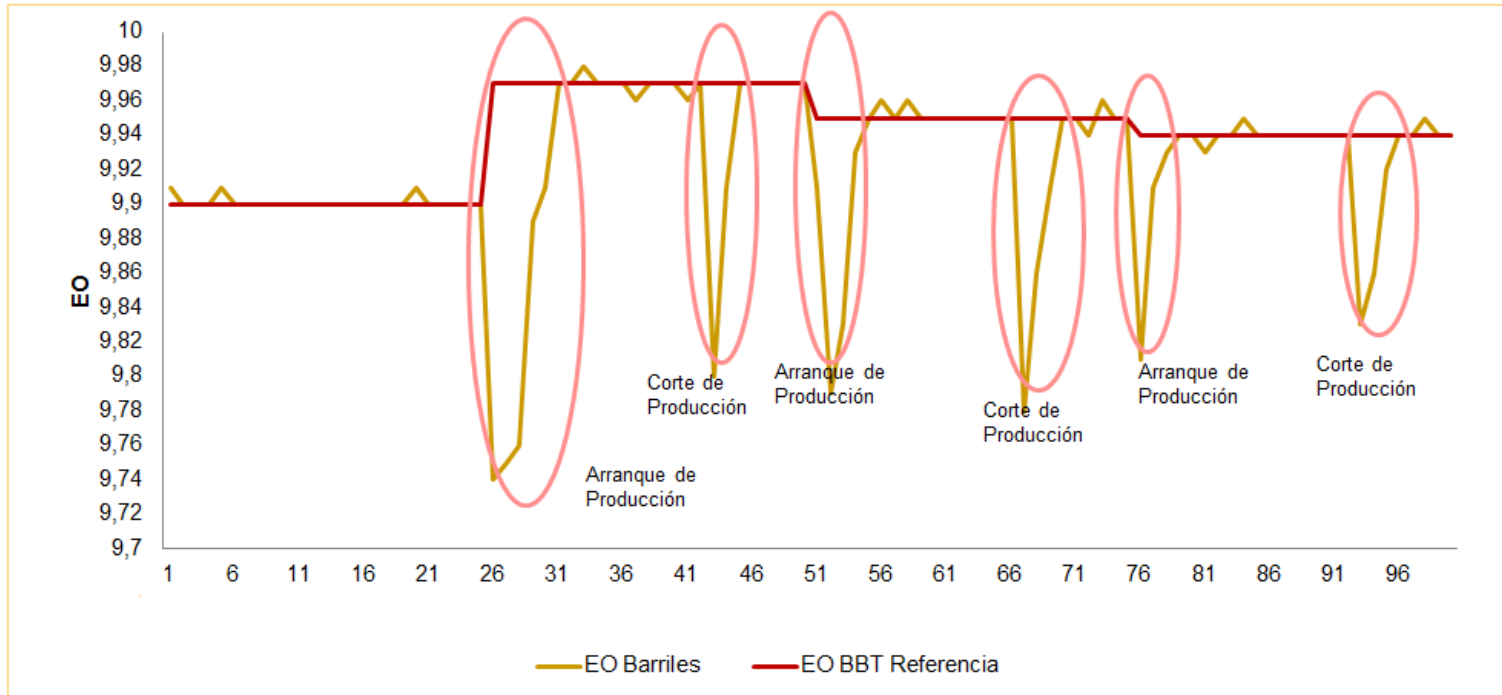
#### **Extracto Original (EO)**

Es la concentración de la cerveza expresada en % en masa y calculada a partir de la concentración de alcohol y del extracto real o verdadero de la misma.

La unidad con la que se trabaja para determinar el Extracto Original (indicador físico-químico) es el Grado Plato (°P) que es la cantidad en gramos de extracto seco del mosto, contenido en 100 gramos de la bebida de malta (INEN, 2009).

Todo proceso de elaboración de cerveza, desde mosto hasta producto terminado se basa en el extracto original y se maneja el centramiento de acuerdo a la marca. Para cerveza en Barril se maneja  $10 \pm 0,15$  EO (°Plato), como parámetro, dándose variabilidad dentro de especificación de los BBTs (Bright Beer Tank □ Tanque de Cerveza Brillante) de Referencia, la capacidad de cada BBT oscila entre 1000 y 3000 hl.

En la figura 44 se muestra diagrama de corrida del EO de los BBTs de referencia y de los barriles envasados en diferentes etapas de envasado: arranque, medio y corte del proceso en un periodo tiempo.



**Figura 44.** Diagrama de Corrida Barriles

**Análisis de Gráfica:** Se aprecian valores desviados con respecto a la línea de BBT referencia (color rojo), clasificándose como picos bajos, donde hay que realizar las acciones correctivas para estandarizar el proceso.

Estos picos se explican cómo bajas de concentración de EO debido a diluciones de la cerveza con agua carbonatada en el momento de realizar el arranque y cortes de producción, afectando la concentración de EO en los barriles en esas etapas.

El proceso no va a presentar picos altos debido a que nunca en el proceso de arranque, medio y corte de envasado de cerveza en barriles se va a producir una concentración de EO, ya que este es un parámetro de calidad del BBT, previamente analizado y reportado.

#### **4.2.2.2 Indicador de Producción**

##### **Indicador de Agua**

Dato del consumo de agua que se utiliza para elaborar 1 hl de cerveza. Este indicador puede ser medido por áreas de producción y por la planta en general. Unidad = hl de agua / hl cerveza (Cervecería Nacional, 2014).

##### **Indicador de CO<sub>2</sub>**

Dato del consumo de CO<sub>2</sub> que se utiliza para elaborar 1 hl de cerveza. Este indicador puede ser medido por áreas de producción y por la planta en general. Unidad = kg de CO<sub>2</sub> / hl cerveza (Cervecería Nacional, 2014).

##### **Merma**

Se entiende por merma la pérdida de alguna de las características físicas de los productos obtenidos o, mejor, de alguno de los factores utilizados para su obtención: su peso, su volumen, longitud, etc. Cuando eso ocurre la empresa ya lo tiene asumido como una característica propia del proceso productivo (Rodríguez Martín, 2014).

En la tabla 7 se describe la situación inicial del proceso de envasado en barriles en función de los indicadores de producción con su respectiva unidad.

**Tabla 7.** Indicadores de Producción

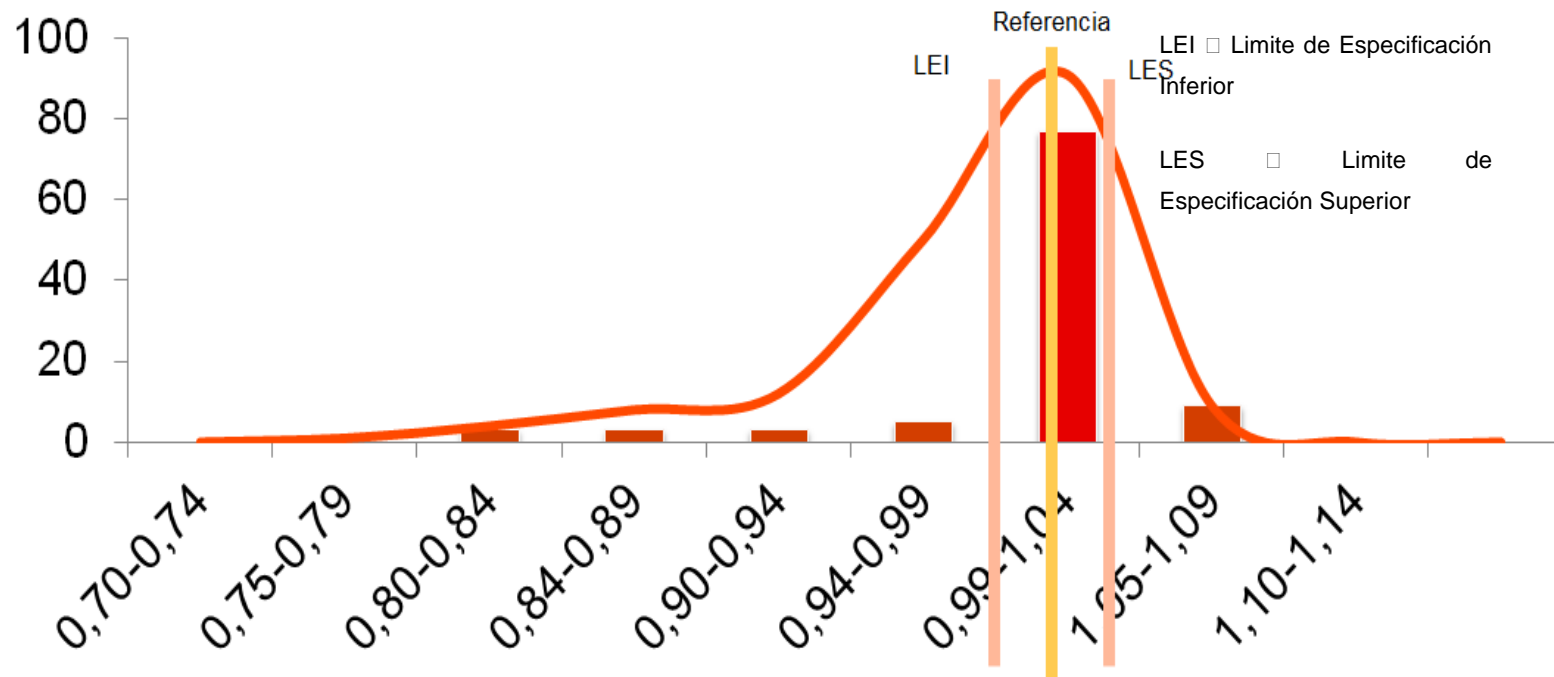
<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Situación previa al estudio</b>
H <sub>2</sub> O Carbonatada	hl/hl	0,13
CO <sub>2</sub>	kg/hl	0,65
MERMA	%	<b>7,07%</b>

**Nota:** el indicador meta para merma en la planta cervecera para el área de envasado es < 0.80%, observándose que el valor obtenido sobrepasa el valor establecido y afectando así al área y a la empresa.

#### **4.2.3 HISTOGRAMA Y CAPACIDAD DEL PROCESO PREVIO AL ESTUDIO**

Debido a que existen variaciones en los EO de BBTs de Referencia enviados desde Elaboración, que son propios del proceso, se realizó una relación de cada medida tanto de BBT de referencia como de cada Barril en las diferentes etapas del proceso para observar la tendencia del proceso. La relación consistió en llevar cada medida de BBT a 1, y a las demás medidas de barril se les aplica una regla de tres simple, para poder la tendencia del proceso en el gráfico de histogramas.

En la figura 45 se graficó el histograma y en la tabla 8 se presentan los análisis del proceso de envasado en barriles previo al estudio.



**Figura 45.** Gráfica Histograma Barriles

**Análisis de Gráfica:** Se aprecia que el proceso de envasado de cerveza en barriles no está centrado, tiende al lado izquierdo. El  $Cp < 1$ , indica que el proceso no es capaz, es decir el proceso tiene mucha variabilidad por lo que no es apto para producir las unidades dentro de las especificaciones establecidas, y debemos adoptar diversas medidas para corregir esta situación.

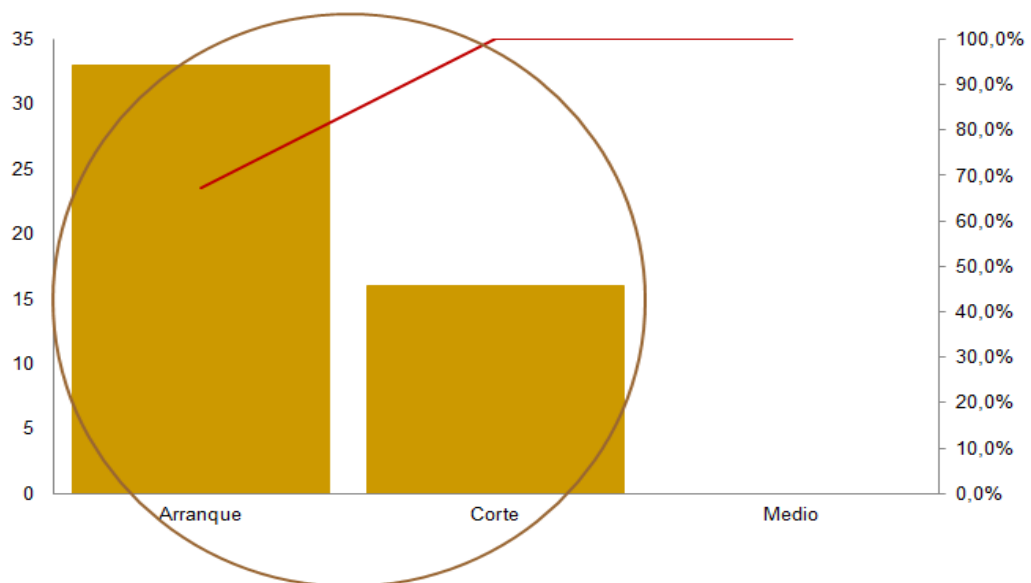


**Tabla 8.** Resultados Capacidad del Proceso Situación Previa al Estudio

<b>Referencia (Promedio BBT=9,94°P)</b>	<b>1,00</b>	<b>CP</b>	<b>0,129</b>
LES (10,15°P)	1,02	Cpki	0,000051
LEI (9,85°P)	0,98	Cpks	0,258
Media	0,98		
Desviación de proceso	0,05		

#### 4.2.4 PARETO DE LA SITUACIÓN PREVIO AL ESTUDIO

En la Figura 43 se aprecia una gráfica de Pareto de las diferentes etapas de envasado de barriles.

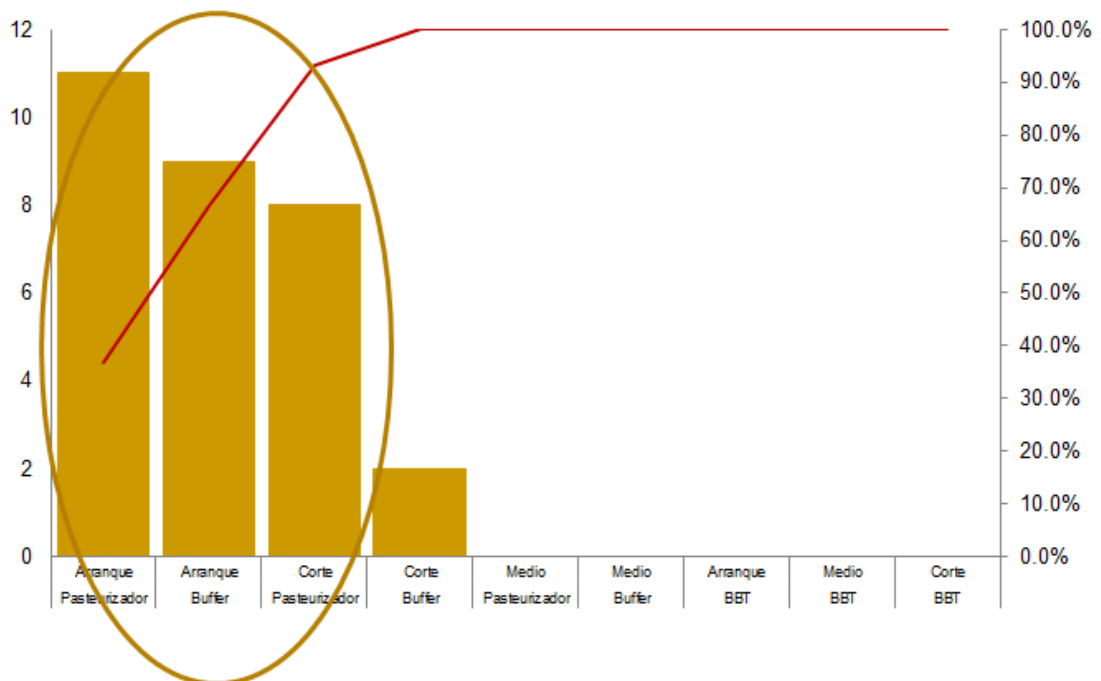


**Figura 46.** Gráfico de Pareto de Barriles

### Análisis de Gráfica:

En la figura 47 se puede apreciar que el 80% de los problemas están identificados en la fase de arranque y corte del proceso de envasado de cerveza en barriles.

En la Figura 48 se aprecia una gráfica de Pareto de las diferentes etapas de envasado de barriles en diferentes puntos de muestreo.



**Figura 47.** Gráfico de Pareto de las diferentes etapas del proceso de Envasado

### Análisis de Gráfica:

Las etapas de arranque y corte con los puntos de muestreo tanque buffer y pasteurizador suman sobre el 80% de las desviaciones de EO en la cerveza del proceso. Por ello, sobre estas etapas se trabajó y se enfocaron las mejoras.

## **4.3 ANALIZAR PARA IDENTIFICAR CAUSAS**

### **4.3.1 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS POTENCIALES DE PÉRDIDAS**

Luego de las mediciones iniciales se realizó una identificación de causas potenciales de proceso de envasado, para esto el equipo de trabajo multidisciplinario realizó una lluvia de ideas (Anexo I) y en base a estas se elaboraron diagrama causa-efecto Figura 48, esta herramienta nos ayuda a desarrollar hipótesis en donde enfocar las medidas y permite hacer una análisis más profundo sobre la causa raíz del problema

#### **4.3.1.1 Variables a Probar (X`s)**

De acuerdo a las variables obtenidas en la lluvia de ideas y en el diagrama causa-efecto se realizó una calificación cuantitativa con los miembros del equipo multidisciplinario, de las posibles variables causantes de la falta de estandarización del proceso de envasado.

En la Tabla 8. Matriz e Priorización. se identifican como causas potenciales:

- Empuje inadecuado de cerveza y agua carbonatada
- Inadecuada cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y cortes
- Desconocimiento del proceso de arranque y/o corte
- Falta de válvulas de purga y check

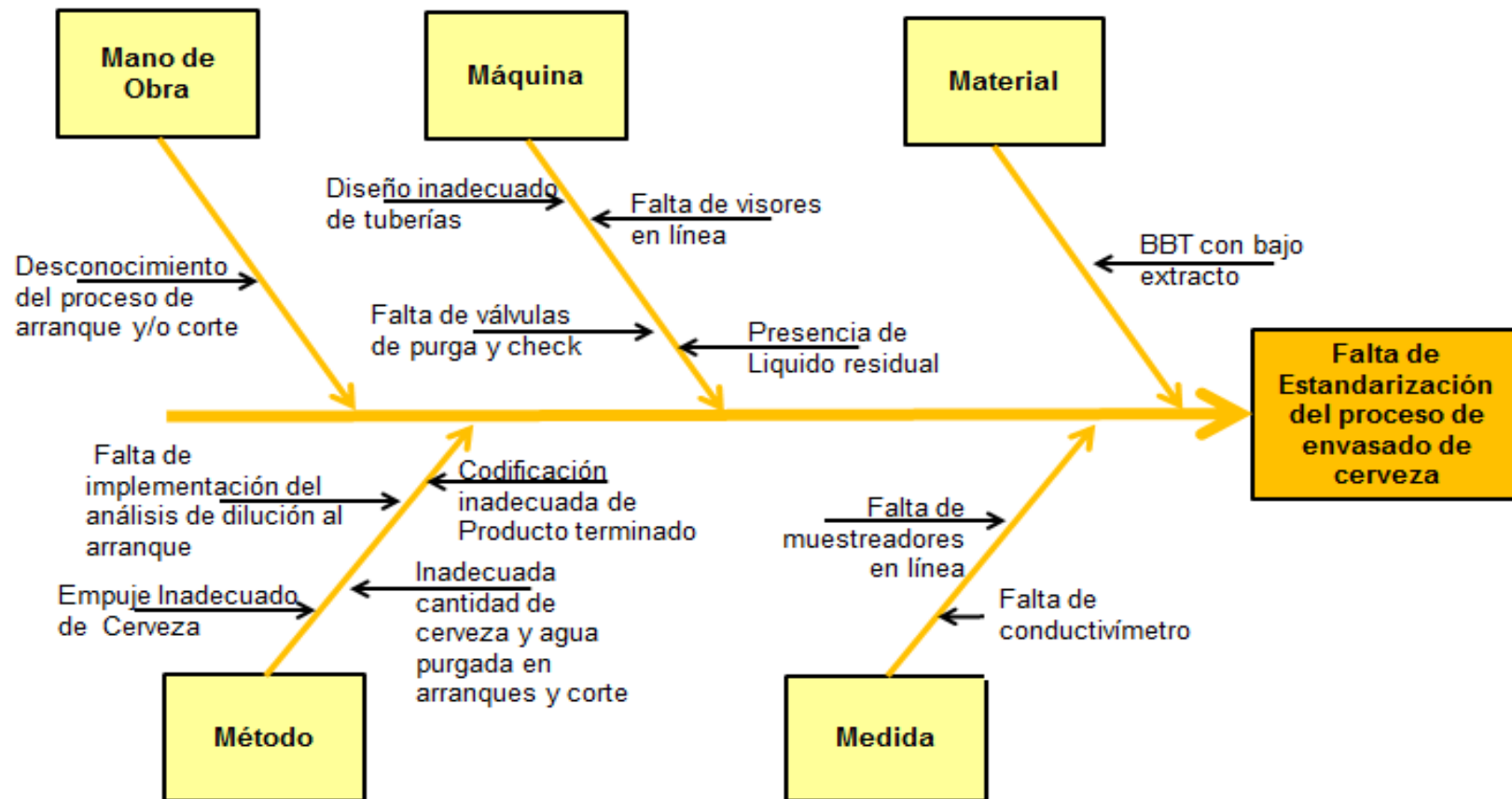


Figura 48. Diagrama de Espina de Pescado – Causa Efecto

**Tabla 9. Matriz Causa Efecto**

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN			VARIABLES DE SALIDA Y'S				
			FALTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE Y CORTE DE CERVEZA				
MIEMBROS DEL EQUIPO			A	B	C	D	TOTAL
VARIABLES DE ENTRADA X'S	MÉTODO	Empuje Inadecuado de Cerveza y Agua carbonatada	3	4	3	4	14
		Falta de implementación del análisis de dilución al arranque y corte	2	1	1	1	5
		Codificación inadecuada de Producto terminado	1	1	1	1	4
		Inadecuada cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y cortes	5	5	4	5	19
	MANO DE OBRA	Desconocimiento del proceso de arranque y/o corte	4	4	4	5	17
	MÁQUINA	Diseño inadecuado de tuberías	2	2	3	2	9
		Falta de válvulas de purga y check	4	3	4	3	14
		Falta de visores en línea	3	2	3	2	10
		Presencia de Líquido residual en barril	1	1	1	1	4
	MATERIAL	BBT con bajo extracto	1	1	1	1	4
	MEDIDA	Falta de muestreadores de cerveza en línea	3	2	3	3	11
		Falta de conductímetro	1	1	1	3	6

5 □ mayor afectación; 1 □ menor afectación

## 4.4 IMPLEMENTAR LAS SOLUCIONES

### 4.4.1 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Una vez identificadas las causas se desarrolló un plan de trabajo con las acciones a realizar y los responsables para implementar las mejoras.

**Tabla 10.** Planificación de Actividades

		¿Quién?	¿Qué?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?
<b>Inadecuada estandarización de la cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y corte / Desconocimiento del proceso de arranque y corte.</b>	Capacitación	Líder de Proyecto / Operador Barrilera	Evaluación del proceso Arranque y corte	Barrilera	Estandarizar conocimiento y procedimiento	Práctica
	Materia prima	Líder de Proyecto	Análisis de EO de Cerveza enviada/ Medición de hl de purga Cerveza y Agua	Barrilera	Asegurar EO de Cerveza para el proceso	Control de Calidad
<b>Empuje inadecuado de Cerveza y Agua carbonatada</b>	Investigación	Líder de Proyecto	Métodos de empuje y corte	Fuentes bibliográficas procesos Manufactureros	Estandarizar conocimiento y procedimiento	Investigación y Validación

	Materia Prima	Líder de Proyecto	Materia Primas opcionales para el proceso	Barrilera	Estandarizar conocimiento y procedimiento	Investigación y Validación
<b>Falta de válvulas de purga y check</b>	Máquina	Operador Barrilera	Revisión tubería	Barrilera	Asegurar EO de Cerveza para el proceso	Control Proceso

#### 4.4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS POTENCIALES

Se detalla a continuación las actividades realizadas y su efecto en la estandarización del proceso de envasado de cerveza.


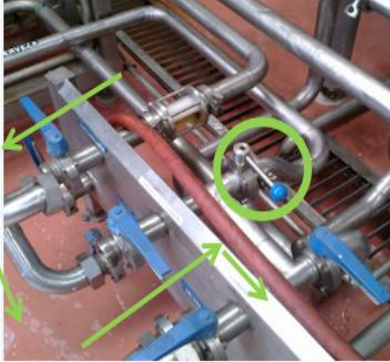
##### 4.4.2.1 Falta de Válvulas de Purga y Check

Se realizó la revisión de la tubería de ingreso de cerveza hasta el punto de llenado en la línea de envasado de barriles y se encontró que en la tubería de ingreso al tanque buffer no existía una válvula check, por lo cual la cerveza que está en el tanque se mezclaba con agua carbonata.

Una vez colocada la válvula check, se evita el ingreso de agua carbonatada en el tanque buffer en el momento de realizar el corte de producción, evitando la dilución de la cerveza o que se baje el EO.

##### **Materiales Utilizados:**

- Analizador de cerveza (Beer Analyzer) para medir el EO
- Frascos toma muestras
- Válvulas check

Situación Inicio	Situación Mejora
	
<p>Cuando se realiza arranque o corte de producción existe dilución en el producto barriles, independiente de cuanto se purgue la tubería.</p>	<p>Se coloca válvula que controla el ingreso de cerveza o agua dependiendo si es arranque o corte, evitando dilución en la tubería.</p>

**Figura 49.** Colocación de Válvulas

#### 4.4.2.2 Inadecuada estandarización de la cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y corte

Se procedió a realizar mediciones del EO desde el BBT hasta la entrada de la llenadora de barriles. Las mediciones consistieron en determinar cuanta cantidad de cerveza se purgaba (merma) para obtener barriles de cerveza con el EO de acuerdo a las especificaciones del BBT de origen.

#### **Materiales Utilizados:**

- Contador de Cerveza / Agua
- Analizador de cerveza (Beer Analyzer) para medir el EO
- Frascos para tomar muestras (cerveza)

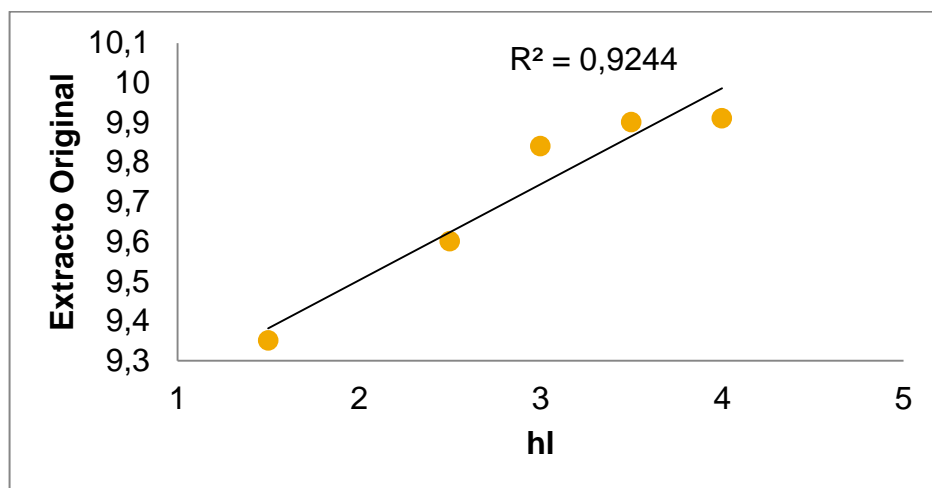
En la Tabla 11 se presenta la relación de hl purgados de cerveza con relación al EO. Y en la figura 50 se aprecia el diagrama de correlación.



**Tabla 11.** Mediciones de hl de Cerveza de Purga

ETAPA DE PRODUCCIÓN	hl PURGADOS DE CERVEZA	EO (°P)
BBT	-----	9,96
ARRANQUE	1,5	9,35
	2,5	9,6
	3	9,84
	3,5	9,9
	4	9,91
	4	9,91
CORTE	1,5	9,96
	2	9,91
	2,5	9,85
	3	9,5
	3	9,5

**hl Purgados Vs Extracto Original**



**Figura 50.** Diagrama de Correlación hl Purgados de Cerveza Vs Extracto Original

### **Análisis de la Gráfica**

Adicional en la Figura 52 Diagrama de correlación se observa que existe relación directa entre HI Purgados de Cerveza y Extracto Original, esto quiere decir que son directamente proporcionales, entre mayor cantidad de HI de cerveza purgados (cerveza que empuja el agua carbonatada en la tubería) mejor EO de la cerveza que se va a envasar tanto en el arranque como en el corte de producción.

#### **4.4.2.3 Resultados de las implementaciones**

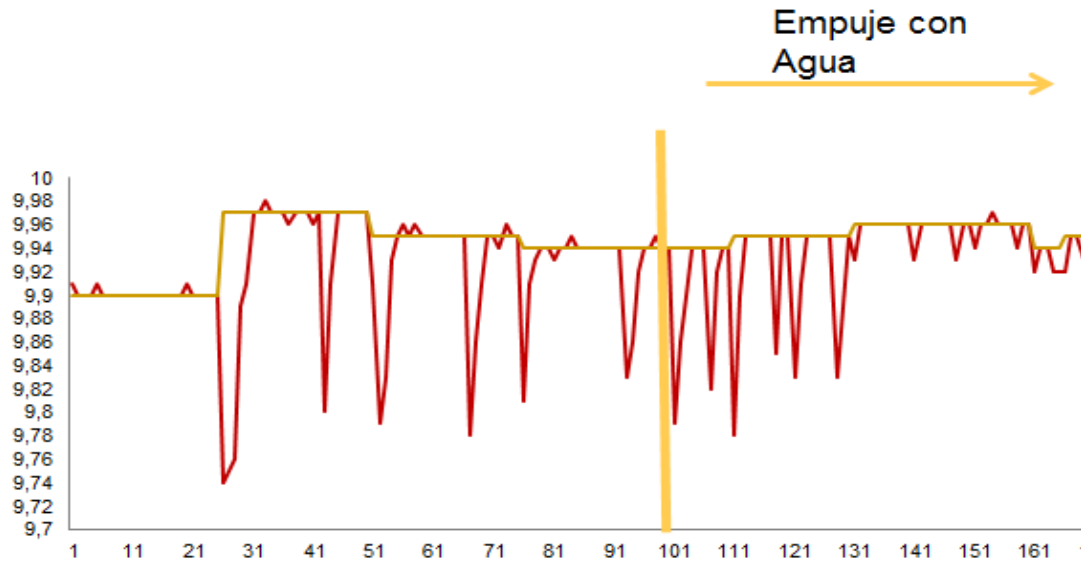
Análisis de los resultados obtenidos, en base a los indicadores de calidad (métrica) y los indicadores de costos.

#### **4.4.2.4 Indicador de Calidad**

Se realiza la gráfica del EO de los barriles, en función de la estandarización que se realizó con el empuje de cerveza con agua carbonatada.

**Diagrama de Corrida:**

En la figura 51, se observa la tendencia del proceso expresado en EO, en el arranque, medio y corte del proceso de envasado.



**Figura 51.** Diagrama de Corrida Resultado del Proceso Estandarizado con empuje de Agua Carbonatada

**Análisis de la Gráfica:** Se observa claramente una tendencia a disminuir la variabilidad del EO de las muestras con respecto al EO de la referencia (EO del BBT).

#### 4.4.2.5 Indicador de Producción

**Tabla 12.** Consumos de Insumos por Área

ÁREA	CONSUMO	UNIDAD	ANTES	DESPÚES
Elaboración	Cerveza Barril	hl	49,50	51,50
	Agua Carbonatada	hl	6,00	6,00
Barriles	Producción promedio	hl	46,00	46,00
	CO2	kg	30,00	30,00

**Tabla 13.** Cantidad de Insumos utilizados

PROCESO		ARRANQUE		CORTE	
CONSUMO	UNIDAD	ANTES	DESPÚES	ANTES	DESPÚES
Cerveza Purgada (merma)	hl	2	3,5	1,5	2
CO2	Kg	30	30	30	30
H2O carbonatada	hl	0	0	4	6

#### **Análisis de la Tabla:**

Se observa en la tabla 12 y tabla 13, que los consumos de cerveza y agua carbonatada aun incrementado en 30% después de la estandarización de la cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y corte.

**Tabla 14.** Indicadores de Producción del Área de Barriles

INDICADOR	UNIDAD	ANTES	DESPÚES
H2O Carbonatada	hl/hl	0,13	0,13
CO <sub>2</sub>	kg/hl	0,65	0,65
MERMA	%	7,07%	10,68%

**Análisis de la Tabla:**

Los indicadores de consumo se han visto afectados debido a que se está purgando cerveza, y el indicador de merma ha aumentado de 7.07% a 10.68%, no siendo rentable para la empresa.

**4.4.2.6 Empuje Inadecuado de Cerveza y Agua Carbonatada**

Para resolver esta causa, se estudió el mismo principio que se utiliza para sacar la cerveza del barril, que es el empuje con CO<sub>2</sub>.

Los barriles tiene la boca de enganche en su parte superior, en esta se inyecta el CO<sub>2</sub> para dar el empuje a la cerveza y la salida a través del cabezal de vaciado, desde este irá hacia la maquina enfriadora y al dispensador para llenar el vaso o jarra (Técnicacervecera, 2013).

Las ventajas de sustituir los empujes con agua por empujes con CO<sub>2</sub>, son que:

- Se reducen las interfaces de agua-cerveza y cerveza-agua al realizar el arranque y corte, respectivamente, evitando dilución en el producto terminado.

- La planta es autosustentable ya que el CO<sub>2</sub> generado durante la fermentación es recuperado, purificado, almacenado y utilizado en otras fases del proceso cervecero.
- Disminuye consumos de agua y cerveza durante el proceso de envasado.

#### **4.4.2.7 Resultados**

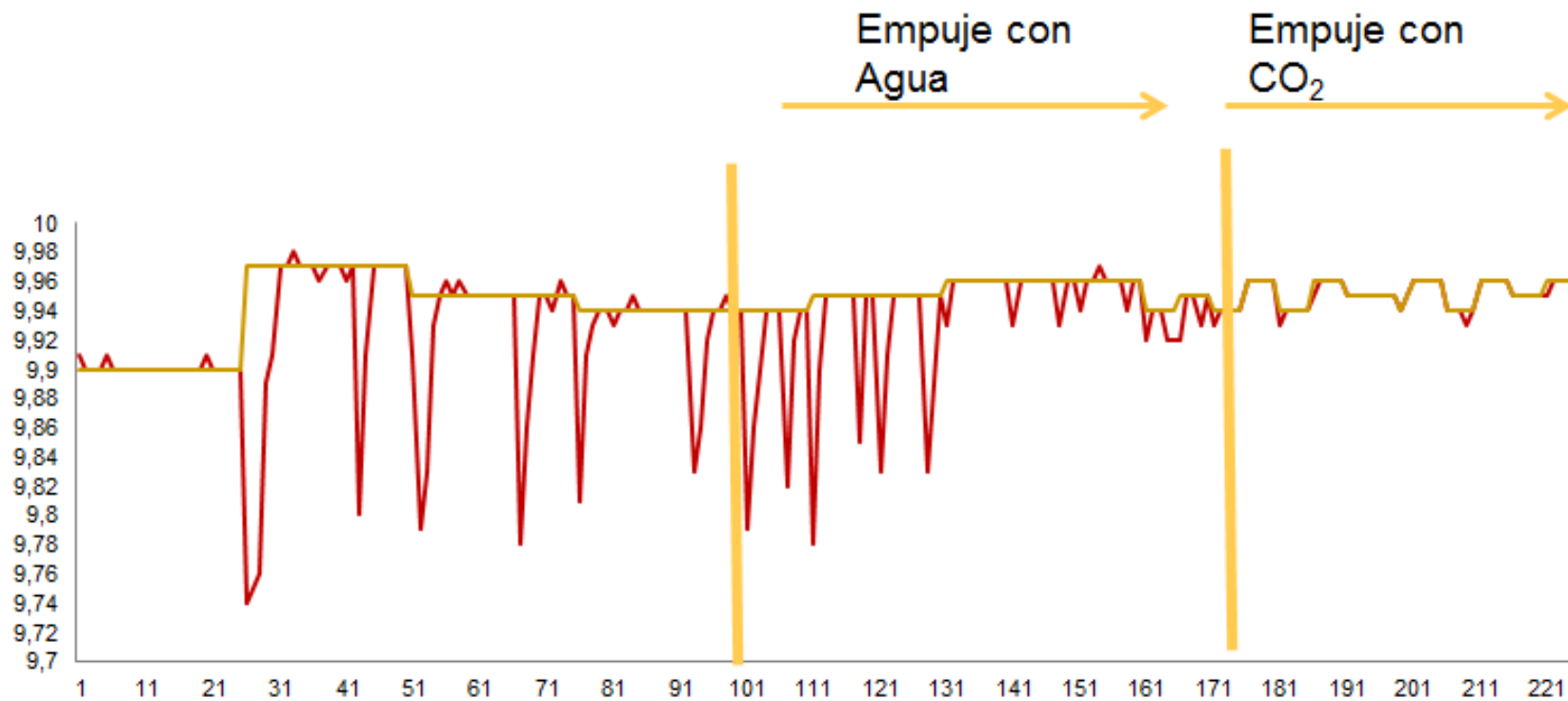
Análisis de los resultados obtenidos, en base a los indicadores de calidad (métrica) y los indicadores de costos (Producción).

#### **4.4.2.8 Indicador de Calidad**

Se realiza la gráfica del EO de los barriles, en función de la estandarización que se realizó con el empuje de cerveza con CO<sub>2</sub>

#### **Diagrama de Corrida**

En la figura 52, se observa la tendencia del proceso expresado en EO de los barriles al arranque, medio y corte de producción.



**Figura 52.** Diagrama de Corrida Resultado del Proceso Estandarizado con empuje de CO<sub>2</sub>

**Análisis de la Gráfica:** Se observa claramente que ha desaparecido la variabilidad del EO de las muestras con respecto al EO de la referencia (EO del BBT).

### Histograma y Capacidad del Proceso Después del estudio

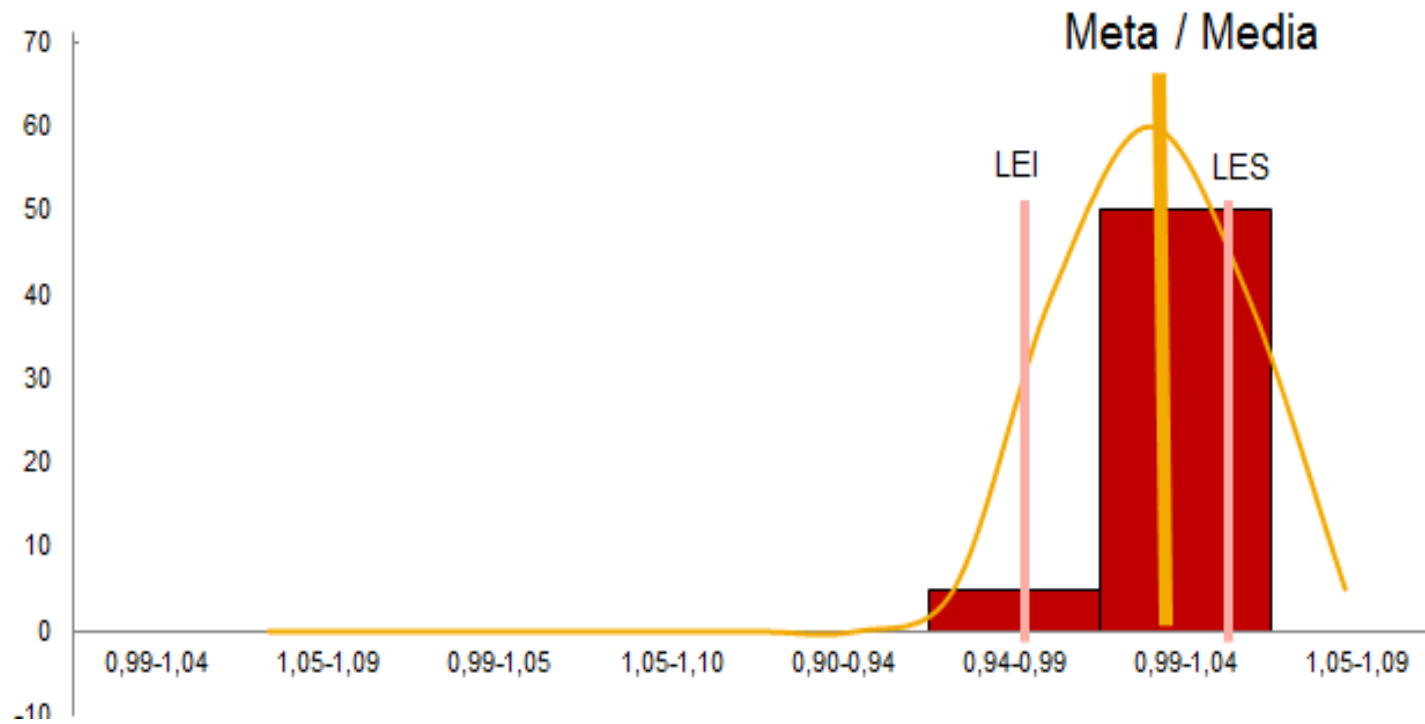


Figura 53. Grafica de Histograma después del estudio



**Tabla 15.** Resultados Capacidad del Proceso Después del Estudio

<b>Referencia (Promedio BBT=9,94°P)</b>	<b>1,00</b>	<b>CP</b>	<b>2,297</b>
LES (10,15°P)	1,02	Cpki	2,19
LEI (9,85°P)	0,98	Cpks	2,44
Media	0,999		
Desviación de proceso	0,0029		

**Análisis de Gráfica:**

Se aprecia en la figura 53 y en la tabla de que el proceso de envasado de cerveza en barriles es uniforme y centrado.

El  $Cp > 2$ , indica que el proceso es tipo 6 sigma, es decir el proceso produce unidades dentro de las especificaciones establecidas.

La desviación del proceso ha disminuido de 0,05 a 0,029 de EO, lo que indica que el proceso está controlado y no existe los puntos bajos de EO que existía antes de realizar el proyecto.

#### 4.4.2.9 Indicadores de Producción

**Tabla 16.** Consumos de Producción por Área

ÁREA	CONSUMO	UNIDAD	ANTES	PROCEDIMIENTO 1 Empuje con Agua	PROCEDIMIENTO 2 Empuje con CO <sub>2</sub>
Elaboración	Cerveza Barril	hl	49,50	51,50	48,00
	Agua Carbonatada	hl	6,00	6,00	2,00
Barriles	Producción promedio	hl	46,00	46,00	46,00
	CO <sub>2</sub>	kg	30,00	30,00	150,00

**Tabla 17.** Cantidad de Insumos utilizados

PROCESO		ARRANQUE			CORTE		
INDICADOR	UNIDAD	Antes del estudio	Empuje con Agua	Empuje con CO <sub>2</sub>	Antes del estudio	Empuje con Agua	Empuje con CO <sub>2</sub>
Merma Cerveza	hl	2	3,5	1	1,5	2	1
Consumo CO <sub>2</sub>	kg	30	30	64	30	30	64
H <sub>2</sub> O carbonatada	hl	0	0	0	4	6	2

#### **Análisis de la Tabla:**

Se observa que en las tabla 16 y tabla 17 el efecto de empuje de cerveza con CO<sub>2</sub> favorece a disminuir los consumos de agua carbonatada y cerveza.

**Tabla 18.** Indicadores de Producción por Área

INDICADOR	UNIDAD	Antes del Estudio	PROCEDIMIENTO 1 Empuje con Agua	PROCEDIMIENTO 2 Empuje con CO <sub>2</sub>
H2O Carbonatada	hl/ hl	0,13	0,13	0,04
CO <sub>2</sub>	kg/hl	0,65	0,65	3,26
MERMA	%	7,07%	10,68%	4,17%

**Análisis de la Tabla:**

Los indicadores de consumo han disminuido por lo cual demuestran que el proyecto ha mejorado el proceso de envasado de cerveza en barriles, haciendo al área de barriles sustentable y por ende a toda la planta cervecera.

El indicador de CO<sub>2</sub>, tiene un incremento de 0,65 a 3,26, no representando una alarma para la Gerencia de Envasado y la Dirección de Planta. Ya que el CO<sub>2</sub> es producido en planta y no representa un consumo excesivo que afecte al resto de operaciones

**4.5 CONTROLAR**

Implementadas las mejoras, se estandarizó procedimiento de arranque y corte de envasado de cerveza en barril, se elaboró un POE (Figura 54).

Se capacitó al personal del área de barriles, así como al operador relevo, para evitar que en ausencia del operador regular de barriles, se tengan problemas de extracto bajo en barriles y se tenga consumos excesivos de cerveza y agua carbonatada.

Para la dirección y clientes del proyecto se elaboró una presentación para comunicar los resultados del proyecto: la situación antes del estudio, la

recolección de datos, la investigación realizada, la parte experimental del estudio, procedimiento de envasado de barriles a seguir como elaborar una capacitación para nivelar en todas las áreas el conocimiento del arranque y corte de envasado, continuar monitoreando las estandarización implementada mediante los indicadores de calidad, costos y utilizar la metodología DMAIC en otras áreas de la Planta Cervecera.

# Empuje de Cerveza con CO<sub>2</sub>



**Figura 54.** Diagrama POE de Empuje de Cerveza con CO<sub>2</sub>

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- En esta implementación se ha comprobado que la metodología DMAIC, ayuda a estandarizar el proceso de envasado de barriles si se siguen todos los pasos en cada una de sus fases, para alcanzar los objetivos de negocio como es la satisfacción del cliente. DMAIC, permite reducir y eliminar los defectos encontrados durante su implementación, poniendo énfasis en cada uno de los detalles de todos los procesos y funciones involucrados para lograr eficiente prestación del servicio.
- Se recopilaron los datos antes del estudio en el proceso de envasado de barriles y se determinaron los indicadores de calidad y producción del área.
- Para el indicador de calidad de determino el extracto original (EO) medidos en ° platos, que indican la concentración de la cerveza expresada en % en masa y calculada a partir de la concentración de alcohol y del extracto real o verdadero de la misma. El EO s la medida utilizada por los cerveceros alrededor del mundo para realizar el seguimiento desde el inicio hasta el fin del proceso de elaboración y envasado de cerveza.
- Al finalizar el estudio se observa que los datos seleccionados en el análisis, arranque y corte del proceso de envasado de cerveza en barriles ya no cumplen con la regla de Pareto. El EO de los barriles tienen una distribución uniforme y centrada en el histograma, una dispersión centrada con respecto a la referencia en el diagrama de corrida, por lo que se dice que el proceso está bajo control. La

desviación del proceso ha disminuido de 0,05 a 0,029 de EO, lo que indica que el proceso está controlado y no existe los puntos bajos de EO que existía antes de realizar el proyecto.

- El Cp del proceso de envasado de barriles antes del estudio estaba en  $C_p = 0,129$  lo cual indicaba que el proceso no era capaz, es decir que el proceso tenía variabilidad por lo que no era apto para producir las unidades dentro de las especificaciones establecidas, y debíamos adoptar medidas para corregir esta situación. Una vez realizado y finalizado el estudio el proceso paso a ser tipo 6 sigma, es decir el proceso produce unidades dentro de las especificaciones establecidas con un  $C_p = 2,297$ , luego de implementar las mejoras potenciales identificadas con el uso de la metodología DMAIC, probando la hipótesis en relación a los objetivos propuestos
- Durante el estudio se resaltó las ventajas de sustituir los empujes con agua por empujes con  $CO_2$ .
- Se redujo las interfaces de agua-cerveza y cerveza-agua al realizar el arranque y corte, respectivamente, evitando dilución en el barril.
- El indicador de merma, antes del proyecto se encontraba en 7.07%, durante el estudio se vio afectado y subió hasta el 10.68%, determinando que el método de empuje y corte de cerveza (producción de barriles) con agua carbonatada no era el adecuado para el proceso de envasado de cerveza en barriles, conforme se realiza la investigación de métodos alternos de empuje y corte de cerveza se analiza e implementa el empuje con  $CO_2$  disminuyendo el consumo de cerveza y disminuyendo este indicador a 4,17% siendo favorable y aceptado por el área de envasado y la dirección de planta.



- El indicador de agua carbonatada también se ve impactado positivamente disminuyendo de 0,13 a 0,04; aportando a un proyecto de planta de llamado “CERO FUGAS” que consiste en disminuir los consumos de agua en todas las áreas.
- El indicador de CO<sub>2</sub>, antes del proyecto se encontraba en 0,65 y finalizando el proyecto subió a 3,26, siendo aceptado por el área de envasado y la dirección de planta, ya que el CO<sub>2</sub> es producido en planta mismo, por lo que la planta es autosustentable y no afecta o limita el consumo a las demás áreas.
- Se identificaron las causas potenciales de la falta de estandarización del proceso de envasado de cerveza en barril, por medio de la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa o espina de pescado, y mediante una calificación dada por el equipo multidisciplinario se determinó causales para el estudio del proyecto.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Para desarrollar proyectos mediante la metodología DMAIC dentro de planta cervecera es fundamental el apoyo de la dirección.
- Se recomienda utilizar la metodología DMAIC para otros proyectos de mejora en la planta cervecera como reducción de tiempo cambios de formato, paros no programados y reducción de tiempos de aseo, entre otros.
- Comprometer al personal operativo a través de capacitaciones para hacerlos conocer y empoderar de sus procesos.

- Realizar capacitaciones para el desarrollo de proyectos DMAIC desde el nivel operativo, analistas, líderes, jefes, gerentes y director de planta; para que se maneje un mismo lenguaje en el desarrollo de los proyectos.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFÍA

- Abay Analistas. (2010). *Desarrollo de un sistema de indicadores de gestión para los centros ocupacionales*. Retrieved March 11, 2015, from <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application/pdf&blobheadervalue1=filename=Informe+Sistema+de+Indicadores+de+gestión+de+CO.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1220426919506&ssbinary=true>
- Balcells, L. G. (2014). *Cerveza : la bebida de la felicidad* (p. 224). Editorial Planeta. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=jYgKAwAAQBAJ&pgis=1>
- Barranco, C. (2013). *Las 7 características que debe tener todo KPI | Con Tu Negocio*. Retrieved March 09, 2015, from <http://www.contunegocio.es/marketing/7-caracteristicas-debe-tener-todo-kpi/>
- Botero, J. (2012). *Las bebidas alcohólicas: materias primas y procesos*. Retrieved March 18, 2015, from [https://www.youtube.com/watch?v=inl3KyWT\\_rY](https://www.youtube.com/watch?v=inl3KyWT_rY)
- Black, M. (2010). *La elaboración de la cerveza (II)*. Retrieved April 02, 2015, from <http://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/la-elaboracion-de-la-cerveza-ii>
- Caballero, C. (2010). *Conceptos de Six Sigma: Herramientas: Grafica de Corrida*. Retrieved February 24, 2015, from <http://hoy-6sigma.blogspot.com/2010/09/herramientas-grafica-de-corrída.html>
- Cabrera, C. (2013). *DMAIC: Medir | Liderazgo Lean 6 Sigma*. Retrieved March 17, 2015, from <http://www.liderazgolean6sigma.com/2013/12/dmaic-medir.html>
- Cabrera, C. (2014a). *7 razones para hacer un mapa de procesos | Liderazgo Lean 6 Sigma*. Retrieved March 18, 2015, from <http://www.liderazgolean6sigma.com/2014/07/7-razones-para-hacer-un-mapa-de-procesos.html>
- Cabrera, C. (2014b). *Uso de mapas de procesos | Liderazgo Lean 6 Sigma*. Retrieved March 18, 2015, from <http://www.liderazgolean6sigma.com/2014/08/uso-de-mapas-de-procesos.html>

- Cámara de la Industria Cervecera Argentina. (2009). *Proceso de Fabricación de la Cerveza*. Retrieved February 18, 2015, from <http://www.camaracervecera.com.ar/proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza.php>
- Camejo, J. (2012). *Definición y características de los indicadores de gestión empresarial* | grandes Pymes en WordPress.com. Retrieved March 10, 2015, from <https://jcvalda.wordpress.com/2012/12/10/definicion-y-caracteristicas-de-los-indicadores-de-gestion-empresarial/>
- Cardenas, E. (2011). *Definición de proceso de producción - Qué es, Significado y Concepto*. Retrieved January 12, 2015, from <http://definicion.de/proceso-de-produccion/>
- Cerna, R. (2009). *Revista especializada en procesos industriales - Virtual Pro. Virtual Pro.* Retrieved from <http://www.revistavirtualpro.com/revista/cerveza/29>
- Cervecería Nacional. (2014). *Elaboración de Cerveza*. Retrieved January 12, 2015, from <http://www.cervecerianacional.ec/cervezas>
- Cisneros, E. (2012). *¿Qué es el SIPOC?* - innovando.net. Retrieved February 24, 2015, from <http://innovando.net/que-es-el-sipoc/>
- Club de Cervezas del Mundo. (2014). *Proceso de Elaboracion Cerveza*. Retrieved February 18, 2015, from <http://www.cervezasdelmundo.com/pages/index/proceso-de-elaboracion>
- Fermun, D., Encinas, I. C., Sarries, N. E., & Paz, M. G. de la. (2013). *Guía para descubrir las mejores cervezas artesanas*. Grupo Planeta. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=xb4SAQAAQBAJ&pgis=1>
- Fundación Wikimedia, I. (2014). *Retailers Guide to Draft Beer Dispensing*. Retrieved from <http://waylandworks.com/draftbeer.htm>
- Gallo, D. (2011). *Química Industrial: Proceso de producción de la cerveza*. Retrieved March 18, 2015, from <http://quimicaindustrial.blogspot.com/2011/04/proceso-de-produccion-de-la-cerveza.html>
- GEA Process Engineering. (2009). *Sistemas de Filtración para Cerveza*. Retrieved February 23, 2015, from <http://www.geape.es/gpees/cmsdoc.nsf/WebDoc/webb7rrnar>

- GEA Process Engineering Spain. (2009). *Plantas de Tratamiento Térmico*. Retrieved January 12, 2015, from <http://www.geape.es/gpees/cmsdoc.nsf/WebDoc/webb7rrmzc>
- Hérmnandez, C. (2013). *Diagramas de Flujo y Estandarización*. Retrieved January 12, 2015, from <http://es.slideshare.net/ceshesol/05-diagramas-de-flujo-y-estandarizacin>
- INEN. (2003). NTE INEN 2262: *Bebidas Alcohólicas*. Retrieved February 11, 2015, from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2262.2003.pdf>
- INEN. (2009). NTE INEN 2302: *Bebida de Malta*. Retrieved February 03, 2015, from <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2302.2009.pdf>
- López, C. (2012). *Proceso cervecero bavaria S.A*. Retrieved March 18, 2015, from <https://prezi.com/mql-rctx9sg/proceso-cervecero-bavaria-sa/>
- Losada, J. (2015). *Industriacerveceraol - home*. Retrieved March 18, 2015, from <http://industriacerveceraol.wikispaces.com/>
- Maduracion. (2012). *¿Cómo se lleva a cabo la maduración de la cerveza?* Retrieved February 23, 2015, from <http://www.maduracion.com/content/2/13/es/¿c¿mo-se-lleva-a-cabo-la-maduraci¿n-de-la-cerveza.html>
- Olofsson, O. (2012). *DMAIC*. Retrieved January 12, 2015, from <http://world-class-manufacturing.com/es/Sigma/DMAIC.html>
- Pepper, S. (2011). *Levantamiento y descripción de los procesos*. *Medwave*, 11(06). <http://doi.org/10.5867/medwave.2011.06.5057>
- Pizarro, R. (2012). *Los equipos interdisciplinarios*. Retrieved March 11, 2015, from <http://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v8n17/art3.pdf>
- Remondegui, D. (2009). *Herramientas De Calidad*. Retrieved February 24, 2015, from [http://es.slideshare.net/la\\_pampa/herramientas-de-calidad-2179807](http://es.slideshare.net/la_pampa/herramientas-de-calidad-2179807)
- Rojas, F. (2014). *Indicadores de Gestión*. Retrieved January 12, 2015, from [http://www.degerencia.com/tema/indicadores\\_de\\_gestion](http://www.degerencia.com/tema/indicadores_de_gestion)
- Román, A. (2012). *Producción de bienes*. *Medwave*, 12(1). <http://doi.org/10.5867/medwave.2012.01.5286>
- Ruiz, J. (2013). *La Malta*. Retrieved January 12, 2015, from <https://mybeerdream.wordpress.com/2013/05/02/la-malta/>

- Sagastume, A. (2013). *Notas de Calidad: Qué es DMAIC*. Retrieved February 24, 2015, from <http://conseca.blogspot.com/2013/02/que-es-dmaic.html>
- Salazar, B. (2014). *Capacidad de Proceso - Ingeniería Industrial*. Retrieved March 03, 2015, from <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestión-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>
- Santi, A. (2012). *Envases de cerveza, ¿lata, botella de cristal, barrilete de metal o barril de madera?* Retrieved January 12, 2015, from <http://www.verema.com/blog/Cervezas/1026440-envases-cerveza-lata-botella-cristal-barrilete-metal-barril-madera>
- García, S. (2012). *Mejora Continua | 6 Sigma, Lean y Kaizen*. Retrieved January 12, 2015, from [http://www.caletec.com/blog/tag/mejora\\_continua/](http://www.caletec.com/blog/tag/mejora_continua/)
- Sixtina Consulting Group. (2011). *Biblioteca de Indicadores (KPIs)*. Retrieved March 09, 2015, from <http://www.sixtinagroup.com/herramientas-y-recursos/biblioteca-de-indicadores/>
- Svidnik. (2009). *Llenadora de barriles*. Retrieved March 08, 2015, from [http://www.pss-svidnik.sk/espanol/products/keg\\_barrel\\_washing\\_and\\_filling\\_machines.php](http://www.pss-svidnik.sk/espanol/products/keg_barrel_washing_and_filling_machines.php)
- Tecnicacervecera. (2013). *Soluciones en Equipos de Cerveza: abril 2013*. Retrieved March 06, 2015, from [http://tecnicacervecera.blogspot.com/2013\\_04\\_01\\_archive.html](http://tecnicacervecera.blogspot.com/2013_04_01_archive.html)
- Vela, M. F. (2009). *Elaboración industrial de cerveza: elaboración industrial de cerveza*. Retrieved February 12, 2015, from <http://elaboracionindustrialcerveza.blogspot.com/2009/02/elaboracion-industrial-de-cerveza.html>
- Web y Empresas. (2012). *¿Como hacer un levantamiento de procesos en una empresa?* | Web y Empresas. Retrieved January 12, 2015, from <http://www.webyempresas.com/como-hacer-un-levantamiento-de-procesos-en-una-empresa/>

**ANEXOS**



## ANEXO I.

### Lluvia de ideas para identificar Variables en la Falta de estandarización proceso de Envasado de Barriles

	LLUVIA DE IDEAS			
	FECHA	3/03/2015	ÁREA	BARRILES
EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO	Listado de Ideas			
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Empuje inadecuado de cerveza y agua carbonatada</li><li>2. Falta de implementación del análisis de dilución al arranque y corte</li><li>3. Codificación inadecuada de Producto terminado</li><li>4. Inadecuada cantidad de cerveza y agua purgada en arranques y cortes</li><li>5. Desconocimiento del proceso de arranque y/o corte</li><li>6. Diseño inadecuado de tuberías</li><li>7. Falta de válvulas de purga y check</li><li>8. Falta de visores en línea</li><li>9. Presencia de líquido residual en barril</li><li>10. BBT con bajo extracto</li><li>11. Falta de muestreadores de cerveza en línea</li><li>12. Falta de conductivímetro</li></ol>			