



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
***INGENIERÍA DE MÉTODOS***

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, CERVECERÍA ARTESANAL “LOS DE  
GUAYANA” SAN FÉLIX, ESTADO BOLÍVAR**

**Integrantes:**

Becerra Katerine

Mendoza Yiriannys

Rondón Eufemia

**ASESOR:**

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.015



**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, CERVECERÍA ARTESANAL “LOS DE  
GUAYANA” SAN FÉLIX, ESTADO BOLÍVAR**

U  
N  
E  
X  
P  
O



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, CERVECERÍA ARTESANAL “LOS DE  
GUAYANA” SAN FÉLIX, ESTADO BOLÍVAR**

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de  
la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la  
Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Asesor Académico**

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.015

**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, CERVECERÍA ARTESANAL “LOS DE  
GUAYANA” SAN FÉLIX, ESTADO BOLÍVAR”**

Págs. 123

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-Rectorado  
Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

**UNEXPO**

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero A.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
***INGENIERÍA DE MÉTODOS***

**ACTA DE APROBACIÓN**

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, CERVECERÍA ARTESANAL “LOS DE GUAYANA” SAN FÉLIX, ESTADO BOLÍVAR”**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 29 días del mes de Julio de dos mil quince.

---

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Asesor Académico**

## **DEDICATORIA**

A DIOS todopoderoso por permitirnos culminar este proyecto y acompañarnos en todo momento.

A nuestros padres por apoyarnos moral y económicamente.

A nuestro Prof. Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros, por ser nuestra guía y asesor en la elaboración de este proyecto, por su disposición, porque siempre estuvo allí para aclarar nuestras dudas e inquietudes durante este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS sobre todas las cosas, porque sin él no podríamos hacer nada, por darnos sabiduría y creatividad en la realización de este proyecto.

Al profesor y asesor de esta investigación: MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros por los conocimientos impartidos y asesoría durante toda la investigación.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
**INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**Autores:** Becerra Katerine, Mendoza Yiriannys, Rondón Eufemia

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Fecha:** Julio 2.015

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo principal la realización de un estudio de métodos para el proceso en cuanto a la elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale” en la empresa Los De Guayana, ubicada en la UD-145, calle Manuel Piar, casa N° 5-66, adyacente a la cancha de futbol Jesús Louis y estación de servicios Kavanayen. San Félix, Estado Bolívar; basándose principalmente en las herramientas de la Ingeniería de Métodos. Es un estudio de tipo no experimental y se apoya en una investigación de campo, ya que se plantea la obtención de conocimientos generales o aproximados de la realidad referente al proceso actual de la empresa, aplicada y evaluativa, con la finalidad de dejar claro las operaciones, así como la recomendación de las acciones requeridas que se deben aplicar para contrarrestar las deficiencias en el proceso. La recolección de los datos para el diagnóstico inicial se basó en la observación directa, la aplicación de entrevistas al operario de producción, así como la consulta en diversas fuentes de información. Posteriormente se realizaron los distintos estudios correspondientes para identificar las causas de los problemas en el proceso, utilizando el diagrama de proceso, el análisis operacional y estudio de tiempo. En general, se aplicó satisfactoriamente la metodología seleccionada y se interrelacionaron adecuadamente cada uno de los elementos con el fin de incrementar la eficiencia del proceso.

**PALABRAS CLAVES:** Estudio de Métodos, Eficiencia, Investigación, Proceso, Producción.

## INDICE

### Contenido

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE.....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I	
El Problema .....	3
Antecedentes del Problema .....	3
Planteamiento del Problema .....	3
Objetivo General .....	4
Objetivos Específicos.....	4
Justificación .....	5
Delimitación .....	5
CAPITULO II	
GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	6
Reseña Histórica.....	6
Ubicación .....	6
Estructura Organizativa.....	7
Descripción de sus productos .....	8
Capítulo III	
Marco Teórico .....	9
Cerveza.....	9
Cervecería Artesanal .....	9
Orígenes y Filosofía .....	10
Ingeniería de Métodos .....	10
Importancia de la Ingeniería De Métodos .....	11
Ramas de la Ingeniería de Métodos .....	11
Estudio de Tiempos .....	11
Fines del Estudio de Métodos.....	12
Método.....	12

Procedimiento .....	12
Proceso.....	12
Diagramas.....	12
Diagrama de Proceso .....	13
Diagrama de Operaciones .....	13
Diagrama de Flujo/Recorrido .....	13
Características:.....	13
Importancia de los Diagramas .....	14
Reglas para elaborar los Diagramas.....	14
Simbología .....	15
Organización Internacional Del Trabajo (OIT).....	16
Para el Estudio de Procedimiento Métodos Abalado por la OIT .....	16
Etapas según la OIT .....	17
Análisis Operacional (Enfoques Primarios).....	20
Utilidad Del Análisis Operacional .....	20
Enfoques Primarios: Estrategias Elementales .....	20
Tolerancias y/o Especificaciones: .....	21
Materiales: .....	21
Análisis del Proceso:.....	22
Preparación y Herramental: .....	22
Condiciones de Trabajo: .....	22
Manejo de Materiales.....	23
Distribución de la Planta y Equipo .....	23
Estudio de Tiempos .....	24
Técnicas Del Estudio De Tiempos .....	24
Objetivos del Estudio de Tiempos.....	24
Cronómetro .....	25
Requerimientos para Realizar un Estudio de Tiempos .....	26
Tiempo Estándar.....	27
Medición del Trabajo.....	28
Procedimiento para Realizar un Estudio de Tiempos .....	29
Métodos para Calcular el Tiempo Estándar .....	31
Calificación de la Velocidad .....	35

Método de Calificación (Sistema Westinghouse) .....	36
Tolerancia o Suplementos .....	37
Necesidades Personales .....	37
Retrasos Inevitables.....	38
Retrasos Evitables .....	38
Fatiga.....	38
Naturaleza del Trabajo.....	39
Método Sistemático para Asignar Tolerancias por Fatiga.....	42
Normalización de Tolerancias .....	43
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>43</b>
Diseño de Investigación .....	43
Tipo de Investigación .....	43
Población y Muestra.....	44
Población .....	45
Muestra .....	45
Recursos.....	46
Recursos Físicos.....	46
Recursos Humanos.....	46
Procedimiento Metodológico .....	46
<b>CAPÍTULO V</b>	
Situación Actual .....	49
Método Actual de trabajo .....	49
Pedidos .....	50
Diagrama de Procesos.....	51
Diagrama de Flujo y/o Recorrido Actual de la elaboración de la cerveza artesanal Calipso “Pale Ale”.....	56
Leyenda .....	57
Técnica del Interrogatorio .....	58
Preguntas de la OIT .....	60
Enfoques Primarios.....	77
Propósito de la operación: .....	77
Diseño de la pieza: .....	77
Tolerancias y especificaciones: .....	77

Material (ingredientes): .....	78
Análisis del proceso: .....	78
Preparación y herramental:.....	78
Condiciones de trabajo: .....	78
Manejo de materiales:.....	78
Distribución de la planta:.....	79
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>SITUACIÓN PROPUESTA.....</b>	<b>80</b>
Método Propuesto.....	80
Descripción de proceso.....	80
Pedidos .....	82
Diagrama de Procesos.....	83
Resumen:.....	88
Diagrama de Flujo/Recorrido Propuesto para la Elaboración de la Cerveza Artesanal Calipso “Pale Ale” .....	89
Leyenda: .....	90
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>ESTUDIO DE TIEMPO.....</b>	<b>91</b>
Plano de la cervecería artesanal Los De Guayana, San Félix-Estado Bolívar .....	92
Calculando el Estadístico t-student se tiene lo siguiente: .....	93
Calculo de límites inferior y superior para I: .....	93
Calculo de Im: .....	93
Calculo de tiempo estándar para el llenado .....	94
Cálculo del Cv (Calificación de la velocidad): .....	94
Calculo del tiempo normal (TN) .....	95
Asignación de tolerancias .....	95
Cálculo de la jornada efectiva de trabajo .....	97
Se Calcula el tiempo estándar .....	97
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>99</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>110</b>

## INTRODUCCIÓN

La empresa cervecera artesanal “Los de Guayana”, ubicada en la UD-145, San Félix, Estado Bolívar. Está dedicada a la elaboración y distribución de cervezas artesanales.

Gracias a los estudios previos de ingeniería de métodos que se han podido cursar, se notó la valiosa ayuda que algunas herramientas de ingeniería ofrecen a la hora de resolver un problema de producción o atención a nivel industrial, por ello, se recurrió a estas para resolver los problemas de la empresa, basándose de un registro, análisis y examen crítico sistemático de los métodos actuales usados para llevar a cabo una tarea, buscando los métodos más sencillos y eficaces que no alteren los costos pero que disminuyan o eliminen de raíz el problema.

Pondremos en práctica el estudio de tiempos y movimientos, las dos ramas fundamentales del estudio de ingeniería de métodos, en los operarios de la sucursal para así determinar las causas, consecuencias y mejoras al problema, todo este proceso estará definido y estructurado de la siguiente manera:

- Capítulo I El Problema: Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.
- Capítulo II Generalidades de la Empresa: El cual presenta la descripción y funcionalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado.
- Capítulo III Marco Teórico: Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.

- Capítulo IV Marco Metodológico: Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos así como el Procedimiento Metodológico utilizado.
- Capítulo V Situación Actual: Incluye la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa.
- Capítulo VI Situación Propuesta: En la cual se describen y presentan los aportes desarrollados por el investigador.
- Capítulo VII Estudio de Tiempo: El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias, cálculo del Tiempo Estándar.
- Conclusiones y Recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **El Problema**

En este capítulo se analiza y se plantea el problema encontrado en la empresa Cervecería Artesanal “Los De Guayana”, al igual que las delimitaciones del mismo; además se establecen los objetivos generales y específicos de este estudio.

### **Antecedentes del Problema**

Cervecería Artesanal “Los De Guayana”, presenta deficiencias en cuanto al espacio y localidad donde realizan su proceso, ya que no tienen un local para ejecutar el mismo, sino que es realizado en la cocina de uno de los socios. Esto sin lugar a dudas representa un aspecto el cual debe mejorarse debido a la comodidad del operario, además requieren algunos equipos necesarios.

Por otra parte, también se requiere de un método para administrar la materia prima de manera que todas las cervezas posean una cantidad estándar en cuanto a ingredientes, debido a que esto puede causar pérdidas para la empresa.

### **Planteamiento del Problema**

Cervecería Artesanal “Los de Guayana” presenta distintos problema, como la adquisición de la materia prima y ciertas herramientas, pero sin lugar a dudas el no contar con un espacio adecuado para elaborar la cerveza genera muchos inconvenientes, ya que, debido a la complejidad del proceso se debe contar con comodidad, pero sobre todo seguridad para los operarios, y así poder cumplir con los estándares establecidos.

## **Objetivo General**

Analizar y describir el proceso de elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale” en la empresa cervecera Los De Guayana, San Félix-Estado Bolívar, a través de la realización de un estudio de movimientos y estudio de tiempos como herramientas básicas de la Ingeniería de Métodos, con el fin de proponer un nuevo método de trabajo que permita optimizar el proceso.

## **Objetivos Específicos**

1. Visitar a la empresa cervecera Los De Guayana, San Félix-Estado Bolívar, y evaluar el proceso de elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”, a través de la observación directa.
2. Identificar el método actual de trabajo y todas las actividades implicadas en el proceso de elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”.
3. Identificar las actividades improductivas y productivas con el fin de simplificarlo, reducirla, combinarla y en el mejor de los casos eliminarlas.
4. Elaborar los diagramas de proceso y de flujo y/o recorrido, según el proceso de elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”.
5. Aplicar las técnicas del interrogatorio y las preguntas de la OIT al operario.
6. Aplicar el análisis operacional al proceso elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”.
7. Construir el diagrama de procesos que plantee el nuevo método de trabajo.
8. Hacer el diagrama de flujo y/o recorrido que genere el método propuesto.
9. Definir la actividad en la empresa, a la cual se le realizara el estudio de tiempo.
10. Determinar la jornada de trabajo a evaluar.
11. Evaluar las condiciones de trabajo del operario.
12. Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método WESTINGHOUSE.

13. Aplicar el procedimiento estadístico para determinar el tiempo estándar.
14. Determinar el tiempo normal.
15. Determinar las tolerancias dada las condiciones de trabajo del operario.
16. Calcular y normalizar el tiempo estándar del servicio.

### **Justificación**

La presente investigación se justifica ya que permitirá analizar todos los elementos productivos y no productivos que se presentan en el proceso de elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”, con el propósito de mejorar el método de trabajo, además de disminuir los tiempos de duración del proceso, los traslados y la fatiga de los operarios.

### **Delimitación**

En la cervecería artesanal “Los De Guayana”, se producen 3 tipos de cervezas, nos enfocamos en analizar la cerveza “Calipso Pale Ale” tomando en cuenta el método de trabajo. Se plantea describir el proceso en cuanto a la elaboración para optimizar el uso de la materia prima y espacio del lugar.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En este capítulo se describe la empresa desde sus inicios, especificando la variedad de exquisitas cervezas que elaboran, además se presenta de forma gráfica su estructura organizativa.

#### **Reseña Histórica**

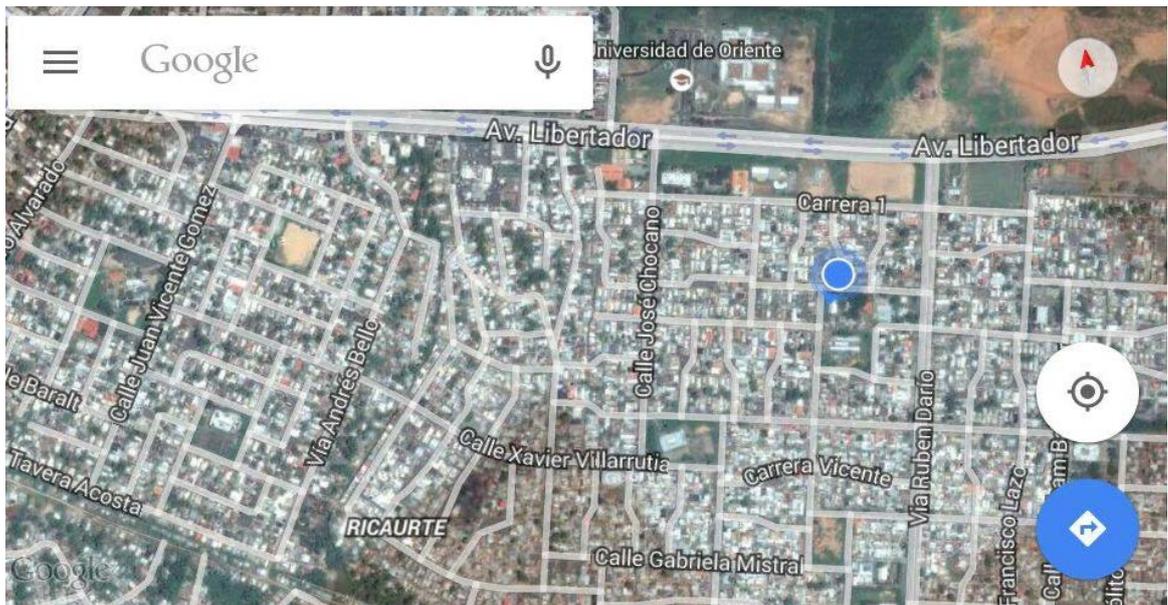
Cervecería Artesanal “Los de Guayana”, una empresa conformada en diciembre de 2014 de carácter privada está dedicada a la elaboración y venta de cervezas artesanales, disponibles hasta el momento en tres presentaciones, siendo éstas: Calipso Pale Ale, Bucare Red Ale y Macizo Stout Guayanés.

“Los de Guayana” tiene como objetivo principal ofrecer al mercado cervezas de gran calidad, de manera que, el cliente quede satisfecho a la hora de adquirir las mismas, de igual forma, se han planteado romper esquemas en cuanto a los típicos sabores que encontramos actualmente para salir del dominio de las cervezas comunes que se comercializan, con la intención de fomentar la birracultura. Cabe destacar que la creación de empresas de este tipo genera a su vez empleos directos e indirectos.

#### **Ubicación**

Cervecería Artesanal “Los de Guayana” se encuentra ubicada en la UD-145, calle Manuel Piar, casa N° 5-66, adyacente a la cancha de fútbol Jesús Louis y estación de servicios Kavanayen. San Félix, Estado Bolívar (ver figura 1).

**Figura 1:** ubicación de la empresa cervecera Los De Guayana

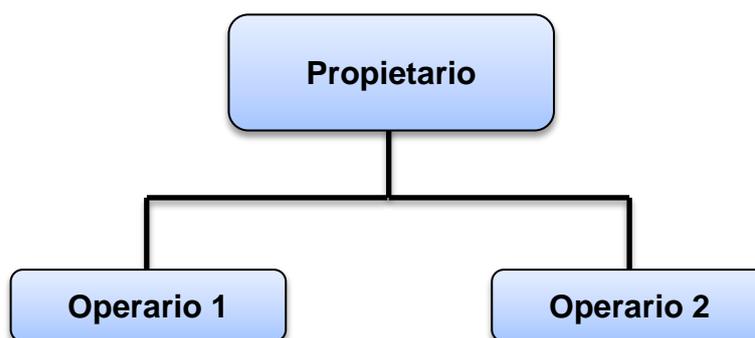


**Fuente:** Capture obtenido de Google Maps.

### **Estructura Organizativa**

La empresa cervecera Los De Guayana se encuentra estructurada de la siguiente manera (ver diagrama 1).

**Diagrama 1:** estructura de la empresa cervecera Los De Guayana



**Fuente:** elaborado por el grupo.

### **Descripción de sus productos**

Como se mencionó anteriormente Cervecería Artesanal “Los de Guayana” ofrece tres tipos de cervezas que cuentan con ingredientes como: malta, lúpulo, levaduras y agua. La diferencia de aroma y sabor entre éstas dependerá de la cantidad de malta y lúpulo que se utilice.

- **Cerveza Calipso Pale Ale:** una cerveza con ritmo y sabor especial, luciendo un color rubio, amargor de bajo a medio, con aroma frutal; posee 4.5 grados de alcohol.
- **Cerveza Bucare Red Ale:** luce un color ambarino-rojizo, un sutil gusto tostado y fusiona el sabor original de la cerveza con nuestros tiempos modernos; posee 4.7 grados de alcohol.
- **Cerveza Macizo Stout Guayanés:** posee un realzado sabor tostado e intenso color oscuro que sumergirá en deleite a paladares atrevidos; posee 5.5 grados de alcohol.

## Capítulo III

### Marco Teórico

En el presente capítulo se desarrollan una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación que se desea realizar en el trabajo de investigación. Por lo tanto, servirá de apoyo para efectuar un estudio eficiente del método de trabajo en Cervecería Artesanal “Los de Guayana”.

#### Cerveza

La cerveza es una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo que se fabrica con granos de cebada germinados u otros cereales cuyo almidón es fermentado en agua con levadura y frecuentemente aromatizado con lúpulo, entre otras plantas.

De ella se conocen múltiples variantes con una amplia gama de matices debidos a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. Generalmente presenta un color ambarino con tonos que van del amarillo oro al negro pasando por los marrones rojizos. Se le considera gaseosa debido a que contiene CO<sub>2</sub> disuelto en saturación que se manifiesta en forma de burbujas a la presión ambiente, y suele estar coronada de una espuma más o menos persistente.

#### Cervecería Artesanal

Una cervecería artesanal o micro cervecería es aquella que produce una cantidad limitada de cerveza. Las definiciones exactas varían, pero los términos se aplican típicamente a cervecerías que son mucho más pequeñas que las cervecerías corporativas a gran escala y sus dueños son independientes. Este tipo de cervecerías se caracterizan generalmente por su énfasis en el sabor y la técnica de fermentado. Los ingredientes para elaborar cerveza artesanal son los siguientes:

- **Malta:** cuando hablamos de malta, nos referimos a malta de cebada. La cebada sin maltear, es decir, en su estado natural, no sirve para para elaborar cerveza. Es necesario pasar la cebada por el proceso de malteado para prepararla para que las levaduras puedan actuar sobre ella.

- **Lúpulo:** es una planta trepadora que se utiliza para contrarrestar el dulzor de la malta y confiere a la cerveza su agradable sabor amargo. También favorece su conservación actuando como antibiótico.
- **Levaduras:** son microorganismos que consumen el azúcar del mosto y producen el alcohol y el gas que encontramos en la cerveza.
- **Agua:** el agua empleada desempeña un papel importante en las características de la cerveza. Por eso se recomienda utilizar agua mineral embotellada.

### **Orígenes y Filosofía**

El término tiene su origen en el Reino Unido a finales de la década de 1970, y fue utilizado para describir la nueva generación de cervecerías pequeñas que se enfocaban en la producción tradicional de ale en turril. Aunque originalmente "microcervecería" fue utilizado para describir el tamaño de las cervecerías, gradualmente pasó a reflejar una actitud y un enfoque alternativo a la flexibilidad en la producción de cerveza, adaptabilidad y atención al cliente. El término y la tendencia llegaron a los Estados Unidos en la década de 1980 en donde eventualmente fue utilizado para designar a cervecerías que producen menos de 15.000 litros de cerveza por año. Las microcervecerías han adoptado una estrategia de mercadotecnia diferente a la de las cervecerías de mercado masivo, ofreciendo productos que compiten según su calidad y diversidad, en lugar de precios bajos y publicidad.

### **Ingeniería de Métodos**

El estudio de métodos o ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del estudio de métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

La evolución del estudio de métodos consiste en abarcar en primera instancia lo general para luego abarcar lo particular, de acuerdo a esto el

estudio de métodos debe empezar por lo más general dentro de un sistema productivo, es decir "El proceso" para luego llegar a lo más particular, es decir "La Operación".

### **Importancia de la Ingeniería De Métodos**

La ingeniería de métodos y su aplicación a las grandes, medianas o pequeñas industrias es de gran importancia, pues, permite mejorar o modificar de manera satisfactoria una situación específica dentro del proceso de producción que genera pérdidas, demoras y hasta inseguridad para el operario, teniendo a su vez en cuenta que en la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad, lo cual significa un punto clave dentro de los objetivos de una empresa.

### **Ramas de la Ingeniería de Métodos**

Son utilizados para ejecutar una operación o trabajo determinado, con el objetivo de ser evaluados, identificando los productivos e improductivos, de forma tal que una vez analizados se puedan reducir, combinar, simplificar, y en el mejor de los casos eliminar, para luego establecer una mejor secuencia o sucesión de movimientos más favorables que permita lograr la eficiencia máxima.

### **Estudio de Tiempos**

Técnica que consiste en el establecimiento de un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base a la medición del contenido de trabajo del método prescrito, considerando al operario promedio, el ritmo o velocidad de trabajo y los suplementos o tolerancias por concepto de: fatiga, demoras personales, retrasos inevitables y otros.

## **Fines del Estudio de Métodos**

La ingeniería de métodos tiene fines específicos que permiten que su implementación dentro de las empresas, logre objetivos de optimización de las tareas realizadas diariamente. Entre esos fines tenemos:

- Mejorar los procesos y los procedimientos utilizados.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller, lugares de trabajo y modelos de máquinas.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir fatiga.
- Optimizar recursos (materiales y mano de obra).
- Mejorar condiciones de trabajo (ventilación, iluminación, temperatura o ruido).

## **Método**

Término utilizado para designar la técnica empleada para realizar una operación.

## **Procedimiento**

Conjunto de pasos lógicos para realizar una tarea.

## **Proceso**

Serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar al producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.

## **Diagramas**

Son representaciones que permiten presentar cualquier tipo de información, logrando presentar detalles de cualquier proceso y que sea entendida por cualquier persona. Son instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de observar, analizar y desarrollar los métodos empleados para ejecutar actividades, estos permiten abordarlas de forma ordenada y metódica. Ofrecen una visualización general del proceso permitiendo presentar propuestas para realizar un trabajo eficaz, en menor tiempo y de mayor calidad.

### **Diagrama de Proceso**

El diagrama de proceso es una forma gráfica de presentar las actividades involucradas en la elaboración de un bien y/o servicio terminado.

En la práctica, cuando se tiene un proceso productivo y se busca obtener mayor productividad, se estudian las diversas operaciones para encontrar potenciales o reales “cuellos de botella” y dar soluciones utilizando técnicas de ingeniería de métodos.

### **Diagrama de Operaciones**

El diagrama de proceso de operaciones representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones. Señala el ensamblaje con el conjunto principal. Se aprecian detalles generales de fabricación. Es usado para revisar cada operación e inspección del punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.

Se utiliza para medir costos ocultos y hace hincapié en el manejo de materiales, distribución de los equipos, tiempos de retrasos, tiempos por conceptos de almacenamiento y su objetivo es inducir las mejoras.

### **Diagrama de Flujo/Recorrido**

Este diagrama presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estaciones de trabajo cualesquiera. Las unidades son por lo general el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes.

El diagrama de recorrido es una especie de forma tabular del diagrama de cordel. Se usa a menudo para el manejo de materiales y el trabajo de distribución. El equivalente de este es el diagrama de frecuencia de los recorridos.

#### **Características:**

- Determinar la disposición de los equipos y puestos de trabajo.
- Elaboración de la distribución planimétrica (LAYOUT).
- Evaluar el aprovechamiento del espacio físico.
- Considerar dimensiones (L x A x P).

- Seleccionar escala y orientación adecuada (escala o norte geográfico).
- Determinar áreas de congestionamiento.
- Evaluar las zonas de almacenamiento (materia prima, etc).
- Considerar los recorridos inversos.
- Evaluar el acarreo de materiales.

### **Importancia de los Diagramas**

Facilita al analista de método, en la parte del diseño de un puesto de trabajo o para mejorarlo, presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica la información actual (hechos) relacionados con el proceso. Son herramientas o medios gráficos que le permiten realizar un mejor trabajo en un tiempo menor.

### **Reglas para elaborar los Diagramas**

- 1.- Material que entra, raya horizontal de identificación parte superior de la hoja, al final una raya vertical indica circulación.
- 2.- La raya horizontal lleva todas las indicaciones de referencia.
- 3.- La raya vertical lleva la sucesión de símbolos en orden de las etapas del proceso.
- 4.- Cada símbolo tiene una sucesión particular de números
- 5.- Derecha nombre de la actividad, izquierda tiempo de duración, número de puesto o distancias.
- 6.- El resto de las verticales son secundarias, de derecha a izquierda en el orden en que van entrando al proceso.
- 7.- La vertical más hacia la derecha es la del elemento principal.
- 8.- La horizontal une a la vertical con la principal antes del ensamblaje.
- 9.- Todo elemento, pieza que entra al proceso sin transformación se une por una "línea materia" a la de circulación principal antes del símbolo de su utilización.

10.- Cambio de características a través de 2 líneas horizontales especificando las nuevas características.

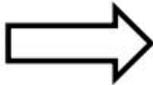
11.- Si el elemento puede seguir caminos diferentes, existe bifurcación, alternativas de forma vertical.

12.- Numeración de la vertical principal a la izquierda teniendo en cuenta los cruces.

### **Simbología**

Representaciones graficas según lo establecido por la ISO para reflejar los tipos de actividades que se suscitan en los procesos, son de carácter general e internacional (ver tabla 1).

**Tabla 1:** Símbolos para elaborar diagramas según la OIT

<b>SIMBOLO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

**Fuente:** Wikipedia (2001). *Enciclopedia libre*. Recuperado entre Noviembre de 2014 y Marzo de 2015.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n\\_Internacional\\_del\\_Trabajo](http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Internacional_del_Trabajo)

## **Organización Internacional Del Trabajo (OIT)**

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Fue fundada el 11 de abril de 1919, en virtud del Tratado de Versalles. Su Constitución, sancionada en 1919, se complementa con la Declaración de Filadelfia de 1944.

La OIT tiene un gobierno tripartito, integrado por los representantes de los gobiernos, de los sindicatos y de los empleadores. Su órgano supremo es la Conferencia Internacional del Trabajo, que se reúne anualmente en junio. Su órgano ejecutivo es el Consejo de Administración, que se reúne cuatrimestralmente en Ginebra. Toma decisiones sobre políticas de la OIT y establece el programa y presupuesto que posteriormente son presentados a la Conferencia para su aprobación. También elige al Director General. En 2012 fue elegido para el cargo el británico Guy Ryder. La sede central se encuentra en Ginebra (Suiza).

En 1969 la OIT recibió el Premio Nobel de la Paz. Está integrada por 185 estados nacionales (2012). No tiene potestad para sancionar a los gobiernos.

### **Para el Estudio de Procedimiento Métodos Abalado por la OIT**

Como ya se mencionó el Estudio de Métodos posee un algoritmo sistemático que contribuye a la consecución del procedimiento básico del Estudio de Trabajo, el cual consta (El estudio de métodos) de siete etapas fundamentales, estas son:

**1.- Seleccionar:** Primera etapa del proceso donde se busca definir que es el problema, su magnitud, características, determinar si es viable, definir si brinda beneficios definiendo para ello el alcance y los entes involucrados.

Es necesario identificar la fiabilidad de la información, la cantidad de hechos debe ser suficiente mínima y precisa, no todo lo que se maneja está relacionado con el problema. Es recomendable trabajar con un equipo multidisciplinario para concentrar la mayor cantidad de esfuerzo e seleccionar correctamente el problema.

### **Etapas según la OIT:**

- Prestar atención a los indicadores.
- Establecer prioridades.
- Delimitar claramente el problema.
- Definir claramente el problema.
- Preparar un plan de trabajo.

**2.- Registrar:** consiste en reflejar a través de la técnica de la diagramación los hechos tal cual como son y no como aparentan. Para ello se debe apoyar en los principios, las normas y la simbología correspondiente de cada diagrama en particular.

Son 5 tipos de diagramas y se debe conocer cada uno para saber cómo aplicarlo a cualquier proceso.

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Proceso.
- Diagrama de Flujo Recorrido (F/R).
- Diagrama Hombre-Máquina (H-M).
- Diagrama Bimanual (MI-MD).

**3.- Examinar críticamente:** Debe ponerse a prueba toda la información que se posee, cuestionarla, verificarla, revisar de manera exhaustiva, minuciosa cada aspecto del problema, realizar un escrutinio de forma tal que se ponga a prueba la mejora, buscar alternativas viables y sus respectivas orientaciones que permita a su vez combinar, simplificar, reducir, organizar y en menor de los casos eliminar.

**4.- Idear:** Etapa que se caracteriza por crear ideas, nuevas formas con espíritu innovador en función del método mejorado, es recomendable revisar nuevamente los aspectos considerados por si se ha obviado alguno, para ello se debe tener presentes las condiciones objetivas y subjetivas según las circunstancias de cada caso, es decir, la empresa debe garantizar los recursos para que las mejoras se puedan dar. Todo debe quedar por escrito.

**5.- Definir:** Debe quedar por escrito los aspectos relacionados con: el proceso/procedimiento (se definen los recursos), además es necesario definir las características tanto del proceso/procedimiento.

- Disposición: Posición de la empresa ante las mejoras; también es necesaria ver el área de trabajo.
- Equipo: Se debe ver, tipo, cantidad, disponibilidad y su mantenimiento.
- Materiales: Se debe ver cantidad, calidad y costo. Es importante el resguardo de los materiales, hay que evaluar los residuos (ver si se puede reciclar, si es pérdida total).
- Calidad: Establecer los mecanismos adecuados para evaluar las variables y atributos de calidad (planes, muestreo, normas, no conformidades, ensayos, etc).
- Instrucción: Abarca por una parte las orientaciones y directrices del nivel gerencial y por otro lado el grado de instrucción del operario.
- Condiciones de trabajo: Evaluar la incidencia de las variables ambientales en el desarrollo del trabajo del operario (temperatura, ventilación, iluminación y ruido) que afectan el desenvolvimiento del individuo.

**6.- Implementación:** Buscar y establecer los mecanismos necesarios que garanticen que el método propuesto se dé. Además, considerar su planeación, la disposición y la correspondiente aplicación; definir con claridad los mecanismos que garanticen fiel cumplimiento y con carácter de ley debe quedar por escrito.

**7.- Mantener en uso:** La empresa debe verificar a intervalos regulares el avance y el comportamiento de las mejoras detectando así las posibles variaciones y las modificaciones que hubieren al respecto.

**Tabla 2.** Procedimiento básico sistemático propuesto por la OIT para el estudio de métodos.

ETAPAS	ANÁLISIS DEL PROCESO	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN
SELECCIONAR el trabajo al cual se hará el estudio.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.
REGISTRAR toda la información referente al método actual.	Diagrama de proceso actual: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
EXAMINAR críticamente lo registrado.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares a la operación completa.
IDEAR el método propuesto.	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo.	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo a la operación completa "Principios de la economía de movimientos".
DEFINIR el nuevo método (Propuesto).	Diagrama de proceso propuesto: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual del método propuesto.
IMPLANTAR el nuevo método.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.
MANTENER en uso el nuevo método.	Inspeccionar regularmente.	Inspeccionar regularmente.

**Fuente:** Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof. Iván Turmero.

## **Análisis Operacional (Enfoques Primarios)**

Procedimiento sistemático utilizado para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento, permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad.

Dentro del análisis operacional se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
- Rechazar ideas preconcebidas.
- Reto y escepticismo.
- Atención continua y cuidadosa.

## **Utilidad Del Análisis Operacional**

- 1.- Origina un mejor método de trabajo.
- 2.- Simplifica los procedimientos operacionales.
- 3.- Maximiza el manejo de materiales.
- 4.- Incrementa la efectividad de los equipos.
- 5.- Aumenta la producción y disminuye el costo unitario.
- 6.- Mejora la calidad del producto final.
- 7.- Reduce los efectos de la impericia laboral.
- 8.- Mejora las condiciones de trabajo.
- 9.- Minimiza la fatiga del operario.

## **Enfoques Primarios: Estrategias Elementales**

**Propósito de la Operación:**

Justificar el objetivo, el para qué y el por qué, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar si es posible eliminarla, combinarla, simplificarla, reducirla o mejorarla.

### **Diseño de la Parte o Pieza:**

Considerar al diseño como algo cambiante, su grado de complejidad y evaluar si es posible mejorarlo a través de la:

- Disminución del número de partes y/o piezas.
- Reducción del número de operaciones, longitud de los recorridos, uniendo partes y haciendo el maquinado y el ensamble más fácil.
- Utilización de un mejor material.

### **Tolerancias y/o Especificaciones:**

Tolerancia: Margen entre la calidad lograda en la producción y la deseada (Rango de variación)

Especificaciones: Conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso, para adecuar el producto terminado respecto al diseñado

Seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro en costo.

### **Materiales:**

Representan un porcentaje alto del costo total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es importante. Los costos se reducirían:

- Si se puede sustituir por uno más barato.
- Si es uniforme y condiciones en que llega al operario.
- Si se pueden reducir los almacenamientos, demoras y material en proceso.
- Si se utiliza el material hasta el máximo.
- Si se encuentra utilidad a los residuos o piezas defectuosas.

### **Análisis del Proceso:**

Planificación y Eficiencia del proceso de manufactura:

- Posibilidad de cambiar la operación.
- Reorganización o combinación de operaciones.
- Mecanizar el trabajo manual pesado.
- Emplear el mejor método de maquinado.
- Utilización eficiente de las instalaciones mecánicas.

### **Preparación y Herramental:**

Las actividades de preparación son necesarias para el proceso, evitar perder tiempo por este concepto que se traduciría en costos significativos. Se debe considerar:

- Mejorar la Planificación y Control de la Producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc. al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia.
- Entregar por duplicado herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.

### **Condiciones de Trabajo:**

Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado, considerando su entorno:

- Adaptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas (temperatura).
- Control de ruidos y vibraciones.
- Ventilación.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado.

- Desecho de polvos, humos, gases y nieblas irritantes y dañinos.
- Proporcionar equipo de protección personal adecuado.
- Organizar y promover un buen programa de primeros auxilios.

### **Manejo de Materiales:**

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión de dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro. Es por ello que hay que tratar de:

A.- Eliminar o reducir la manipulación de los productos.

Indicadores:

- Demasiadas operaciones de carga y descarga.
- Transporte manual de carga pesada.
- Largos trayectos de los materiales.
- Congestionamientos de algunas zonas.

B.- Mejorar los procedimientos de transporte y manipulación.

Indicadores:

- Incrementar el número de unidades a manipular cada vez.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad.
- Disponer de los medios que faciliten el transporte.
- Utilizar equipos de manipulación que tengan uso variado.
- Realizar una buena selección del equipo de manejo de materiales.

### **Distribución de la Planta y Equipo:**

Implica la ordenación física de los elementos del proceso en cuanto a:

- Espacio necesario para movimiento del material.
- Áreas de almacenamiento.
- Trabajadores indirectos.
- Equipos y maquinarias de trabajo.

- Puestos de trabajo.
- Personal de taller.
- Zonas de carga y descarga.
- Espacio para transportes fijos.

### **Estudio de Tiempos**

Es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

### **Técnicas Del Estudio De Tiempos**

- Cronometraje (continuo o vuelta a cero).
- Datos estándares.
- Sistema de tiempos predeterminados.
- Muestreo del trabajo.
- Estimaciones basadas en datos históricos.

### **Objetivos del Estudio de Tiempos**

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de recursos energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el

producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares determinados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

### **Cronómetro**

Es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en una actividad en especial. Existen varios tipos de cronómetro:

Cronómetro decimal de minutos de 0,01 minutos: Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0,01 minutos. Por lo tanto una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división.

Cronómetro decimal de minutos 0,001: La manecilla mayor o rápida tarda 0,10 minutos en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro anterior. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares.

Cronómetro decimal de hora: Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0,0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto un centésimo (0,01) de hora, o sea 0,6 minutos.

Cronómetros electrónicos: Operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

La única desventaja, además del costo, es cierta dificultad al leer lo desplegado en el cronómetro electrónico del tipo LED (light-emitting diode, diodo luminoso o emisor de luz) en estudios realizados bajo luz de día brillante, o al sol.

El marcador de tiempo "sunlight" (o para luz de sol) es un cronómetro electrónico LCD diseñado para estudios de tiempo a la intemperie y bajo sol brillante. (LCD proviene de liquid crystal display; es decir, despliegue en cristal líquido).

El cronómetro electrónico permite estudios acumulativos y de regreso rápido; en ambos casos puede ser registrada una lectura digital detenida. Cuando está en el modo acumulativo, el cronómetro acumula el tiempo y muestra el transcurrido desde el comienzo del primer evento. Al término de cada elemento, presionando el botón de lectura se proporciona una lectura numérica mientras el instrumento continúa acumulando el tiempo. Al final del siguiente elemento, presionando otra vez el botón de lectura, se presenta una lectura detenida del tiempo total acumulado hasta ese momento.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista.

### **Requerimientos para Realizar un Estudio de Tiempos**

Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.

- El método a estudiar debe haber sido estandarizado previamente.

- El empleado u operario debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora.
- La actitud de operario y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

### **Tiempo Estándar**

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

Los propósitos del tiempo estándar son los siguientes:

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimiento de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

La ecuación para determinar el tiempo estándar es:

$$T.E. = TPS * C_v + \sum(TOLERANCIAS)$$

Donde TPS es el tiempo promedio seleccionado y se calcula mediante la aplicación de la media ( $\bar{X}$ )

$$T.P.S. = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

$C_v$ : es la calificación de velocidad del operario y se determina aplicando el método de Westinghouse.  $C_v = 1 \pm v$

El tiempo normal ( $TPS \times C_v$ ): es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

Las tolerancias, serán la suma de las tolerancias fijas y las tolerancias variables ya normalizadas.

Por lo que la ecuación se puede resumir en:

$$TE = TN + \sum TOLERANCIAS$$

### **Medición del Trabajo**

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. Los elementos que constituyen la medición del trabajo son:

- Selección del operario.
- Análisis del trabajo.
- Descomposición del trabajo en elementos.
- Registro de los valores elementales transcurridos.
- Calificación de la actuación del operario.
- Asignación de márgenes apropiados (tolerancias).
- Ejecución del estudio.

## **Procedimiento para Realizar un Estudio de Tiempos**

### **Selección el Operario:**

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez realizado el trabajo en la operación, se debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que quiere establecer un estándar, se debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que se va a observar. En general, un operario que tiene un desempeño promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que el que tiene habilidades superiores

El operario debe estar bien capacitado en el método, le debe gustar su trabajo y debe demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio como en el analista.

Cuando el analista no puede elegir al operario porque sólo uno realiza la operación, se debe ser muy cuidadoso al establecer la calificación del desempeño, porque quizá el operario esté trabajando en uno de los extremos de la escala de calificaciones.

### **Registro de Información Significativa:**

El registro debe contener máquinas, herramientas manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha de estudio y nombre del observador. El espacio para esos detalles es el de observaciones en la forma de observación de estudio de tiempos. También es útil un bosquejo de la distribución. Mientras más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos a través de los años. Se convierte en un recurso para el establecimiento de datos estándar. También será útil para mejorar los métodos y evaluar a los operarios, las herramientas y el desempeño de las máquinas.

### **Posición del Observador:**

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario

mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conservación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

### **División de la Operación en Elementos:**

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Sin embargo si el tiempo de ciclo es mayor que 30 minutos se puede escribir la descripción de los elementos mientras se realiza el estudio. Si es posible, es mejor que se determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio. Éstos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que sacrifique la exactitud de las lecturas.

A continuación se presentan algunas sugerencias adicionales que ayudan a desglosar los elementos:

- Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, ya que las calificaciones afectan menos a los tiempos de las máquinas.
- Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo específico de trabajo), y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo específico).
- Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción.

### **Inicio del Estudio:**

Al iniciar el estudio se registra la hora (en minutos completos) que marca un reloj y en ese momento se inicia el cronómetro. Se puede usar una de las dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio.

### **Método de Observación Continua:**

Permite que el cronómetro trabaje durante el estudio. En este método, el analista lee el reloj, en el punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo.

Dentro de las ventajas los elementos regulares y extraños se siguen etapa por etapa y es de exactitud mayor. La desventaja del método es que se deben hacer restas sucesivas que prolongan el estudio.

### **Método Vuelta a Cero:**

Después de leer el cronómetro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se restablece en cero, cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo avanza a partir de cero. Éste método tiene tanto ventajas como desventajas comparado con el de tiempo continuo.

Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo.

Entre las desventajas del método de regresos a cero está la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación.

Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores. Otra de las desventajas está en el tiempo perdido mientras la mano restablece el cronómetro, por otro lado es más difícil medir los elementos cortos con este método.

Las ventajas que posee el método es que se obtiene directamente el tiempo del elemento y se comprueba la estabilidad del operario.

### **Métodos para Calcular el Tiempo Estándar**

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

### **Método Rango De Aceptación:**

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (k) y la media de la muestra (x), este intervalo indica el error de muestreo, es decir, cuanto puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión k=10% y un coeficiente (c)=90%, exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores (ver figura 2).

**Figura 2:** formato rango de aceptación

OPERACIÓN	M	LM	Lm	$\Delta$	RANGO	M	$t_c, M-1$	IM	I	$\bar{X}$

$$\Delta = 0.5 * \left[ \left| \bar{X} - LM \right| + \left| \bar{X} - Lm \right| \right] \Rightarrow \text{RANGO DE ACEPTACIÓN} = \begin{cases} \bar{X} + \Delta \\ \bar{X} - \Delta \end{cases}$$

- Donde :
- M = Número de observaciones realizadas
  - LM = Lectura mayor
  - Lm = Lectura menor
  - $\Delta$  = Delta (variación)
  - IM = Intervalo de la muestra
  - I = Intervalo predefinido
  - $\bar{X}$  = T.P.S.

**Fuente:** Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof. Iván Turmero.

### Método General Electric

Dentro de las desventajas del método se tiene que no permite evaluar la consistencia del trabajo, además deben existir estudios de tiempos previos (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Observaciones a realizar por tiempo de ciclo.

Tiempo del ciclo (minutos)	Observaciones a realizar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
Más de 40,00	3

**Fuente:** Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof. Iván Turmero.

### **Método Estadístico**

- **Distribución t Student**

Es una distribución simétrica con media igual a cero (0), su gráfica es similar a la Distribución Normal Estándar (ANEXO 1. Tabla t Student).

La distribución t Student depende de un parámetro llamado grados de libertad, estos están dados por  $n - 1$ , donde  $n$  representa el tamaño de la muestra.

En la distribución t, el intervalo de confianza permite determinar la exactitud, la cual, de acuerdo al uso final de los resultados puede establecerse del 3% al 10%, la cual se denota con la letra K.

- **Procedimiento Estadístico para Determinar el Tamaño de la Muestra**

Para determinar el tamaño de muestra adecuado para satisfacer el coeficiente de confianza determinado en dicho estudio, se deben seguir los siguientes pasos:

**Paso 1.** Determinar el coeficiente de confianza (c)

**Paso 2.** Definir el intervalo de confianza (I)

Se determina la probabilidad de la t student (tc)

$$I = \bar{X} \pm \frac{tc \times S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

X: es la media de las lecturas

S: es la desviación estándar de las lecturas

n: es el número de lecturas

**Paso 3. Determinar la desviación estándar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}}$$

Donde T son los tiempos.

**Paso 4. Determinar el intervalo de la muestra (Im)**

$$Im = \frac{2 \times tc \times S}{\sqrt{n}}$$

**Paso 5. Criterio de decisión**

Si  $I_m$  es (menor o igual) a  $I$  se acepta la cantidad de lecturas

Si  $I_m$  es (mayor) a  $I$  se rechaza y se recalcula el tamaño de  $n$

### **Nuevo tamaño de la muestra (N')**

$$N' = \frac{4 \times t_c^2 \times S^2}{I^2} \quad \therefore N = N' - n$$

Donde  $N$  serán las lecturas adicionales que se deben realizar para satisfacer el coeficiente de confianza establecido.

### **Calificación de la Velocidad**

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación ( $c$ ). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.

El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de  $\pm 5\%$  se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.

$$Cv=1 \pm c$$

Dónde:

Cv: Es la calificación de la velocidad.

c: Factor de calificación.

### **Método de Calificación (Sistema Westinghouse)**

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation.

Consiste en evaluar de manera visual y objetiva, como es la actitud y la aptitud del operario en la realización de sus actividades. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia. Con estos factores podemos determinar la categoría, la clase y la su puntuación respectiva; el valor total corresponderá a la suma algebraica de dichos factores.

- Habilidad: Pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.
- Esfuerzo: Demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con que se aplica la habilidad, está bajo el control del operario.
- Condiciones: Aquellas que afectan al operario y no a la operación, los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.
- Consistencia: Se evalúa mientras se realiza el estudio, al final, los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

El factor de actuación se aplica sólo a elementos de esfuerzo que se ejecutan manualmente, los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00

### **Tolerancia o Suplementos**

Después de haber calculado el Tiempo Normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero Tiempo Estándar, esto consiste en la adición de un suplemento o margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Se debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenerlo por la actuación del operario medio, a un ritmo normal y continuo.

Factores:

- El individuo (fatiga).
- La naturaleza del trabajo (NP).
- El medio ambiente.

Tipos de tolerancia:

- Almuerzo.
- Merienda.
- Necesidades Personales.
- Retrasos evitables / inevitables.
- Adicionales / extras.
- Orden y limpieza.
- Tiempo total del ciclo.
- Fatiga.

### **Necesidades Personales:**

Incluyen a todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprenderá las idas a tomar agua y a los sanitarios. Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirán en el tiempo correspondiente a retrasos personales.

De ahí que condiciones de trabajo que implican gran esfuerzo en ambientes de alta temperatura, como las que se tienen en la sección de prensado de un departamento de moldeo de caucho, o en un taller de forja en caliente, requerirán necesariamente mayores tolerancias por retrasos personales, que otros trabajos ligeros llevados a cabo en áreas de temperatura moderada.

### **Retrasos Inevitables:**

Esta clase de demoras se aplica a elementos de esfuerzo y comprende conceptos como interrupciones por el supervisor, el despachador, el analista de tiempos y de otras personas; irregularidades en los materiales, dificultad en mantener tolerancias y especificaciones y demoras por interferencia, en donde se realizan asignaciones en múltiples máquinas.

### **Retrasos Evitables:**

No es costumbre proporcionar una tolerancia por retrasos evitables, que incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, suspensiones del trabajo indebidas, e inactividad distinta del descanso por fatiga normal. Desde luego, estas demoras pueden ser tomadas por el operario a costa de su rendimiento o productividad, pero no se proporciona ninguna tolerancia por estas interrupciones del trabajo en el desarrollo del estándar.

### **Fatiga:**

La fatiga no es homogénea en ningún aspecto; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas. Tiene marcada influencia en ciertas personas, y aparentemente poco a ningún efecto en otras.

Ya sea que la fatiga sea física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que

afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente. Algunos de ellos son:

- Condiciones de trabajo.
- Luz.
- Temperatura.
- Humedad.
- Frescura del aire.
- Color del local y de sus alrededores.
- Ruido.

#### **Naturaleza del Trabajo:**

- Concentración necesaria para ejecutar la tarea.
- Monotonía de movimientos corporales semejantes.
- La posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación.
- Cansancio muscular debido a la distensión de músculos.

#### **Estado General de Salud del Trabajador, Físico Y Mental:**

- Estatura.
- Dieta.
- Descanso.
- Estabilidad emocional.
- Condiciones domésticas.

Es evidente que la fatiga puede reducirse pero nunca eliminarse. Cuanto más se automatice la industria tanto más se reducirá el cansancio muscular debido al esfuerzo físico.

#### **Tolerancias Adicionales o Extras:**

En las operaciones industriales metalmecánicas típicas e en procesos afines, el margen de tolerancias por retrasos personales inevitables y por fatiga, generalmente es alrededor del 15%.

### **Calculo de los Suplementos:**

Los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos como por contingencias, por razones políticas de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

### **Recomendaciones para el Descanso:**

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas. Si bien no hay reglas fijas sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 ó 15 min. a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar café, té o refresco y refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto. Es recomendable analizar si es prudente establecer pautas o si se deben dejar que sucedan fortuitamente.

### **Importancia de los Periodos de Descanso:**

- Atenúan las fluctuaciones del rendimiento del trabajador a lo largo del día y retribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
- Rompen la monotonía de la jornada.
- Ofrecen a los trabajadores la oportunidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.
- Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.
- Los suplementos variables dependen del comportamiento y de las características del trabajo y, a su vez, se dividen en los siguientes:

### **Suplementos por Necesidades Personales**

Se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al baño; en la mayoría de las empresas que lo aplican suele oscilar entre 5 y 7%.

## **Suplementos por Fatiga Básica**

Es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo para aliviar la monotonía. Es frecuente que se fije en 4% del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo ligero, en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas y sentidos sino normalmente.

## **Suplementos Fijos**

Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas y no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinadas tareas, etc. Estos suplementos ya están previamente definidos, ya sea por la empresa, el gobierno o por contratos colectivos.

## **Suplementos por Contingencias**

Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se puedan medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.

## **Suplementos por Razones de Política de la Empresa**

Es una cantidad, no ligada a las primas, que se añade al tiempo (o a alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a nivel definido de desempeño, corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

## **Suplementos Especiales**

Se conceden para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero en las cuales este no se podría ejecutar debidamente. Tales suplementos pueden ser permanentes o pasajeros. Dentro de lo posible se deberían determinar mediante un estudio de tiempo. También se incluyen los suplementos que se asignan por ocasión o por lote, algunos de estos son: el suplemento por montaje, el suplemento por desmontaje, el suplemento por rechazo, el suplemento por aprendizaje o por formación.

## Propósito De Los Suplementos

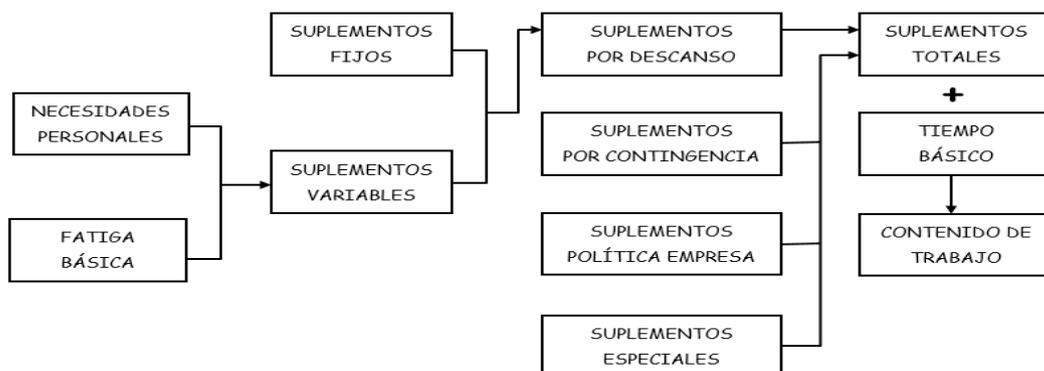
El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se acostumbra a expresar la tolerancia como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivos, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen. Por lo tanto, si se tuviera que conocer una tolerancia de 15% en una operación dada, el multiplicador sería 1.15.

Si las tolerancias son demasiado altas, los costos de producción se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultarían estándares muy estrechos que causaran difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

## Método Sistemático para Asignar Tolerancias por Fatiga

Evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario mediante un conjunto de factores, los cuales poseen una puntuación según el nivel (Evaluación cualitativa o cuantitativa). La sumatoria total de estos valores, determina el rango y la clase % a que pertenece, según la jornada de trabajo que aplique, para asignarle un % de tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

## Asignación de tolerancias (ver diagrama 2)



**Fuente:** Diapositivas de clases de Ingeniería de Métodos. Prof. Iván Turnero.

### **Normalización de Tolerancias**

Deducir de la Jornada de Trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la Jornada Efectiva de Trabajo, luego se determina cuál es el porcentaje que representan las tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales del Tiempo Normal (por regla de tres).

$$\sum Tolerancias = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n$$

$$Jornada Efectiva de Trabajo (JET) = Jornada Trabajo (JT) - \sum Tol fijas$$

Regla de tres para normalizar:

$JET - (NP + Fatiga)$	→	$NP + Fatiga$
$TN$	→	$x$

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **Diseño de Investigación**

En el siguiente capítulo se describen, todas y cada una de las herramientas utilizadas, en este informe de investigación; tales como: descripción del tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, las técnicas que se llevaron a cabo para recolectar los datos y el procedimiento metodológico.

#### **Tipo de Investigación**

De acuerdo con la estructura de la investigación a desarrollar y con el fin de cumplir con los objetivos del estudio, se implementó el método de estudio de aplicación, el cual se desenvuelve dentro de una investigación de campo y aplicada de tipo no experimental.

- **Investigación de campo:** Se trata de una investigación de campo, ya que, fue realizada directamente en la empresa Cervecería Artesanal, lo cual hizo posible el contacto directo entre investigadores y el problema, logrando así una mayor visión e información porque a través de él se aplicaron métodos y técnicas que permitieron la recolección de información directa realizada en el proceso. Esto acontece cuando se recogen los datos en la realidad, dejando en muestra las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas.
- **Investigación evaluativa** Una investigación de tipo evaluativo, puesto que, luego de describir el proceso, inmediatamente se comienzan a evaluar detalladamente todos los problemas que presenta la empresa, así como sus causas.
- **Estudio descriptivo:** Se realiza un estudio de tipo descriptivo, porque a través de él podemos describir la naturaleza actual de la disposición de los equipos y material dentro del sitio de trabajo. Este tipo de estudio busca describir situaciones; no está interesado en comprobar explicaciones, ni probar hipótesis de ningún tipo solo se enfoca en hacer referencia a los hechos reales.
- **Investigación aplicada:** Se habla de una investigación aplicada, ya que, tiene como propósito, establecer, ideas que logren mejoras en la elaboración de la cerveza artesanal Calipso “Pale Ale”. Se utilizarán los conocimientos adquiridos en la práctica, para aplicarlos en la solución del problema organizativo de la empresa en cuestión.
- **Investigación no experimental:** El estudio realizado a la empresa cerveza artesanal Calipso “Pale Ale”, es de tipo no experimental, porque se pudo observar la elaboración de la cerveza, en su contexto natural para luego ser analizados. “La investigación no experimental, es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables a los sujetos o a las condiciones”. De hecho, no hay condiciones a las cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural.

## **Población y Muestra**

Dentro de una investigación, es importante establecer cuál es la población y si de esta se ha tomado una muestra cuando se trata de seres vivos; en caso de objetos se debe establecer cuál será el objeto, evento o fenómeno a estudiar.

## **Población**

La población o universo, es cualquier conjunto de unidades o elementos. En otras palabras; una población está determinada por sus características definitorias. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación.

Se tiene como población los productos elaborados por la cervecería artesanal “Los de Guayana, los cuales son:

1. Calipso “Pale Ale”.
2. Macizo Guayanés Stout.
3. Bucare “Red Ale”

## **Muestra**

La muestra seleccionada para realizar el estudio es cerveza artesanal “Clipso Pale Ale”.

## Recursos

### Recursos Físicos

- Lápiz y papel, para recolectar la información.
- Cámara.
- Teléfonos, utilizados para grabar las entrevistas.
- Cronometro, utilizado para el estudio de tiempo.
- Formatos que permitan registrar los tiempos tomados.
- Formatos para concesiones por fatiga.
- Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- Tabla WESTINGHOUSE.
- Tabla t-student.
- Calculadora.

### Recursos Humanos

- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas al socio y/u operarios de la empresa, con el propósito de recolectar e interpretar toda información necesaria para ejecutar el estudio de tiempos.
- **Observación Directa:** Este recurso engloba a las visitas de campo, es decir, todas las veces que se utilizaron las instalaciones de la cervecería artesanal “Los de Guayana” para realizar las entrevistas y estudios necesarios, con el fin de obtener información requerida para el estudio a realizar.
- **Bibliografías:** Utilizadas para enfocar y definir el marco teórico del estudio a realizar. Entre ellos se puede mencionar las siguientes: folletos y planos, para la obtención de información completa sobre la empresa.

### Procedimiento Metodológico

Para efectos de la realización de este proyecto se llevaron a cabo visitas en la empresa cervecería artesanal “Los de Guayana”, al momento de describir el método de trabajo, realizar el análisis operacional y también para el estudio de tiempos.

**Para la realización del estudio de movimientos se llevó a cabo el siguiente procedimiento:**

1. Recolección de información sobre la situación actual de la empresa.
2. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionando para ello el área de producción donde se realiza la cerveza
3. Entrevistas al encargado y operadores.
4. Elaboración del diagrama de proceso.
5. Elaboración del diagrama de flujo de recorrido actual.
6. Analizar de forma general las fallas encontradas.

**Para la realización del análisis operacional se llevó a cabo el siguiente procedimiento:**

1. Se analizó el método actual de trabajo que se presenta en el área de producción, específicamente donde se prepara la pizza estrella margarita tamaño grande para así proponer las mejoras al proceso.
2. Se aplicó la técnica del interrogatorio al encargado de la pizzería.
3. Se evaluó el proceso realizado por el operario a través de la aplicación de las preguntas establecidas por la OIT.
4. Se realizó el análisis operacional a través de un enfoque primario.
5. Se diseñó un nuevo método de trabajo donde se plantean cambios en los aspectos que lo requieran con el objetivo de mejorar el proceso de elaboración de las pizzas.
6. Se diseñó un nuevo diagrama de procesos propuesto que refleja las modificaciones planteadas.
7. Se realizó el diagrama de flujo y/o recorrido propuesto, reflejando mejoras en el proceso.

8. Se realizó un análisis de las mejoras planteadas.

**Para llevar a cabo el estudio de tiempo en la empresa se realizó el siguiente procedimiento:**

1. Toma de tiempos que tarda el operario en realizar la preparación de una pizza estrella margarita tamaño grande.
2. Se realizó el registro de los tiempos tomados en el formato.
3. Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.
4. Estimación del coeficiente de confianza (c)
5. Hallar el Intervalo de confianza (I).
6. Calcular el intervalo de la muestra (Im) y comparar con el intervalo de confianza (I).
7. Calificar al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.
8. Calcular el tiempo normal (TN).
9. Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).
10. Normalizar las tolerancias.
11. Calcular el tiempo estándar (TE).

## CAPÍTULO V

### Situación Actual

#### Método Actual de trabajo

Al momento de elaborar la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale” los operadores sanitizan todos los implementos de trabajo (termómetro, densímetro, airlock, botellones, ollas, termo, chapas, botellas) con Star San, un líquido que tiene la función de esterilizar para evitar contaminar la mezcla que estará en contacto con estos. Se procede a escoger la malta, componente que dará color y aroma a la cerveza.

#### Agua (preparación)

Los componentes con los que se debe mezclar el agua para la obtención de cerveza son:

- Malta
- Lúpulo
- Levadura

El número de litros de agua dependerá de la cantidad de malta a utilizar (por cada kilogramo de malta se utilizan 3 litros de agua), esta es vaciada en una olla y se calienta en un reverbero provisto especialmente para el proceso hasta alcanzar una temperatura de 70°C, en ese instante se agrega la malta molturada (molida), se va removiendo poco a poco para obtener una mezcla con las características requeridas, luego de haber incorporado la malta la temperatura habrá bajado a unos 66°C; se tapa la olla y se deja macerar durante 60 minutos, mediante este tiempo se debe controlar la temperatura cada 20 minutos, en caso de que se encuentre por debajo de 62°C se debe aplicar calor, removiendo constantemente hasta llegar a los 67°C.

Una vez pasado los 60 minutos se calienta la mezcla a 77°C, al llegar a la temperatura se apaga el fuego y se pasa a la etapa de recirculado y aspersion que dura 15 minutos, en este punto se separa el grano del mosto (mezcla entre malta y agua), el cual se vacía en un termo. Para el recirculado y aspersion se utiliza una bomba y dos mangueras; la primera es conectada al termo y a la entrada de la bomba, la segunda a la salida de la misma, se abre la llave del termo y se enciende la bomba, esta empieza a succionar, filtrando el mosto, al culminar se desconecta la bomba y la manguera que queda pegada al termo es colocada en una olla para que se escurra, a su vez se agrega agua al termo a 80°C para extraer el máximo de azúcar al grano, culminado esto se verifica la cantidad y densidad del mosto; si el mosto posee una densidad por debajo de 10 puntos se elabora la cerveza.

El mosto filtrado es llevado al fuego, cuando empieza a hervir se agrega el lúpulo, se cuentan 55 minutos y se añade clarificante que ayuda a aglomerar ciertas proteínas que se encuentran suspendidas en el mosto hirviendo, de esta manera van a decantar fácilmente y dejará el mosto más limpio y claro; se deja hervir por 5 minutos más y se apaga el fuego, dejándolo reposar por 10 minutos. En el mosto se puede observar una especie de remolino que indica que todos los desperdicios se van al fondo de la olla. Posteriormente se procede a enfriar el mosto, esta etapa debe ejecutarse aproximadamente en 15 minutos, ya que, la temperatura del mismo debe bajar a 25°C; en este caso se utiliza un sistema de enfriado a contracorriente para ahorrar el mayor tiempo posible. Desde este momento es de suma importancia tener desinfectados todos los implementos que entre en contacto con el mosto para evitar la contaminación de este.

El mosto es vaciado en botellones de agua clarita para proceder a ejecutar la etapa de fermentación, agregándole levadura y azúcar respectivamente con un dosificador para asegurar que sea la cantidad correcta; a los botellones se les coloca un airlock que es llenado con agua, esto permite evitar que entren bacterias no deseadas del ambiente y a su vez la liberación de CO<sub>2</sub> que generan las levaduras durante la fermentación. Luego se pasa al almacenamiento de estos por un periodo de 14 días a temperaturas entre 15°C y 25°C.

Transcurrido este tiempo se procede al embotellado, las botellas y válvula deben estar previamente desinfectadas; el botellón es colocado a una altura mayor que las botellas, se introduce la válvula en el botellón y por efecto de gravedad la cerveza empieza a bajar hacia la botella. Al terminar se procede al taponado (colocar chapas). Las botellas son almacenadas nuevamente a temperaturas entre 15°C y 25°C para que la levadura realice su segunda fermentación.

### **Pedidos**

Debido a la reciente creación de la empresa, quien se encarga de organizar los pedidos es el jefe; este recibe una llamada solicitándole cierto pedido, luego verifica si la cerveza solicitada se encuentra disponible, si lo está, se llega a un acuerdo con el cliente para pautar la fecha en que le será entregado dicho pedido.

## **Diagrama de Procesos**

**Diagrama:** Proceso

**Proceso:** Elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”

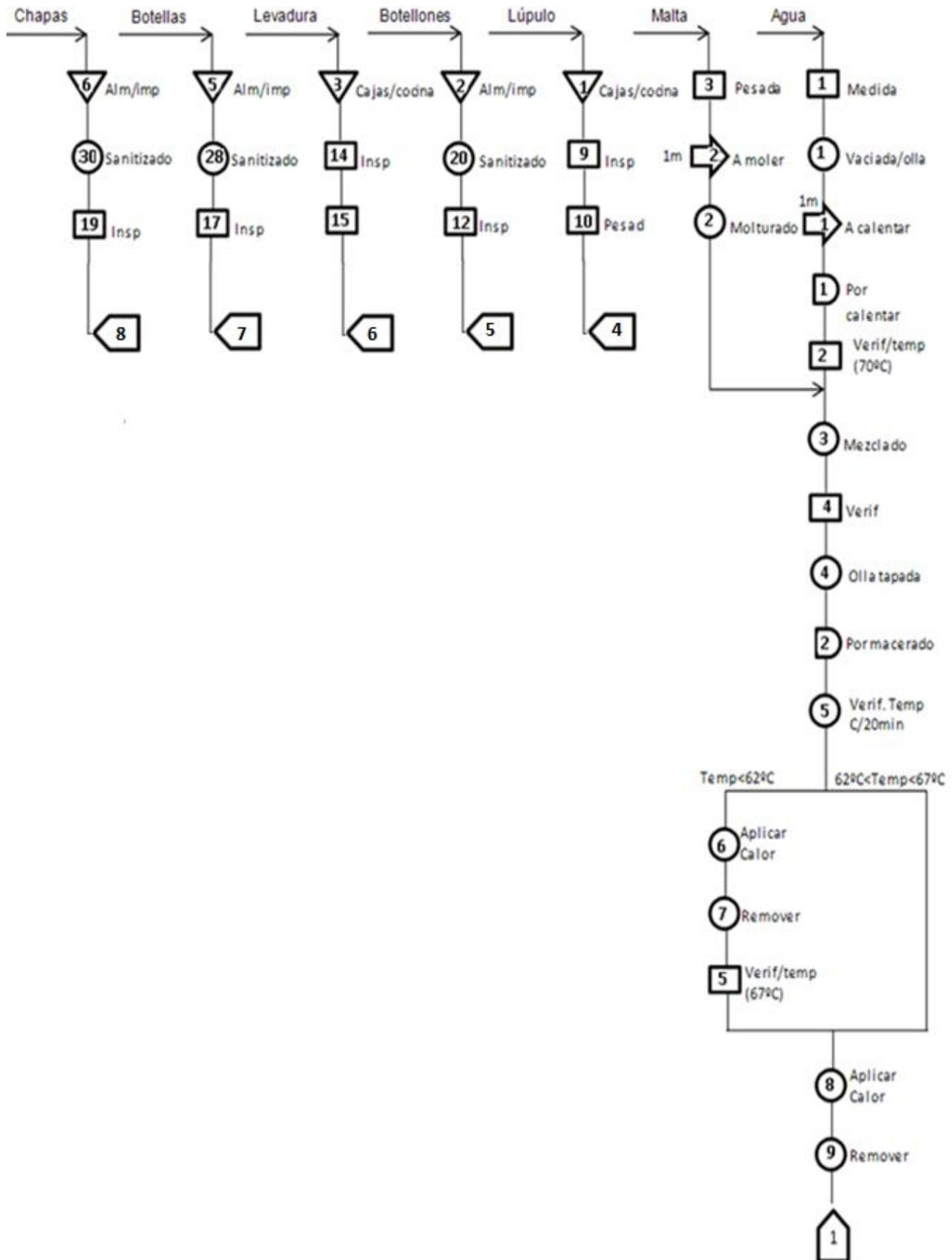
**Inicio:** Medición de litros de agua

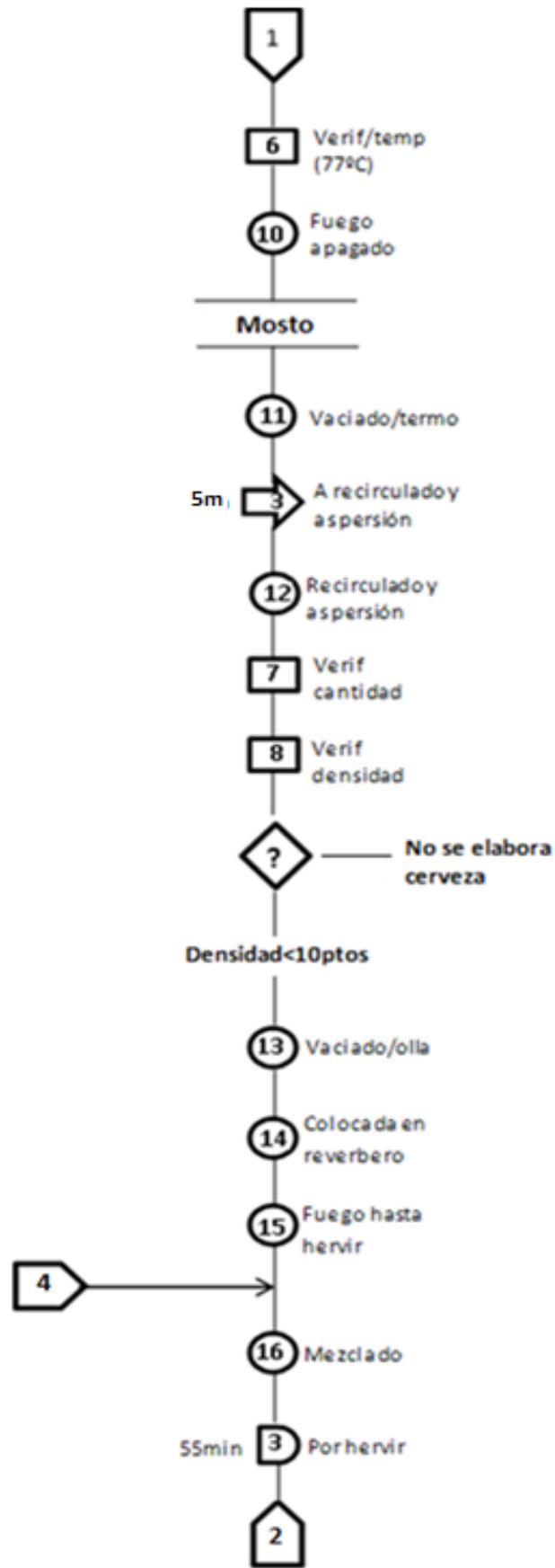
**Fin:** Cervezas almacenadas

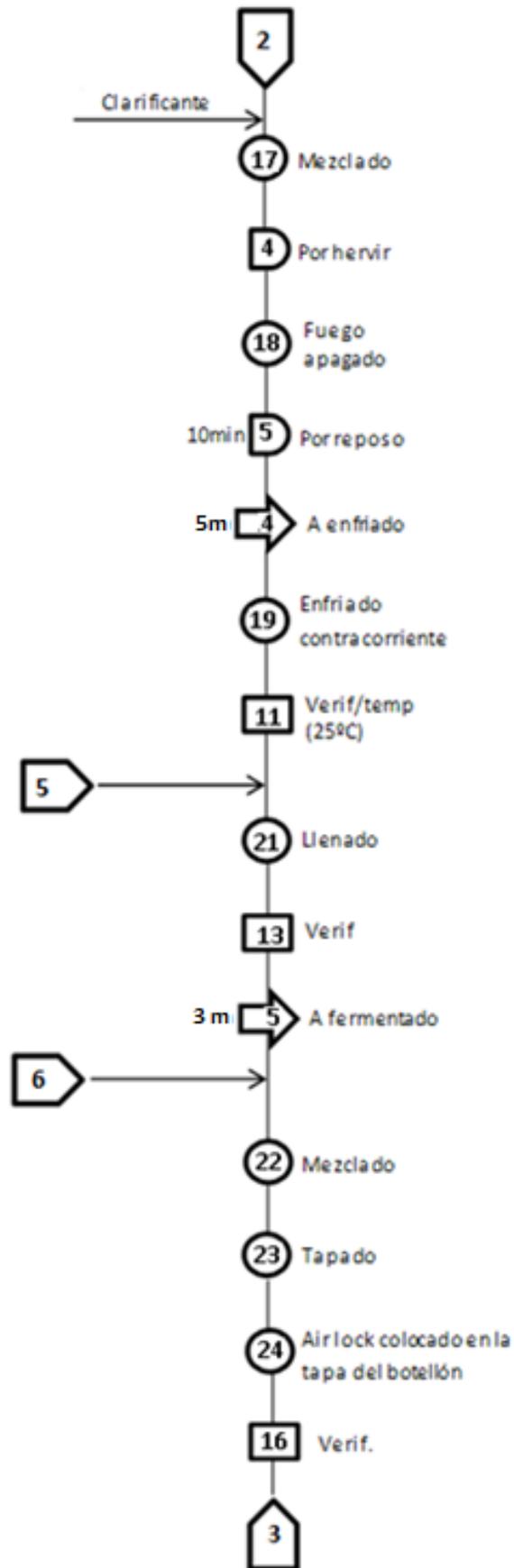
**Fecha:** 01/06/2015

**Método:** Actual

**Seguimiento:** Material







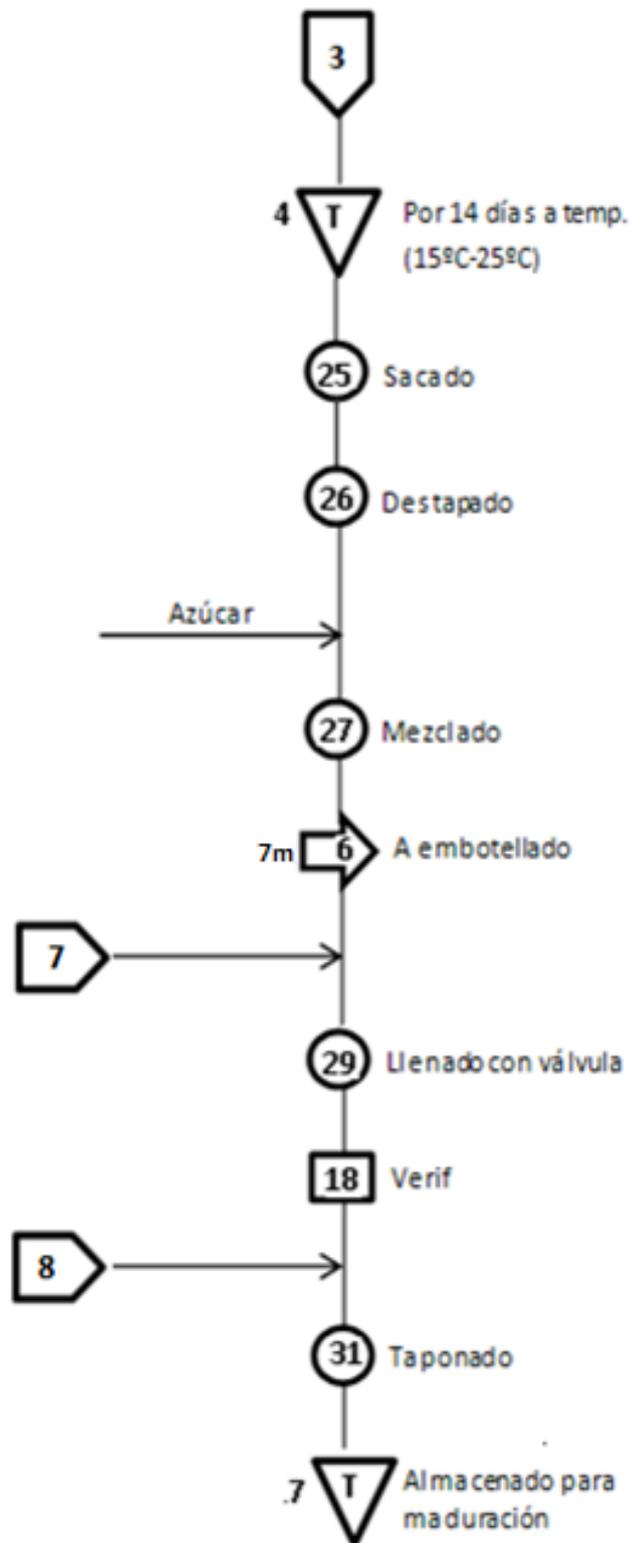
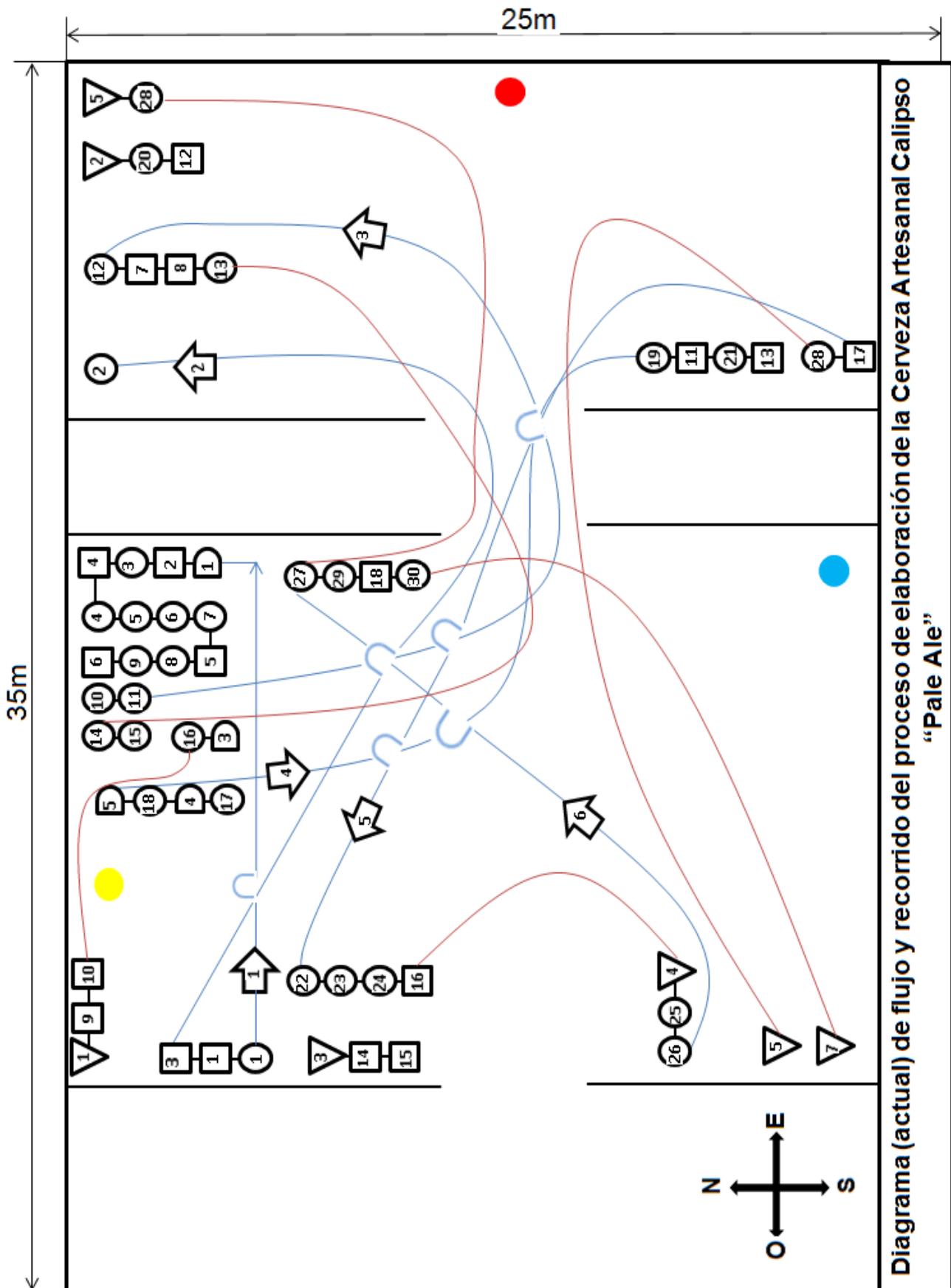


Diagrama de Flujo y/o Recorrido Actual de la elaboración de la cerveza artesanal Calibso “Pale Ale”.



## Leyenda

-  Cocina (cocción, embotellado, taponado)
-  Habitación (fermentado, almacenamiento)
-  Patio (molturado, recirculado y aspersion, enfriado)

## **Técnica del Interrogatorio**

Se aplica una serie sistemática y progresiva de preguntas al personal siguiendo la técnica del interrogatorio.

- **Propósito:**

**¿Qué se hace?**

Se elabora la cerveza Pale Ale

**¿Por qué se hace?**

Porque es la que más rentable para la empresa

**¿Qué otra cosa debería hacerse?**

La cerveza Pale Ale Miel porque también es rentable para la empresa

**¿Qué debería hacerse?**

Las cervezas que tengan más demanda y con la materia prima que cuente la empresa.

- **Sucesión:**

**¿Cuándo se hace?**

Tres días a la semana, mientras cuenten con la materia prima necesaria.

**¿Por qué se hace entonces?**

Se hace porque les gusta a los clientes.

**¿Cuándo podría hacerse?**

Tres días a la semana.

**¿Cuándo debería hacerse?**

Cuando cuentan con la materia prima necesaria.

- **Persona:**

**¿Quién lo hace?**

Los tres operarios se reúnen para sacar un buen lote y satisfacer la demanda.

**¿Por qué lo hace esa persona?**

Porque son los que saben del proceso.

**¿Qué otra persona podría hacerlo?**

Ninguna.

**¿Quién debería hacerlo?**

Solo los operarios ya que conocen el proceso.

- **Medios:**

**¿Cómo se hace?**

Se hace según los conocimientos de los operarios.

**¿Por qué se hace de ese modo?**

Porque es un proceso artesanal.

**¿De qué otro modo debería hacerse?**

Con un proceso semiautomático

**¿Cómo debería hacerse?**

Rigiéndose mediante los estatutos de calidad y normas respectivas para elaborar una Cerveza Artesanal Pale Ale

**Preguntas de la OIT**

**A. Operaciones**

**1. ¿Qué propósito tiene la operación en cuanto a elaborar la cerveza artesanal pale ale?**

Cumplir con las ventas.

**2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?**

Si, para la adquisición de materia prima e ingredientes, la preparación y también el resto de materiales que hagan falta para elaborar la cerveza artesanal pale ale.

**3. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior de la cerveza artesanal pale ale, ¿el costo suplementario que presenta mejora las posibilidades de venta?**

Sí, porque el costo que se le da se hace mediante un previo estudio de calidad, con buena aceptación para así venderla a un costo justo y aceptable.

**4. ¿El propósito de la elaboración de la cerveza artesanal pale ale puede lograrse de otra manera?**

Si lo hay, nosotros no lo hemos hecho.

**5. ¿La operación se efectúa para responder a las actividades de todos los que utilizan la pale ale? ; ¿O se implantó para atender las exigencias de uno o dos clientes nada más?**

Sí, porque todo depende de la aceptación de los clientes. Nos vamos adaptando a las preferencias de la clientela.

**6. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?**

Si, en cuanto al almacenamiento y el inventario.

**7. Si se añadiera una operación, ¿se facilitarían la ejecución de otras?**

Si, para que el proceso sea más rápido y efectivo en cuanto a la preparación y si es exterior ya sería con cajas o puntos de ventas pues con más puntos se agilizaría el proceso de pago.

8. **¿La elaboración de la cerveza artesanal pale ale se puede efectuar de otro modo con el mismo o mejor resultado?**

Sí.

9. **¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?**

No

10. **¿La elaboración de la cerveza artesanal pale ale que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?**

No se puede combinar

11. **¿Se podría descomponer la operación por añadir sus diversos elementos a otras operaciones?**

No es permitido en la cervecería porque cada elaboración de cerveza tiene su meta.

12. **¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?**

No.

13. **¿La sucesión de operaciones para elaborar la cerveza artesanal es la mejor posible? ; ¿O mejoraría si le modificara el orden?**

Si, se sigue las instrucciones

14. **¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?**

Sí.

15. **Si se modificara la operación, ¿Qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones? ; ¿Y sobre el producto acabado?**

Se tendría un efecto mejor, si se pudiera agilizar el proceso para sacar más cervezas. Obteniendo un ajuste en cuanto a control y tiempo.

16. **¿Podrían combinarse la producción y la inspección?**

Claro, la inspección de la materia prima para la elaboración de la cerveza y a su vez la preparación para que vaya quedando tal cual lo establecido en la preparación.

## **B. Diseño de Piezas y Productos**

1. **¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la elaboración de la cerveza artesanal pale ale?**

Nos gusta trabajar al natural, que sea fresca la cerveza sin que sea recocida ya que al cliente no le gusta.

2. **¿Se podría reducir el número de cervezas?**

Sí.

3. **¿Se podría reemplazar los materiales de una cerveza por otro material más barato o de mejor resultado?**

Si, trabajamos con ciertas marcas de ingredientes, más usamos los que les quedan al gusto al cliente, sabiendo que hay ingredientes de marcas de mejor calidad.

## **C. Normas de Calidad**

### **1. ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que contribuye una calidad aceptable?**

Sí, porque ya tenemos en cuenta que no se puede exceder los ingredientes de las cervezas. Pero si estamos de acuerdo en cuanto a la preparación de la misma ya que la materia prima se exporta y hay que saberla administrar.

### **2. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?**

Sí, él tiene la prioridad de buscar la mejora de su área de trabajo.

### **3. ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?**

No tenemos una norma de cómo hacer las cervezas. Los operarios se rigen más que todo por la cantidad de materia prima disponible.

### **4. ¿Existe alguna forma de darle a la cerveza artesanal pale ale un acabado con una calidad superior a la actual?**

Sí, estamos trabajando para crear una cerveza que sea de mejor calidad, pero nos hacen falta algunos ingredientes.

### **5. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?**

Sí, ya que tenemos un escenario pequeño y se nos hace complicado cuadrar la disponibilidad de cada operario para realizar el lote de cervezas.

6. **¿Cuáles son las principales causas de que se rechace la cerveza artesanal pale ale?**

Que salga con un sabor diferente al original por descuido de los operarios a la hora de la mezcla.

7. **¿Una modificación en la composición de la cerveza podría dar como resultado una calidad más uniforme?**

Sí.

#### **D. Utilización de Materiales**

1. **¿El material que se utiliza es realmente adecuado?**

Si

2. **¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?**

No, porque la calidad del material influye.

3. **¿No se podría utilizar un material más ligero?**

Sí.

4. **¿El material se compra ya acondicionado para el uso?**

No, se adecuan

5. **¿El material es entregado suficientemente limpio?**

Sí, es importante que la botella de la cerveza este en buenas condiciones, que no esté rota, para así no crear desconfianza en los clientes.

6. **¿Se saca el máximo partido posible del material al elaborarlo?**

No.

7. **¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?**

Sí, porque se evidencia en el costo de la cerveza y en producción de la elaboración de la cerveza artesanal pale ale.

8. **¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?**

Tenemos desperdicios pero no tenemos algún tipo de reciclaje. Los desperdicios lo botamos.

9. **¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizara la producción?**

Sí, porque se optimizan los recursos.

10. **¿La calidad de material es uniforme?**

No, porque son distintos los materiales dependiendo del proveedor.

11. **¿Se altera el material con el almacenamiento?**

No, porque el almacenamiento de la cebada está en un espacio sin húmeda y el lúpulo y levadura en frío.

## **E. Disposición del Lugar de Trabajo**

**1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?**

No.

**2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?**

No, ya que el espacio es muy pequeño y se encuentran muchas cosas aglomeradas.

**3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?**

No en cuanto a seguridad total, ya que no contamos con el proceso automatizado generando inseguridad a los operadores, el hervido se tiene que operar con sumo cuidado ya que se trabaja con altos grados de temperatura.

**4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje de la cerveza artesanal pale ale?**

No

**5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?**

Sí.

**6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?**

No.

**7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?**

No mucho.

**8. ¿Se han previsto instalaciones y soportes apropiados en el puesto de trabajo para facilitar el montaje?**

No.

**9. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?**

No.

**10. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?**

No, el lugar carece de luz.

**11. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?**

No se cuenta con armarios.

## **F. Manipulación de Materiales**

**1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?**

No.

**2. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?**

No, de momento no es necesario.

**3. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?**

En el almacén.

**4. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?**

Si, se trabaja con medidas exactas.

**5. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?**

No, ya que restaría espacio.

**6. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?**

Si, se pudiera crear un sistema que me permita la caída de cierta materia prima sin ocasionar desarreglos. Pienso que sí.

**7. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?**

No.

**8. ¿Podría combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?**

Sí.

**9. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipientes estandarizados?**

No, ya que no pesamos los materiales.

**10. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el suelo?**

Si, las cajas de botellas, las bolsas de cebada. La mayoría de las cajas y bolsas se pilan en el almacén de forma ordenada.

**11. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?**

Todo depende de qué tipo de material vaya a usar.

**12. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?**

Sí.

**13. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?**

Sí.

## **G. Organización del Trabajo**

### **1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?**

Se organizan según la disponibilidad de los tres operarios.

### **2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?**

Si, pequeños tiempos de ocio entre un proceso y otro.

### **3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?**

Los tres operarios ya tienen Conocimiento de cada parte del proceso

### **4. ¿Cómo se consiguen los materiales?**

Por medio de los proveedores.

### **5. ¿Hay control de la hora? En caso de ser afirmativo, ¿Cómo se verifica la hora de comienzo y de fin de la tarea?**

Si, para realizar un lote cerveza se debe contar con un tiempo de 5 horas, haciendo la respectiva limpieza y dejando el local al final del proceso.

### **6. ¿Los materiales están bien situados?**

En cuanto a espacio no, en cuanto a almacén sí.

**7. Si la operación se efectúa constantemente, ¿Cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?**

Antes de comenzar la elaboración de un lote de cerveza se debe ordenar todo, para así no tener descontrol en el proceso,

**8. ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas? ¿Este trabajo podría informatizarse?**

Las asistencias de los operarios, y si podría informatizarse, estamos trabajando en eso.

**9. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?**

No les ha pasado, pero en caso de pasar se debería botar el lote.

**10. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?**

Siempre antes de la realización de un lote se limpian los materiales que se van a utilizar

**11. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?**

No.

**12. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarían y se les dan suficientes explicaciones?**

No, aun no tienen nuevos obreros

**13. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?**

Si, debemos saber porque no realiza la tarea correctamente.

**14. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?**

Sí, siempre y cuando las tareas vayan camino a la producción.

**15. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?**

El sistema de salarios de los operarios es en cuanto a las ventas de cervezas.

#### **H. Condiciones de Trabajo**

**1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?**

No.

**2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?**

Hace falta el resplandor. La persona se adecua al trabajo.

**3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no se podría utilizar ventiladores o estufas?**

Si hay temperatura agradable, y el ambiente es cómodo.

**4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?**

Sí, pero en estos momentos no es de suma urgencia

**5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?**

Sí, manteniendo los equipos.

**6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?**

No, porque tenemos muchas fallas.

**7. ¿Se puede proporcionar una silla?**

No.

**8. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?**

Sí.

**9. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?**

No, porque hay ciertas medidas que hay que resolver.

**10. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?**

Sí.

**11. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?**

No, pues ellos deberían tener sus precauciones.

**12. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?**

No es la adecuada.

**13. ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?**

No.

**14. ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?**

A la hora de realizar los lote de cerveza.

**15. ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?**

Sí, hay unos que si más no todos.

## **I. Enriquecimiento de la Tarea de Cada Puesto**

**1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?**

Monótona.

**2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?**

Si ponen música.

**3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones procedentes o posteriores a fin de ampliarla?**

Sí.

**4. ¿Cuál es el tiempo de ciclo?**

La cerveza artesanal pale ale tiene un tiempo de 5 horas por lote.

**5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?**

Sí.

**6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?**

Sí.

**7. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?**

Sí.

**8. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?**

Depende si él sabe trabajar.

**9. ¿Puede el operario hacer la cerveza artesanal pale ale completa?**

Siempre y cuando este automatizado el proceso.

**10. ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajo?**

Si, lo hacemos constantemente.

**11. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?**

Si, lo hacemos pues hay uno que muele la cebada mientras que el otro hace el hervido y a la vez otro operario está organizando las botellas.

**12. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?**

Sí, cada vez que se realiza un lote de cerveza

**Enfoques Primarios**

- **Propósito de la operación:**

El objetivo es realizar la revisión, registro y distribución de los puestos de trabajo en el proceso de elaboración de la cerveza “Calipso Pale Ale”, para permitir el mejor y más fácil acceso a la misma; permitiendo satisfacer las necesidades de los trabajadores.

- **Diseño de la pieza:**

Para la elaboración de la cerveza se tienen establecidos una serie de pasos que permiten al operario realizar dicha actividad; todas las operaciones tienen una secuencia lógica, y las operaciones no poseen un grado de complejidad demasiado elevado, más sin embargo se debe tener cuidado a la hora de tomar en cuenta los tiempos de cocción y enfriamientos.

- **Tolerancias y especificaciones:**

Luego que se tiene la materia prima y es sometida al proceso, en el proceso existen algunas demoras inevitables, tiempos que se deben cumplir como lo son la cocción (que debe ser justa de 70°C), también en el proceso de macerado, entre otro. Después, la cerveza es identificada con una etiqueta asignada a cada botella la cual proporciona información con respecto a los grados de alcohol, el nombre de la cerveza, los ingredientes principales.

- **Material (ingredientes):**

Para elaborar; agua, cebada, lúpulo, levadura, botella; no es necesario sustituir los ingredientes puesto que es de buena calidad y durabilidad, para considerar cambiarla tiene que ser por una que cumpla con los requerimientos de calidad y las exigencias del dueño de la empresa.

- **Análisis del proceso:**

El proceso de elaboración de la cerveza “Calipso Pale Ale” está conformado por una serie de operaciones como obtención de la malta, moler la malta, hervir agua, mezclado, macerado, recirculación y aspersion, operaciones que realiza el operario de forma manual.

- **Preparación y herramental:**

Las actividades son totalmente manuales, es necesario ordenar preparar y limpiar el sitio de trabajo para reducir los tiempos. Las herramientas de trabajo no poseen un lugar específico, lo que requiere de tiempo adicional y genera demoras. No cuentan con un almacén específico para la materia prima aunque suele estar ordenada.

- **Condiciones de trabajo:**

En cuanto al sitio de trabajo, carecen de espacio a la hora de la elaboración de la cerveza “Calipso Pale Ale”, debido al poco espacio algunas de las operaciones están retiradas del área de concentración de la elaboración y esto conlleva a los largos traslados y a su vez ocasionan demoras en el proceso, las cuales pueden ser evitables con una buena organización del proceso. Es necesario evaluar condiciones ambientales como la temperatura, iluminación y ventilación que afectan el desempeño del operario.

- **Manejo de materiales:**

La cantidad de material a utilizar debe ser preciso, el cual no se encuentra medido o pesado se debe estudiar la posibilidad de tener la materia

prima lista para el proceso y así evitar la demora que esto pueda ocasionar. Se recomienda el uso de guantes a la hora de manejar los productos calientes, lentes, tapa bocas y uniforme apropiado. Estas actividades darán seguridad e higiene al producto.

- **Distribución de la planta:**

La distribución actual de recorrido de la producción es excesiva, es necesario mejorar la disposición de las áreas de las operaciones, es decir, acortar la distancia de los recorridos entre dichas áreas de producción, con el objetivo de acortar las distancias y reducir al máximo las demoras.

## **CAPÍTULO VI**

### **SITUACIÓN PROPUESTA**

#### **Método Propuesto**

El proceso de elaboración de la cerveza Calipso Pale Ale sigue una serie de pasos que ya fueron descritos anteriormente, donde pudimos observar que este proceso no puede ser modificado en cuanto a la realización del mismo. Sin embargo, la metodología actual pudiese ser mejorada, coyunturalmente, en referencia a los traslados dentro del área de trabajo.

Se recomienda realizar el proceso en un lugar apropiado donde se pueda contar con almacenes de materia prima y producto terminado, para así preservar la calidad de los mismos; también, poder distribuir de forma equidistante las áreas para lograr el objetivo de ahorrar el mayor tiempo posible en la elaboración de la cerveza y poder aprovechar al máximo la jornada de trabajo. Además, se sugiere la obtención de equipos de seguridad (tapa boca, lentes, guantes, entre otros) para minimizar el riesgo de accidentes laborales, ya que, los trabajadores deben permanecer en contacto con la mezcla a altas temperaturas y al mismo tiempo prevenir el acceso de bacterias o agentes contaminantes que puedan adulterar el proceso.

Cabe destacar que actualmente no se cuenta con los recursos necesarios para la adquisición del local, debido a la reciente creación de la empresa, sin embargo, la obtención del mismo queda establecida como punto prioritario al contar con dichos recursos.

#### **Descripción de proceso**

Al momento de elaborar la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale” los operadores sanitizan todos los implementos de trabajo (termómetro, densímetro, airlock, botellones, ollas, termo, chapas, botellas) con Star San, un líquido que tiene la función de esterilizar para evitar contaminar la mezcla que estará en contacto con estos. Se procede a escoger la malta, componente que dará color y aroma a la cerveza.

## Agua (preparación)

Los componentes con los que se debe mezclar el agua para la obtención de cerveza son:

- Malta
- Lúpulo
- Levadura

El número de litros de agua dependerá de la cantidad de malta a utilizar (por cada kilogramo de malta se utilizan 3 litros de agua), esta es vaciada en una olla y se calienta en un reverbero provisto especialmente para el proceso hasta alcanzar una temperatura de 70°C, en ese instante se agrega la malta molturada (molida), se va removiendo poco a poco para obtener una mezcla con las características requeridas, luego de haber incorporado la malta la temperatura habrá bajado a unos 66°C; se tapa la olla y se deja macerar durante 60 minutos, mediante este tiempo se debe controlar la temperatura cada 20 minutos, en caso de que se encuentre por debajo de 62°C se debe aplicar calor, removiendo constantemente hasta llegar a los 67°C.

Una vez pasado los 60 minutos se calienta la mezcla a 77°C, al llegar a la temperatura se apaga el fuego y se pasa a la etapa de recirculado y aspersion que dura 15 minutos, en este punto se separa el grano del mosto (mezcla entre malta y agua), el cual se vacía en un termo. Para el recirculado y aspersion se utiliza una bomba y dos mangueras; la primera es conectada al termo y a la entrada de la bomba, la segunda a la salida de la misma, se abre la llave del termo y se enciende la bomba, esta empieza a succionar, filtrando el mosto, al culminar se desconecta la bomba y la manguera que queda pegada al termo es colocada en una olla para que se escurra, a su vez se agrega agua al termo a 80°C para extraer el máximo de azúcar al grano, culminado esto se verifica la cantidad y densidad del mosto; si el mosto posee una densidad por debajo de 10 puntos se elabora la cerveza.

El mosto filtrado es llevado al fuego, cuando empieza a hervir se agrega el lúpulo, se cuentan 55 minutos y se añade clarificante que ayuda a aglomerar ciertas proteínas que se encuentran suspendidas en el mosto hirviendo, de esta manera van a decantar fácilmente y dejará el mosto más limpio y claro; se

deja hervir por 5 minutos más y se apaga el fuego, dejándolo reposar por 10 minutos. En el mosto se puede observar una especie de remolino que indica que todos los desperdicios se van al fondo de la olla. Posteriormente se procede a enfriar el mosto, esta etapa debe ejecutarse aproximadamente en 15 minutos, ya que, la temperatura del mismo debe bajar a 25°C; en este caso se utiliza un sistema de enfriado a contracorriente para ahorrar el mayor tiempo posible. Desde este momento es de suma importancia tener desinfectados todos los implementos que entre en contacto con el mosto para evitar la contaminación de este.

El mosto es vaciado en botellones de agua clarita para proceder a ejecutar la etapa de fermentación, agregándole levadura y azúcar respectivamente con un dosificador para asegurar que sea la cantidad correcta; a los botellones se les coloca un airlock que es llenado con agua, esto permite evitar que entren bacterias no deseadas del ambiente y a su vez la liberación de CO<sub>2</sub> que generan las levaduras durante la fermentación. Luego se pasa al almacenamiento de estos por un periodo de 14 días a temperaturas entre 15°C y 25°C.

Transcurrido este tiempo se procede al embotellado, las botellas y válvula deben estar previamente desinfectadas; el botellón es colocado a una altura mayor que las botellas, se introduce la válvula en el botellón y por efecto de gravedad la cerveza empieza a bajar hacia la botella. Al terminar se procede al taponado (colocar chapas). Las botellas son almacenadas nuevamente a temperaturas entre 15°C y 25°C para que la levadura realice su segunda fermentación.

### **Pedidos**

Debido a la reciente creación de la empresa, quien se encarga de organizar los pedidos es el jefe; este recibe una llamada solicitándole cierto pedido, luego verifica si la cerveza solicitada se encuentra disponible, si lo está, se llega a un acuerdo con el cliente para pautar la fecha en que le será entregado dicho pedido.

## **Diagrama de Procesos**

**Diagrama:** Proceso

**Proceso:** Elaboración de la cerveza artesanal “Calipso Pale Ale”

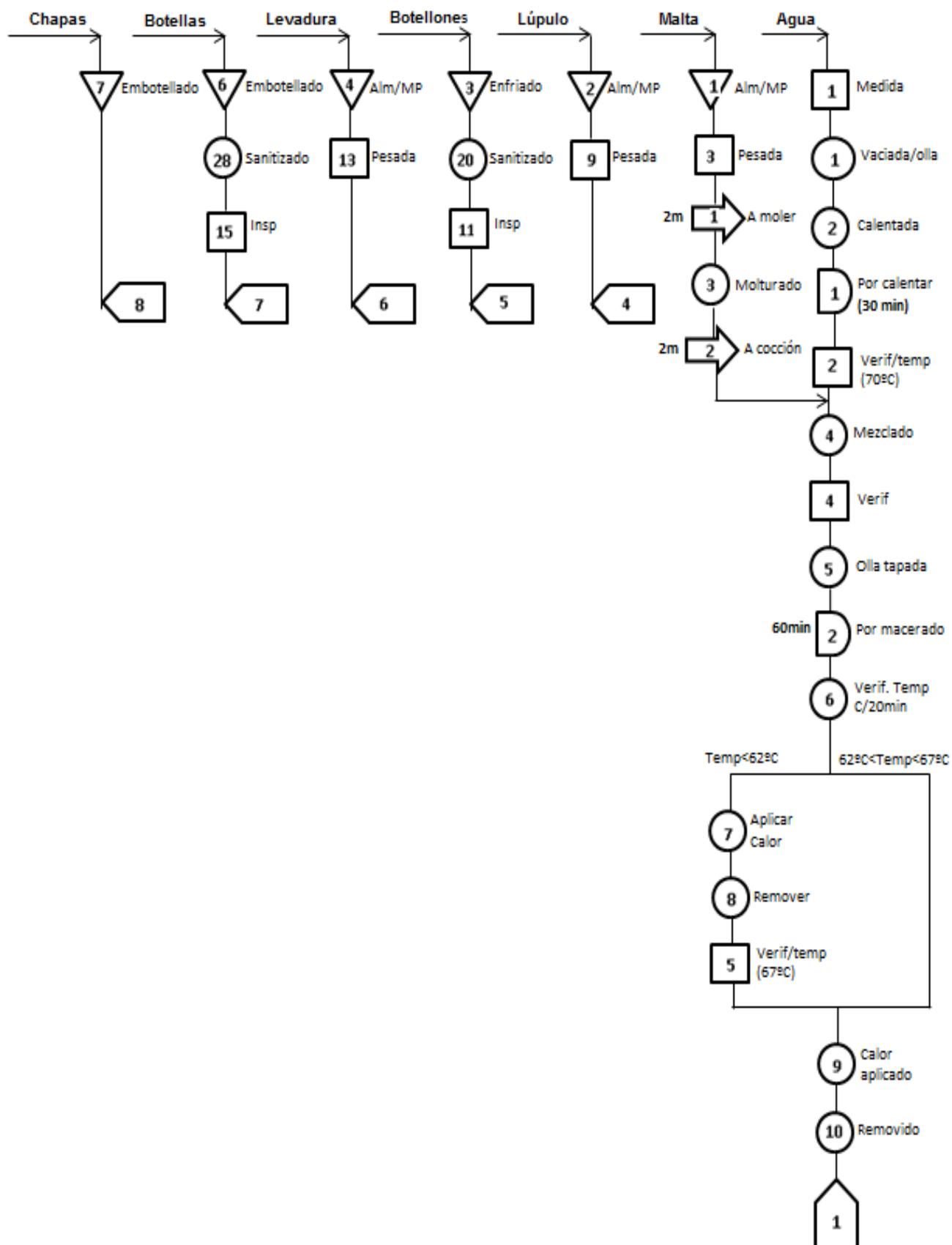
**Inicio:** Medición de litros de agua

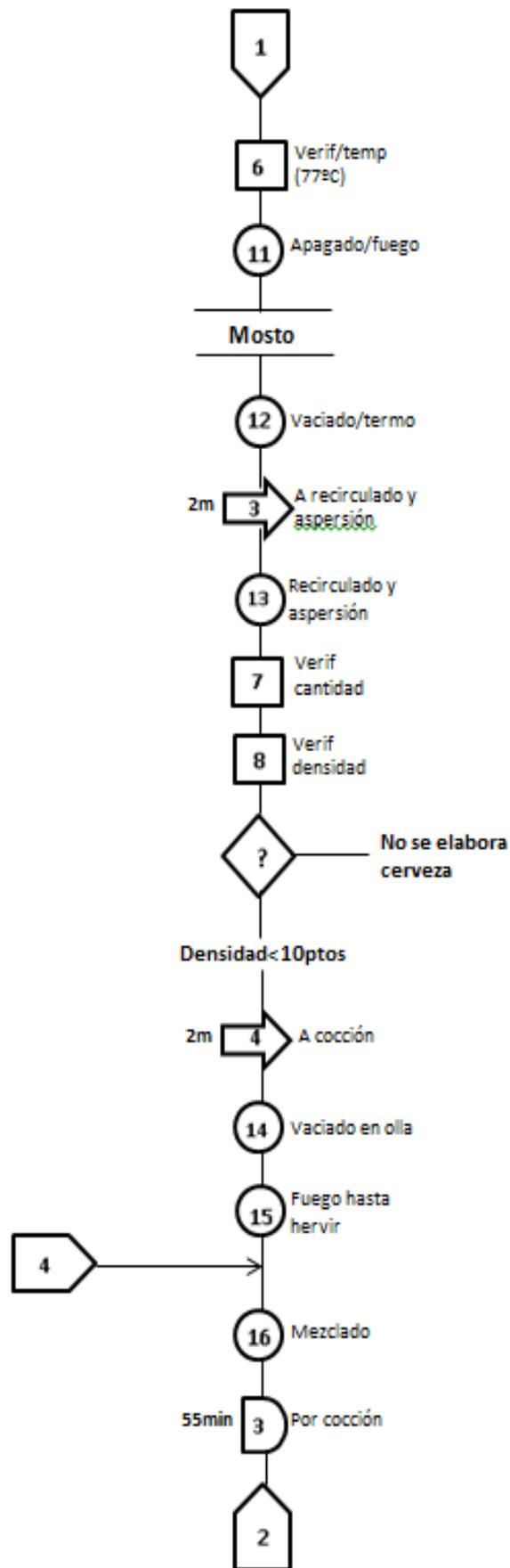
**Fin:** Cervezas en almacén de productos terminados

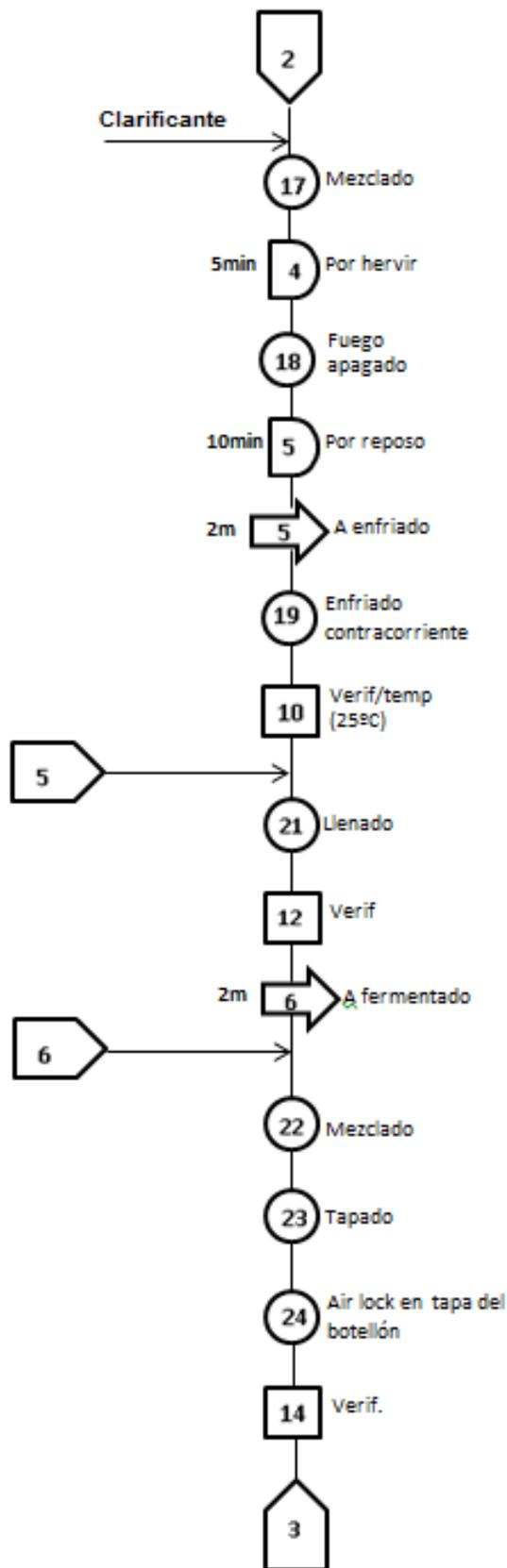
**Fecha:** 27/06/2015

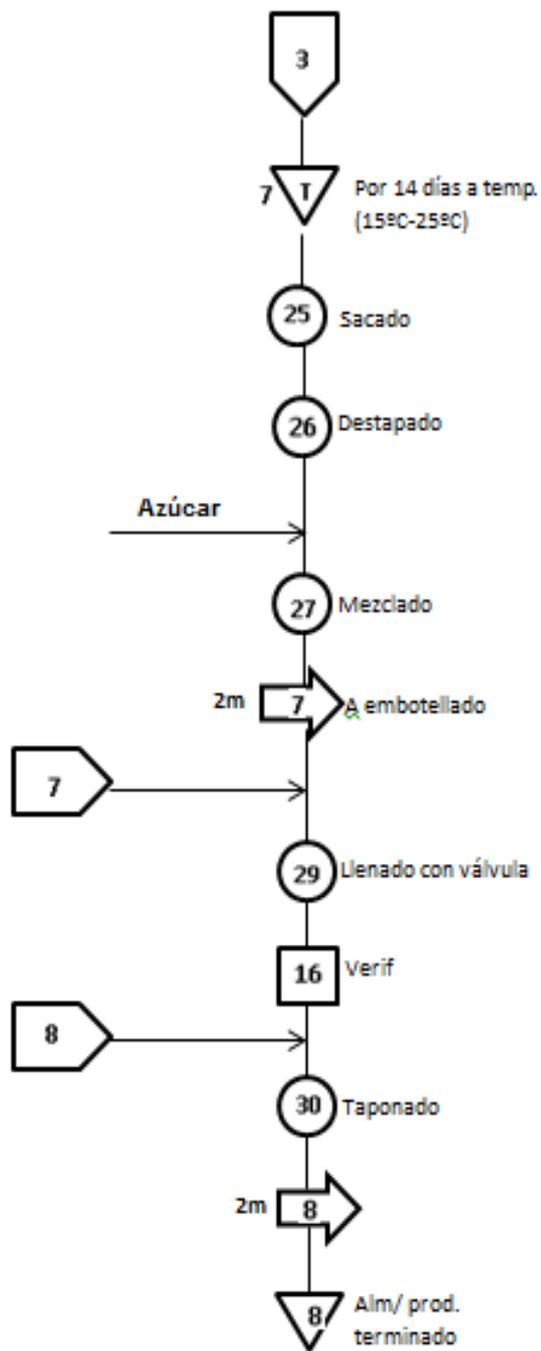
**Método:** Propuesto

**Seguimiento:** Material





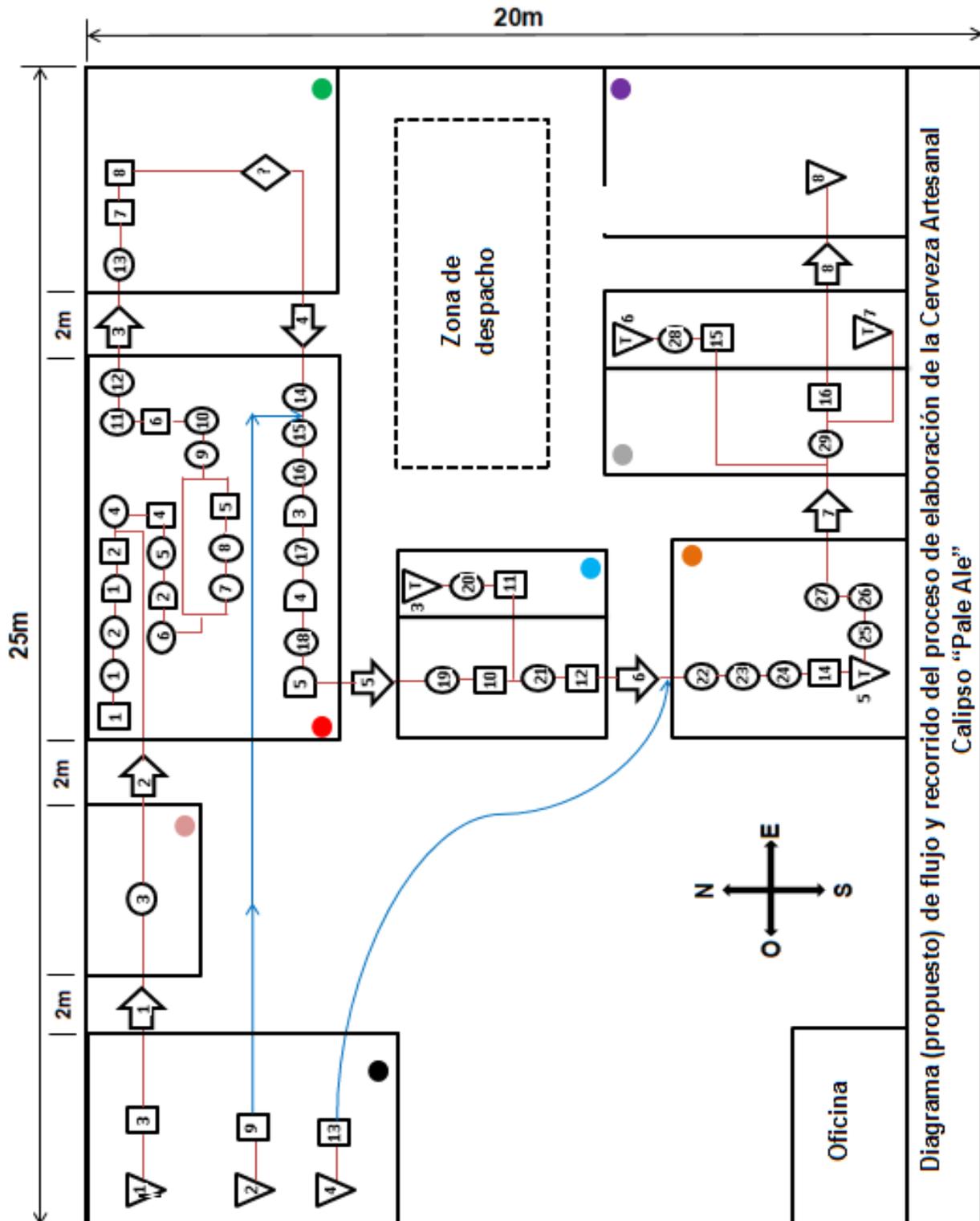




**Resumen:**

	<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
	30	30
	18	16
 5 (30+60+55+5+10)min= 160min	5 (30+60+55+5+10)min= 160min	5 (30+60+55+5+10)min= 160min
 6(3+7+5+5+3+7)m= 28m	6(3+7+5+5+3+7)m= 28m	8(2m)= 16m
	1	1
	7	8
<b>Total:</b>	67	68

**Diagrama de Flujo/Recorrido Propuesto para la Elaboración de la Cerveza Artesanal Calipso "Pale Ale"**



**Diagrama (propuesto) de flujo y recorrido del proceso de elaboración de la Cerveza Artesanal Calipso "Pale Ale"**

## Leyenda:

- Almacén de Materia Prima
- Área de molido
- Cocción
- Recirculado y Aspersión
- Enfriado
- Fermentado
- Embotellado y Taponado
- Almacén de Producto Terminado

## CAPITULO VII

### ESTUDIO DE TIEMPO

En este capítulo se define el elemento para el estudio de tiempo estándar, se explica de manera detallada como está estructurado el mismo, las respectivas muestras para efecto de cálculo (desviación estándar y media muestral), además de ello se realizan los análisis correspondientes para la asignación de tolerancias, cálculo del estadístico t-Student, tiempo por concepto de fatiga, normal y estándar.

Se define como elemento la preparación de la Cerveza Calipso Pale, esta posee sus instrumentos principales como lo son: botellas, sanitizante y pico llenador.

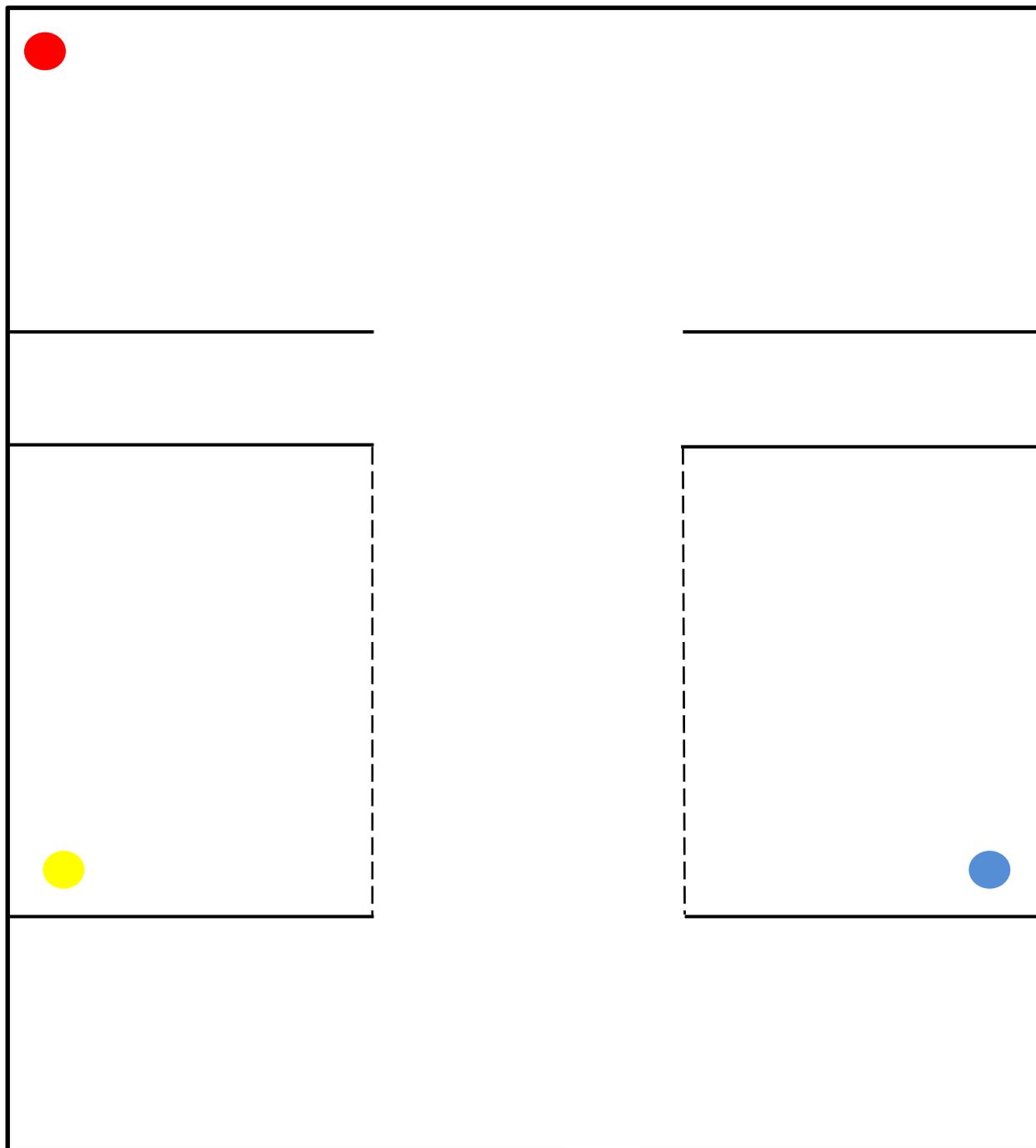
Como ingredientes principales la Malta el lúpulo.

**Tabla 4.** Formato Estudio de Tiempos .Tabla de tiempos para el proceso preparación de pizza margarita (método observación vuelta a cero)

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE</b>													
DEPTO: <u>N/A</u>			SECCIÓN: <u>N/A</u>			ESTUDIO núm: <u>1</u>							
OPERACIÓN: <u>EMBOTELLADO</u> Estudio de métodos núm: <u>1</u>			HOJA núm: <u>1</u>							TERMINO: <u>2:00PM</u>			
INSTALACIÓN/MAQUINA: <u>MESA DE COCINA</u> Núm: <u>1</u>			COMIENZO: <u>1:00PM</u>							TIEMPO TRANSC: <u>1 HORA</u>			
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: <u>CRONOMETRO</u>			OPERARIO: <u>PRINCIPAL</u>							FICHA: <u>N/A</u>			
PRODUCTO/PIEZA: <u>CERVEZA</u> Núm: <u>1</u>			OBSERVADO POR: <u>Mendoza Yiriannys, Becerra Katerin, Rondón Eufemia</u>							FECHA: <u>15/07/2015</u>			
PLANO Núm: <u>1</u> MATERIAL: <u>CERVEZA</u>			COMPROBADO: <u>MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros</u>										
CALIDAD: <u>N/A</u> CONDICIONES DE TRABAJO: <u>REGULAR</u>													
ELEMENTO		TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)										$\sum T$	$\bar{T}$ (s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Embotellado De la cerveza	T	42.66	36.91	44.24	36.89	38.55	41.87	42.67	40.22	40.14	39.07	403.22	40.32
	L	42.66	36.91	44.24	36.89	38.55	41.87	42.67	40.22	40.14	39.07	403.22	40.32

**Fuente:** Registro de datos realizado por los integrantes del grupo

## Plano de la cervecería artesanal Los De Guayana, San Félix-Estado Bolívar



-  Cocina (cocción, embotellado, taponado)
-  Habitación (fermentado, almacenamiento)
-  Patio (molturado, recirculado y aspersion, enfriado)

El tiempo de preparación para el área de llenado, al inicio de la jornada de trabajo de 18000 seg (5 horas) es de 1200 seg (20min). Al finalizar la jornada, el operario emplea 2400 seg (40 min) para ordenar el sitio de trabajo antes de irse. La cervecería artesanal Los De Guayana concede 600 seg (10 min) para concesiones personales repartidas en la jornada efectiva de trabajo.

**Calculando el Estadístico t-student se tiene lo siguiente:**

- Para un nivel de significancia:  $(1-\alpha) = 95\%$ ,  $\alpha = 5\%$
- Debido a que el tamaño de la muestra es 10, se define los grados de libertad:

$$V = 10 - 1 = 9. \quad V: \text{Grados de Libertad}$$

- Para un análisis de 2 colas:

Donde  $T_c(0,05;9) = 2,262$ . (Valor encontrado en la tabla t-student)

- Con los valores de las muestras se procede a calcular la desviación estándar muestral y la media:

$$S = 2,51435 \text{ seg.}$$

$$\bar{x} = 40,32 \text{ seg.}$$

**Calculo de límites inferior y superior para I:**

$$L_{C_s} = \bar{x} + \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 40,32 + \frac{2,262 * 2,51435}{\sqrt{10}} = 42,11853 \text{ seg}$$

$$L_{C_i} = \bar{x} - \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 40,32 - \frac{2,262 * 2,51435}{\sqrt{10}} = 38,52146 \text{ seg.}$$

**Calculo de Im:**

$$I_m = \frac{2 \times t_c \times s}{\sqrt{10}} = \frac{2 \times 2,262 \times 2,51435}{\sqrt{10}} = 3,59706 \text{ seg}$$

El  $l_m$  se compara con el  $l_{cs}$ .

Como  $l_m = 3,59706 \text{ seg} < l = 42,11853 \text{ seg}$ . Se concluye con un porcentaje de 95% de confiabilidad que el tamaño de la muestra es  $n=10$ , y no es necesario realizar lecturas adicionales

### Calculo de tiempo estándar para el llenado

$$TE = T_{ps_{10}} * C_v + \sum Tol.$$

Dónde:

$$T_{ps} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

$$T_{ps_{10}} = \frac{42,66 + 36,91 + 44,24 + 36,89 + 38,55 + 41,87 + 42,67 + 40,22 + 40,14 + 39,07}{10}$$

$$T_{ps_{10}} = 40,32 \text{ seg}$$

### Cálculo del $C_v$ (Calificación de la velocidad):

$$C_v = 1 \pm C$$

Aplicando el método de Westinghouse para determinar la actuación de la velocidad del operador, se tiene los factores evaluados:

**Tabla 5.** Calificación de la Velocidad

Factor	Rango	Clase	Puntuación
Habilidad	B1	Excelente	+0,11
Esfuerzo	C1	Bueno	+0,05
Condiciones de trabajo	E	Aceptable	-0,03
Consistencia	C	Buena	+0,01
<b>Total</b>			<b>0,14</b>

$$C = 0,14$$

$$C_v = 1 \pm C = 1 + 0,14 = 1,14$$

**Nota:** Como el valor del coeficiente de velocidad es de 1.14, significa que el operario presenta una eficiencia del 15% por encima del promedio, en cuanto a la realización de este proceso.

A continuación se define los criterios de selección para el C:

- Habilidad: El operario cuenta con una excelente habilidad al momento del llenado de las botellas con la cerveza “Calipso Pale Ale”.
- Esfuerzo: El operario emplea un esfuerzo físico bueno al momento del llenado con la cerveza “Calipso Pale Ale”.
- Condiciones de Trabajo: Las condiciones de trabajo en la que se encuentra el operario son aceptables, el ambiente es fresco, y no cuenta con mucha iluminación.
- Consistencia: La consistencia del operario es buena, debido a que este lleva un ritmo adecuado durante toda la jornada de trabajo.

### Calculo del tiempo normal (TN)

$TN = Tps_{10} \times Cv$ .                       $Tps_{10}$ : Representa el promedio para las 10 muestras

$$TN = 40,32 \text{ seg} \times 1,14 = 45,9648 \text{ seg}$$

Entonces:

$$TN = 45,9648 \text{ seg}$$

### Asignación de tolerancias

- JT= 5 hr/día (continua)  $\longrightarrow$  18000 seg/día
- NP= 10 min  $\longrightarrow$  600 seg

Nota: La empresa no tiene estandarizado un tiempo determinado para las necesidades personales (NP) de sus trabajadores por lo que se estimó partiendo de las observaciones en cada visita un tiempo de 600 seg (10min).

- TPI= 20 min (acondicionamiento del área de trabajo)  $\longrightarrow$  1200 seg

- TPF=40 min (Tiempo de preparación Final: Limpieza del área de trabajo “cocina” e instrumentos usados) → 2400 seg

El tiempo de preparación final e inicial en este caso son considerablemente altos, ya que, la materia prima y los implementos de trabajo no se encuentran ubicados en un lugar fijo, debido al sitio empleado para la elaboración de la cerveza (domicilio de uno de los operadores).

**Método Sistemático para la asignación de fatiga según la definición de la OIT apoyada conjuntamente con la supervisión de la cervecería.**

**Tabla 7. Concesiones por Fatiga**

Factor	Grado	Puntuación
Temperatura	2	10
Condiciones ambientales	2	10
Humedad	2	10
Nivel de ruido	1	5
Iluminación	2	10
Duración del trabajo	1	20
Repetición del ciclo	3	60
Esfuerzo físico	1	20
Esfuerzo mental o visual	3	30
Posición de trabajo	1	10
<b>Total</b>		<b>185</b>

### Utilizando la tabla de concesiones por fatiga:

Clase: B1

Rango: 185-191

%concesión: 6%

Como se cuenta con una jornada de trabajo de 5Hr y ésta no se encuentra establecida en la tabla de concesiones, se procede a usar la fórmula para encontrar el valor de la fatiga.

$$\%fatiga = \frac{\%conc \times JT}{1 + (\%conc)} = \frac{(0,06) \times (18000)}{1 + 0,06} = 1018,86792 \text{ seg}$$

### Cálculo de la jornada efectiva de trabajo

$$JET = JT - (\sum \text{tolerancia fijas})$$

$$JET = JT - (TPI + TPF)$$

$$JET = 18000 \text{ seg} - (1200 \text{ seg} + 2400 \text{ seg}) = 14400 \text{ seg}$$

Entonces:

$$JET = 14400 \text{ seg}$$

### Normalizando las Tolerancias.

$$JET - (\text{Fat} + \text{NP}) \quad \longrightarrow \quad \text{Fat} + \text{NP}$$

$$\text{TN} \quad \longrightarrow \quad x$$

$$14400 \text{ seg} - (1018,86792 \text{ seg} + 600 \text{ seg}) \quad \longrightarrow \quad 1018,86792 \text{ seg} + 600 \text{ seg}$$

$$45,9648 \text{ seg} \quad \longrightarrow \quad x$$

$$x = 5,82193 \text{ seg}$$

Se Calcula el tiempo estándar

$$TE = TN + \sum \text{tolerancias}$$

$$TE = 45,9648 \text{ seg} + 5,82193 \text{ seg} = 51,78673 \text{ seg}$$

Entonces:

$$TE = 51,78673 \text{ seg}$$

Se puede decir que el tiempo estándar obtenido si tiene sentido, debido a que se aplicó el procedimiento establecido para el cálculo del mismo y además este representa una mínima variación con respecto al tiempo normal atribuido a las tolerancias, ya que estas representan un porcentaje de este último.

## CONCLUSIÓN

Una vez culminado el trabajo de investigación en el área de producción al aplicar las técnicas para el estudio de ingeniería de métodos, se lograron los objetivos generales y específicos planteados al principio de este proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Se visitó la empresa Los De Guayana C.A. y evaluamos el proceso de elaboración de la cerveza Calipso Pale Ale, a través de la observación directa.
2. Identificamos el método actual de trabajo y todas las actividades implicadas en el proceso de elaboración de la Cerveza Calipso Pale Ale.
3. Se identifico las actividades improductivas y productivas con el fin de simplificarlas, reducirlas y en el mejor de los casos eliminarlas.
4. Elaboramos los diagramas de proceso y de flujo y/o recorrido, según el proceso de elaboración de la Cerveza Calipso Pale Ale.
5. Aplicamos las técnicas del interrogatorio y las preguntas de la Cerveza Calipso Pale Ale al operario.
6. Aplicamos el análisis operacional al proceso elaboración la Cerveza Calipso Pale Ale.
7. Construimos un diagrama de proceso que plantea el nuevo método de trabajo.
8. Hicimos el diagrama de flujo y/o recorrido que genera el método propuesto.
9. Definimos la actividad en la empresa, a la cual se le realizo el estudio de tiempo.
10. Determinamos la jornada de trabajo a evaluar.
11. Evaluamos las condiciones de trabajo del operario.
12. Determinamos la calificación de la velocidad del operario a través del método WETINGHOUSE.
13. Aplicamos el procedimiento estadístico para determinar el Tiempo Estándar
14. Determinamos el tiempo normal.
15. Determinamos las tolerancias dada las condiciones de trabajo del operario.
16. Calculamos y normalizamos el Tiempo Estándar del servicio.

## RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron en esta investigación se recomiendan las siguientes acciones:

1. Se planteó hacer un estudio de movimiento y un estudio de tiempo acerca de la realización la Cerveza Calipso Pale Ale, para así aprovechar el poco espacio del que disponen y agilizar la realización de la Cerveza.
2. Establecer un tiempo estándar para el proceso de llenado de la cerveza "Calipso Pale Ale" en la cervecería Los De Guayana, San Félix-Estado Bolívar
3. Tener conocimiento de la calificación de la velocidad con la que trabaja el operario, ya que nos muestra su porcentaje promedio de eficiencia.
4. Analizar las posibilidades de reducir las asignaciones de tolerancias fijas como lo son TPF para así minimizar el tiempo de tolerancias.
5. Realizar el cálculo del tiempo estándar de la operación con el fin de tomar las prevenciones necesarias para mantener una buena productividad.
6. Establecer un tiempo para las necesidades personales de cada trabajador en su respectiva jornada de trabajo.
7. Analizar las posibilidades de reducir las asignaciones de tolerancias fijas como lo son TPI y TPF para así minimizar el tiempo de tolerancias.

## BIBLIOGRAFIA

*La red social*, Instagram: @losdeguana

Monografías (2015). *El centro de tesis, documentos, publicaciones y recursos educativos más amplio de la red*. Recuperado entre Febrero de 2015 y Marzo de 2015, de

<http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>

Rojas de Narváez Rosa (1997). Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación (2da edición ampliada y corregida). Puerto Ordaz, Venezuela.

Turmero, Iván (2015). *Estudio de ingeniería de métodos*. Material de apoyo y clases recibidas en la UNEXPO, Puerto Ordaz entre Octubre de 2014 y Marzo de 2015. Venezuela.

Wikipedia (2001). *Enciclopedia libre*. Recuperado entre Noviembre de 2014 y Marzo de 2015,

[http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n\\_Internacional\\_del\\_Trabajo](http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Internacional_del_Trabajo)

# ANEXOS

v	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.705
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.320	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090

ANEXO 1. TABLA T STUDENT

# ***SISTEMA WESTINGHOUSE***

<u><i>HABILIDAD</i></u>			<u><i>ESFUERZO</i></u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<u><i>CONDICIONES</i></u>			<u><i>CONSISTENCIA</i></u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

**ANEXO 2. SISTEMA WESTINGHOUSE**

<b>CONCESIONES POR FATIGA</b>				CONCESIÓN %xJORNADA EFECTIVA MINUTOS CONCEDIDOS = ..... 1 + CONCESIÓN %			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	... Y MÁS	30	118	111	104	97

**ANEXO 3. CONCESIONES POR FATIGA**

### DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

**A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN**

<b>1. TEMPERATURA</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
<b>2. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

### **ANEXO 4. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA**

<b>3. HUMEDAD</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial
<b>4. NIVEL DE RUIDO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
<b>5. ILUMINACIÓN</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

### **ANEXO 5. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA**

	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.
<b>B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.</b>		
<b>1. DURACIÓN DEL TRABAJO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	<u>GRADO 4.</u>	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
<b>2. REPETICIÓN DEL CICLO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

## ANEXO 6. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
	<u>GRADO 4.</u>	(80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador
<b>3. ESFUERZO FÍSICO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
	<u>GRADO 2.</u>	(40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
	<u>GRADO 3.</u>	(60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

## ANEXO 7. DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA



**ANEXO 8. CRONÓMETRO ELECTRÓNICO**



**ANEXO 9. LOGO DE LA EMPRESA**



**ANEXO 10. EQUIPO DE TRABAJO**

# APÉNDICE

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NUMERO	II - 001
			VIGENCIA	
			FECHA	
CODIGO DE CARGO: No Aplica	CONCESIONES: Fatiga	FECHA <input type="checkbox"/> EFECTIVA <input checked="" type="checkbox"/> REEMPLAZADA		
AREA: Cocina	GERENCIA O DIVISION: No Aplica	PREPARADO POR: Mendoza Yiriannys, Becerra Katerine, Rondón Eufemia		
PROYECTO: Elaboración de la Cerveza Artesana Calipso "Pale Ale"	DEPARTAMENTO O SECCION: No Aplica	REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros		
PROCESO: Embotellado de la Cerveza Artesanal Calipso "Pale Ale"	TITULO DEL CARGO: Operario	APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros		

**PUNTOS POR GRADO DE FACTORES**

FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to.
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>

TOTAL PUNTOS: 185 puntos

CONCESIONES POR FATIGA: 17 min (1020seg)  
(MINUTOS)

**OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)**

TIEMPO PERSONAL: 10 min (600seg)

DEMORAS INEVITABLES: 20min+ 40min (3600seg)

TOTAL CONCESIONES: 87min (5220seg)

**NOTA:** SENALAR CON UNA  LA PUNTUACION CORRESPONDIENTE