



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE  
VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA  
METODOLOGÍA *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) EN UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**

**Daniel Alejandro Monterroso Morales**

Asesorado por la Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada

Guatemala, septiembre del 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE  
VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA  
METODOLOGÍA *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) EN UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DANIEL ALEJANDRO MONTERROSO MORALES**  
ASESORADO POR LA INGA. AURELIA ANABELA CÓRDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DEL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecun Castellanos
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Inga. Milbian Kattina Mendoza Méndez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE  
VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA  
METODOLOGÍA *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) EN UNA EMPRESA  
EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de con fecha 27 de septiembre de 2018.

**Daniel Alejandro Monterroso Morales**

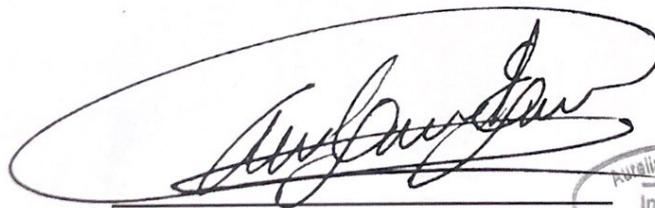
Guatemala 24 de noviembre de 2020

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería

Respetable ingeniero Urquizú

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado: "**ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA METODOLOGÍA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN UNA EMPRESA EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**" desarrollado por el estudiante de Ingeniería Industrial, Escuela de Mecánica Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, **DANIEL ALEJANDRO MONTERROSO MORALES**, quien se identifica con el Documento Personal de Identificación número 3454 71954 0101 y carné número 201403969, y a mi criterio el trabajo cumple con los objetivos propuestos al inicio del trabajo, por lo cual procedo a dar mi aprobación del mismo.

Sin otro particular, Atentamente,



**Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 7141  
Asesora de Trabajo de Graduación





ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.046.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA METODOLOGÍA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN UNA EMPRESA EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Alejandro Monterroso Morales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Renaldo Girón Alvarado  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2021.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.084.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA METODOLOGÍA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN UNA EMPRESA EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Alejandro Monterroso Morales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp

DTG. 424.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARADO EN MANUFACTURA DE VEGETALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN LA METODOLOGÍA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) EN UNA EMPRESA EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario: **Daniel Alejandro Monterroso Morales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
★

Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, septiembre de 2021

AACE/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser el pilar principal en mi vida, todo se lo debo a él.
- Mi padre** Danilo Monterroso quién ha sido mi inspiración a través del ejemplo de trabajo duro, esfuerzo y dedicación, mi guía, mi modelo a seguir, y uno de mis mayores orgullos de toda la vida. Me enseñaste que todo lo que se siembra, se cosecha, pero que se cosecha con humildad, que las cosas en esta vida cuestan, pero tienen su recompensa.
- Mi madre** Verónica Morales quién me ha instruido desde la niñez, me ha formado y guiado por el buen camino, su pasión como progenitora es incomparable. Me has acompañado en cada momento de la vida, me enseñaste que hay que llegar muy alto y que no hay imposibles, eres el vivo ejemplo del cariño y la unión, fuente de amor y la luz que me ilumina siempre.
- Mis hermanos** Ana, Edwin y Diego, quienes quiero mucho, son mi equipo, mi apoyo, ejemplo, compañía y amistad. Las personas con las que contare siempre, estaré siempre para ustedes. Sus

potenciales son inigualables. Siempre me han extendido la mano y me han aportado grandes enseñanzas.

### **Mis abuelitos**

Grandes personas, ejemplares, trabajadoras y admirables son la raíz de lo que hoy somos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Familia**

Por brindarme la fuerza emocional necesaria para terminar este ciclo importante en mi vida, y ayudarme a crecer como persona y como profesional. Porque han sido las personas que me apoyaron y motivaron en el camino de la preparación. Gracias por ser el motor de mi vida y porque hoy en día soy lo que soy por ustedes.

### **Amigos**

Gracias por su apoyo incondicional en todo momento a lo largo de la carrera universitaria, han sido mi respaldo.

### **Inga. Anabela Córdova**

Por su asesoría a lo largo de la elaboración de este texto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN .....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Inicios de la empresa en Guatemala.....	1
1.2. Reseña histórica.....	1
1.3. Actualidad.....	2
1.4. Información general.....	2
1.4.1. Factores.....	2
1.4.2. Ubicación.....	4
1.4.3. Misión.....	5
1.4.4. Visión.....	5
1.4.5. Política de calidad.....	5
1.5. Organización .....	6
1.5.1. Tipo de organización .....	6
1.5.2. Organigrama.....	7
1.5.3. Departamentos .....	9
1.5.3.1. Descripción de los departamentos .....	9
1.5.4. Puestos.....	11
1.6. Cadena de suministro .....	12
1.6.1. Producción de campo.....	12

1.6.2.	Manufactura.....	13
	1.6.2.1.    Procesos.....	14
	1.6.2.2.    Productos.....	15
1.6.3.	Laboratorio.....	15
	1.6.3.1.    Análisis de plaguicidas .....	15
	1.6.3.2.    Microbiología .....	16
	1.6.3.3.    Equipo de laboratorio .....	17
	1.6.3.4.    Liberación positiva .....	20
1.6.4.	Exportación.....	20
	1.6.4.1.    Embalaje.....	20
	1.6.4.1.1.    Caja tote grande .....	21
1.7.	Materiales.....	21
1.8.	Maquinaria.....	22
	1.8.1.    Clase de maquinaria.....	22
1.9.	Mantenimiento.....	23
1.10.	Almacenamiento.....	24
	1.10.1.    Importancia de la refrigeración en los alimentos.....	25
	1.10.2.    Caja tote pequeña .....	25
1.11.	Empaque .....	26
1.12.	Calidad .....	26
	1.12.1.    Estándares de calidad .....	26
1.13.	Inocuidad.....	27
	1.13.1.    Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) .....	27
	1.13.1.1.    Normas de higiene a considerar .....	28
	1.13.1.2.    Equipo para el ingreso a planta.....	29
1.14.	Productividad.....	31
	1.14.1.    Eficiencia .....	33
	1.14.2.    Eficacia .....	33
	1.14.3.    Efectividad .....	34

1.14.4.	Factor tiempo .....	34
1.14.4.1.	Importancia de la reducción de tiempos muertos .....	36
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	39
2.1.	Procesos en el área de manufactura .....	39
2.1.1.	Proceso de preparación.....	39
2.1.1.1.	Preparado .....	40
2.1.1.2.	Procesado.....	40
2.1.1.3.	Individual <i>Quick Frozen</i> (IQF).....	41
2.1.1.4.	Congeladores.....	42
2.1.2.	Haysenn.....	43
2.2.	Generalidades para producir .....	44
2.2.1.	Descarga del producto.....	44
2.2.2.	Análisis de contaminantes .....	44
2.2.3.	Líneas de producción .....	45
2.2.3.1.	Línea 1 .....	45
2.2.3.2.	Línea 2 .....	45
2.2.3.3.	Línea 3.....	46
2.2.4.	Tabulación .....	46
2.2.5.	Cuartos fríos de almacenamiento.....	46
2.2.6.	Envíos y exportaciones.....	46
2.3.	Diagramas .....	47
2.3.1.	Simbología.....	47
2.3.2.	Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) .....	49
2.3.2.1.	Diagrama de operaciones línea 1.....	50
2.3.2.2.	Diagrama de operaciones línea 2.....	53
2.3.3.	Diagrama de flujo del proceso .....	55
2.3.3.1.	Diagrama de flujo del proceso línea 1 ....	55

	2.3.3.2.	Diagrama de flujo del proceso línea 2....	58
2.3.4.		Diagramas de recorrido .....	62
	2.3.4.1.	Diagrama de recorrido área de preparado .....	62
	2.3.4.2.	Diagrama de recorrido área de proceso .....	64
2.4.		Demoras en el tiempo de producción .....	65
	2.4.1.	Análisis microbiológico del producto .....	66
		2.4.1.1. Lavadas de la maquinaria .....	68
		2.4.1.2. Liberación positiva del producto.....	70
	2.4.2.	Blancher.....	70
	2.4.3.	Paro en las máquinas.....	73
	2.4.4.	<i>Stock</i> .....	73
	2.4.5.	Mantenimiento en planta .....	75
2.5.		Mano de obra .....	75
	2.5.1.	Métodos .....	77
	2.5.2.	Herramientas .....	77
3.		PROPUESTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN .....	79
	3.1.	<i>Lean Manufacturing</i> .....	79
		3.1.1. Sistema Justo a Tiempo .....	85
		3.1.2. Herramientas <i>Lean</i> .....	86
	3.2.	Metodología SMED .....	89
		3.2.1. Descripción de la metodología SMED.....	90
		3.2.2. Actividades operacionales.....	94
		3.2.3. Lista de verificación previa .....	95
		3.2.4. Observar y medir .....	96

3.2.4.1.	Filmación completa de la operación de preparación .....	106
3.2.4.1.1.	Recolección de tiempos actuales.....	108
3.2.4.1.2.	Tabla de cambio rápido .....	114
3.2.4.1.3.	Equipo para la recolección de tiempos .....	116
3.2.4.1.4.	Realización del estudio de tiempos .....	119
3.2.4.2.	Creación del equipo de trabajo multidisciplinar .....	128
3.2.4.3.	Elaboración del documento de trabajo .....	133
3.2.5.	Identificación de las operaciones internas y externas .....	134
3.2.5.1.	Separar operaciones internas y externas .....	135
3.2.5.2.	Convertir operaciones internas a externas .....	136
3.2.6.	Optimización .....	143
3.2.6.1.	Refinamiento de aspectos de preparación .....	148
3.2.6.2.	Metodología de cambios rápidos.....	153
3.2.6.3.	Cero despilfarros .....	154
3.3.	Mantenimiento preventivo total .....	156
3.3.1.	Análisis de la maquinaria.....	157
3.3.2.	Plan de mantenimiento de las máquinas .....	158

3.3.3.	Plan de prevención .....	159
3.4.	Modelos de planificación .....	160
3.4.1.	Análisis de restricciones involucradas al programa de producción con base a las demoras de tiempo .....	161
3.4.2.	Balance de líneas .....	163
3.5.	Inocuidad .....	164
3.5.1.	Buenas Prácticas de Manufactura .....	164
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN.....	167
4.1.	Desarrollo y Verificación de las 5´s en la aplicación del SMED .....	167
4.1.1.	Selección .....	168
4.1.2.	Ordenamiento .....	169
4.1.3.	Limpieza .....	172
4.1.4.	Normalización .....	174
4.1.5.	Delegación de respeto.....	177
4.2.	Cálculos del estudio .....	178
4.2.1.	Tiempo estándar.....	183
4.3.	Clasificación del desempeño .....	184
4.3.1.	Desempeño estándar .....	185
4.3.2.	Características de calificaciones razonables .....	187
4.3.3.	Métodos para calificar .....	188
4.3.4.	Aplicación de la calificación.....	188
4.3.5.	Análisis de calificación.....	191
4.4.	Medición del trabajo .....	195
4.4.1.	Tiempos de cambio en la producción.....	197
4.4.2.	Evaluación de despilfarros .....	198
4.5.	Aumento de productividad .....	198

4.5.1.	Eficiencia obtenida.....	199
4.5.2.	Eficacia obtenida .....	200
4.5.3.	Efectividad obtenida .....	201
4.6.	Planes de acción de mejora continua .....	201
4.7.	Trabajo.....	202
4.7.1.	Trabajo a realizar corto plazo .....	202
4.7.2.	Trabajo a realizar mediano plazo .....	202
4.7.3.	Trabajo a realizar largo plazo .....	202
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	203
5.1.	Resultados obtenidos.....	203
5.1.1.	Interpretación .....	208
5.1.2.	Aplicación.....	209
5.2.	Ventajas y beneficios .....	211
5.3.	Acciones correctivas .....	212
	CONCLUSIONES.....	217
	RECOMENDACIONES.....	219
	BIBLIOGRAFÍA.....	221
	APÉNDICE.....	225



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama.....	8
2.	Esquema de un aparato cromatógrafo detector de masas.....	18
3.	Esquema de un cromatógrafo de gases .....	19
4.	Caja tote grande .....	21
5.	Caja tote pequeña .....	25
6.	Máquina Haysenn.....	43
7.	Diagrama de operaciones del proceso línea 1 .....	51
8.	Diagrama de operaciones línea 2 .....	53
9.	Diagrama de flujo del proceso línea 1.....	56
10.	Diagrama de flujo del proceso línea 2.....	59
11.	Diagrama de recorrido área de preparado.....	63
12.	Diagrama de recorrido área de proceso .....	64
13.	Procedimiento de análisis microbiológico .....	66
14.	Cronograma proceso listeria .....	67
15.	Steam Blancher .....	72
16.	Diagrama 5´s .....	78
17.	Ciclo Deming .....	89
18.	Etapas SMED.....	94
19.	<i>Layout</i> .....	105
20.	Sistema Westinghouse.....	112
21.	Cronómetro digital .....	118
22.	Tablilla .....	118
23.	Elementos de preparación .....	128

24.	Salón de conferencias.....	131
25.	Planteamiento de conversión de actividades.....	139
26.	Metodología de cambios rápidos .....	154
27.	Plan de prevención.....	159
28.	Modelo actual de producción .....	160
29.	Modelo actual análisis.....	161
30.	Modelo óptimo .....	162
31.	Curva de aprendizaje .....	191
32.	Modelo adecuado.....	197

## TABLAS

I.	Departamentos y su descripción .....	10
II.	Normas para el ingreso a la planta.....	28
III.	Equipo especial.....	29
IV.	Simbología de los diagramas .....	48
V.	Los 7 + 1 desperdicios .....	83
VI.	Lista de verificación previa.....	95
VII.	Lista de verificación previa.....	96
VIII.	Lista de productos.....	98
IX.	Maquinaria y equipo.....	99
X.	Funciones mano de obra .....	104
XI.	Actividades operacionales .....	107
XII.	Elección de trabajadores .....	110
XIII.	Preguntas.....	111
XIV.	De suplementos .....	113
XV.	Tabla de cambio rápido ( <i>Análisis set up</i> ).....	115
XVI.	Formato de hoja de observaciones .....	115
XVII.	Toma de tiempos 1.1 .....	120

XVIII.	Toma de tiempos 1.2 .....	121
XIX.	Toma de tiempos 1.3 .....	122
XX.	Determinación del estudio de tiempos.....	125
XXI.	Programa de capacitación .....	132
XXII.	Formato de apunte de tiempos .....	134
XXIII.	Operaciones manufactura.....	137
XXIV.	Interno – Externo.....	141
XXV.	Eliminar .....	143
XXVI.	Combinar.....	144
XXVII.	Reducir .....	147
XXVIII.	Simplificar.....	147
XXIX.	Diagrama de <i>Spaghetti</i> .....	149
XXX.	Personal manufactura .....	150
XXXI.	Personal de limpieza.....	151
XXXII.	Personal de control de calidad.....	152
XXXIII.	Totales.....	153
XXXIV.	Ordenamiento 5´s – colocación .....	170
XXXV.	Cartas de información y código de colores.....	171
XXXVI.	Prevención de anomalías .....	173
XXXVII.	Estándares 5´s.....	175
XXXVIII.	Toma de tiempos 2.1 .....	179
XXXIX.	Toma de tiempos 2.2 .....	180
XL.	Toma de tiempos 2.3 .....	181
XLI.	Determinación del estudio de tiempos.....	183
XLII.	Desempeño estándar – Manuel Ramírez .....	186
XLIII.	Desempeño estándar – Víctor Muñoz .....	186
XLIV.	Desempeño estándar – José Mendizábal .....	187
XLV.	Resultados de habilidad y aprovechamiento .....	188
XLVI.	Resultados de esfuerzo e interés .....	189

XLVII.	Resultados de condiciones y circunstancias .....	190
XLVIII.	Resultados de consistencia y grados de variación.....	190
XLIX.	Análisis de calificación de Manuel Ramírez .....	193
L.	Análisis de calificación de Víctor Muñoz.....	194
LI.	Análisis de calificación de José Mendizábal.....	195
LII.	Medición del trabajo .....	196
LIII.	Evaluación de despilfarros.....	198
LIV.	Eficiencia obtenida.....	200
LV.	Eficacia obtenida.....	200
LVI.	Resultados obtenidos con la propuesta .....	203
LVII.	Hoja de evaluación de resultados del área de operaciones de manufactura .....	205
LVIII.	Hoja de evaluación de resultados del área de control de calidad .....	206
LIX.	Hoja de evaluación de resultados del área de limpieza .....	207
LX.	Evaluación de aplicación de la propuesta .....	210

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje



## GLOSARIO

<b>Calificación de la actuación</b>	Es el procedimiento para determinar equitativamente el tiempo necesario por un operador normal para realizar una tarea.
<b><i>Change over</i></b>	El proceso completo de cambiar una línea de producción que fabrica un producto a otro diferente.
<b><i>Change over-time</i></b>	Tiempo transcurrido entre el último producto que se produjo y el primer producto bueno del nuevo modelo a velocidad óptima.
<b>Cronómetro</b>	Aparato empleado para medir el tiempo, concurren normalmente por un mecanismo de relojería que permite ponerse en curso o parar a voluntad.
<b>Delegación de respeto</b>	Consiste en seguir mejorando un ciclo repetido continuamente en el que se dispone de la disciplina para aumentar la productividad.
<b>Desperdicio</b>	Se refiere al “no aporte” de valor al producto. Es decir, es todo proceso que nos cuesta tiempo, coste monetario o recursos, y el cliente no pagará por ello.

<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Es una herramienta que analiza los problemas que básicamente representa la relación entre el efecto de un problema y las posibles causas que lo ocasionan. También es llamada diagrama causa-efecto o espina de pescado.
<b>Diagrama de Spaggethi</b>	Es un diagrama utilizado para medir el desperdicio relacionado al trayecto de trabajadores o materiales.
<b>Estudio de tiempos</b>	Es el método para determinar con la mayor exactitud posible, con base en una cantidad limitada de observaciones, el tiempo requerido de llevar a cabo una tarea específica con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.
<b>Inventario</b>	Es el registro de bienes y elementos ordenados, dejando constancia de la serie de activos que pertenecen a una empresa.
<b>Justo a tiempo (JIT)</b>	También conocida y utilizado con sus siglas JIT, que significan “Justo a tiempo”. Esta filosofía define la manera en que tiene que mejorarse un sistema de producción para entregas de menor tiempo.

<b><i>Kaizen</i></b>	Nacida en Japón, esta filosofía está orientada a la mejora continua de los procesos de gestión para deshacer las principales ineficiencias de las organizaciones.
<b><i>Layout</i></b>	Es la forma en que está representada el área de trabajo, es decir, el diseño que se utilizó para la distribución de los elementos que conforman la zona.
<b>Limpieza</b>	Consiste en eliminar la suciedad de los puestos laborales.
<b>Medición del trabajo</b>	Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, el cual determina el índice de resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operador para finalizar una tarea específica, teniendo en cuenta el seguimiento de un ritmo normal de trabajo a un método predeterminado.
<b>Normalización</b>	Se estandarizan las situaciones “anormales” en “normales” para el proceso.
<b>Operador normal</b>	Operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen comúnmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativa de un término medio.

<b>Ordenamiento</b>	Se organizan los elementos indispensables, es búsqueda de la eficiencia y evitar anomalías.
<b>Preparación</b>	Operaciones requeridas para el cambio de manera anticipada para la realización del bien o servicio. Toda preparación es desperdicio (MUDA), ya que no aporta valor para el cliente.
<b>Preparación externa</b>	Operaciones de la preparación que pueden realizarse con la máquina en marcha.
<b>Preparación interna</b>	Operaciones de la preparación que solo pueden realizarse con máquina parada.
<b>Productividad</b>	Es el nivel o grado de rendimiento con que se invierten los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados.
<b>Selección</b>	Identificar y clasificar los elementos (materiales u objetos) indispensables para realizar el proceso. Los demás materiales innecesarios se eliminan o se separan del proceso.
<b>Set up</b>	Tiempo de preparación de máquinas y cambio de útiles que se emplean para ejecutar un cambio de molde/formato para el siguiente producto.

<b>Sistema Kanban</b>	Sistema de flujo que permite la forma de comunicarse e intercambiar información entre los diferentes operarios, mediante el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante una estrategia <i>pull</i> o estrategia de jalonamiento.
<b>Sobre-procesado</b>	Es realizar más trabajo de lo requerido. Las tareas u operaciones adicionales sobre un mismo proceso es un desperdicio.
<b>Sobreproducción</b>	Es producir más de lo necesario dejando como resultado productos para los que no hay pedido, se clasifica como “el mayor desperdicio”, debido a que éste genera los demás desperdicios.
<b>Tiempo de cambio</b>	Tiempo desde que se fabrica la última pieza del producto saliente, hasta la primera pieza correcta del producto entrante.
<b>Tiempo estándar</b>	Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un operador normal, que desarrolla una velocidad adecuada que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

<b>Tiempo externo</b>	Corresponde a operaciones que se realizan a máquina en marcha, es decir, durante el período en que se produce.
<b>Tiempo interno</b>	Corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada, es decir, en el momento en el que no se está produciendo.
<b>Tiempos de espera</b>	Incluye las esperas de operarios y máquinas por distintos motivos (falta de material, averías, por cuellos de botella) que hacen que la producción sea tardía.
<b>Tiempos externos</b>	Corresponde a las operaciones que se ejecutan con máquina en marcha, es decir, durante el período de producción.
<b>Tiempos internos</b>	Corresponde a las operaciones que se ejecutan a máquina parada.
<b>Transporte</b>	Es mover el material relacionado a un proceso, una distancia mayor de 1.5 metro, entre operaciones dentro de la planta.
<b>Valor añadido</b>	Es todo proceso en el que se añade al producto que se transforma, algo por lo que el cliente paga o está dispuesto a pagar.

## RESUMEN

El mal uso del tiempo en los procesos productivos es un problema frecuente dentro de las organizaciones, y aunque existen herramientas para su reducción, las organizaciones generalmente no las usan porque las desconocen, resistencia al cambio o ausencia de recursos. Los tiempos muertos generan altos costos dentro de la operación y provocan que la productividad no sea la esperada, sin embargo, algunas veces estos costos son absorbidos por otras situaciones diferentes al proceso productivo.

Ante esta necesidad y la incertidumbre de eliminar factores ineficientes que se producen en los procesos de preparación en manufactura de vegetales para el aumento de la productividad, tomando en cuenta los tiempos muertos que conlleva en las diferentes operaciones tanto de máquina, como hombre y que la futura producción y exportación sean efectivas, la presente investigación se realiza con la finalidad de estandarizar el proceso de preparación para la producción de vegetales con base en la metodología *Single Minute Exchange of Die*, la cual introduce un método de reducción de los desperdicios de este sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de un solo dígito de minutos o bien disminuir el tiempo en su mínimo valor, logrando así minimizar el tiempo muerto y limitando restricciones involucradas.

La idea generaliza que cualquier cambio o inicialización de proceso debería optimizarse en su mínimo valor, entendiendo por “cambio” o “*set up*” al tiempo transcurrido de producción de un lote finalizado y válido de una serie, hasta la iniciación de la serie siguiente. Además, se busca la mejora continua para eliminar el déficit de producción dentro de la planta.



## OBJETIVOS

### General

Estandarizar el proceso de preparación en manufactura de vegetales para la optimización de tiempos de producción con base en la metodología *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

### Específicos

1. Estudiar y analizar las diferentes operaciones que conforman el proceso general de preparado en manufactura de vegetales.
2. Realizar un estudio de tiempos, mano de obra y maquinaria en el área de producción.
3. Identificar restricciones de tiempo productivo que delimiten el flujo efectivo del proceso en la preparación de los productos vegetales.
4. Mejorar el *Lead-Time* y aumentar la fiabilidad del proceso de cambio reduciéndolo a cifras de menor dígito de minutos.
5. Determinar las operaciones internas y externas del proceso de preparación en manufactura de vegetales con base al *Single Minute Exchange of Die* (SMED).

6. Diseñar una propuesta metodológica en el área de producción para cumplir con el programa de manufactura de manera eficiente delimitando tiempos muertos o cuellos de botella.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, una de las actividades fundamentales que realiza e innova toda empresa son los procesos de producción, los cuales consisten en la utilización de factores productivos y de *inputs* intermedios para obtener bienes y servicios, los cuales puedan satisfacer las necesidades de los consumidores de la mejor manera posible.

Dado que el entorno competitivo de producción se está ajustando para hacerse más veloz y efectivo, las necesidades de productividad exigen procesos mucho más eficientes y en relación con ello, adaptarse es crear lo necesario, nuevos y mejores procedimientos, al igual que acercarse a las nuevas tecnologías que no obstruyan la absorción de tiempo valioso e inmediatez. De manera que surgen sistemas de producción, como el *Single Minute Exchange of Die* (SMED), mediante la reducción de dígitos de tiempo necesarios para cambiar la manera de operación o preparar éstas a los efectos del siguiente proceso de producción, que hacen posible reducir a su mínima expresión los niveles de inventario, volviendo más flexibles los procesos productivos, reduciendo enormemente los costes e incrementando los niveles de productividad.

Haciendo mención sobre empresas de productos en alimentos, es muy importante que estas, logren aspirar en los mercados más competitivos, teniendo como objetivo primordial la búsqueda y aplicación de sistemas que permitan una alta tasa de productividad de sus productos emprendiendo metodologías clave que tengan como objetivo producir lo máximo y mejor posible.

Con relación a ello, se presenta el actual estudio de investigación, que detalla la identificación a una metodología *Single Minute Exchange of Die* (SMED) óptima para aumentar la productividad en los procesos de una empresa, la cual se dedica a la producción, proceso y exportación de vegetales, manteniendo un estatus de compra estricto del mercado y los mejores controles de producción, calidad y seguridad.

Todo ello con la finalidad de exportar sus productos, con las especificaciones de los clientes y puntualidad en las entregas. Teniendo como resultado una de las estrategias más relevantes para disponer métodos eficientes técnicamente que deben seguirse en el proceso de preparación en manufactura de vegetales para la producción de sus productos finales, en qué proporciones se deben emplear los factores relacionados y como delimitar las restricciones involucradas que intervienen improductivamente.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Inicios de la empresa en Guatemala**

La empresa inicia sus operaciones en la ciudad de Guatemala el 11 de agosto de 1972. Surge como una extensión y parte operativa de mayor capacidad y expansión de mercado de la región nórdica y posteriormente se expande con la segunda Planta el 12 de marzo de 1986. Se dedica a la siembra, cosecha, preparación, y congelado de vegetales y frutas para la exportación fuera del área Centroamericana.

## **1.2. Reseña histórica**

La empresa inicia en Guatemala primordialmente en búsqueda de frijol, sin embargo, busca más alternativas potenciales y decide expandir su mercado a los vegetales. La empresa es responsable de la modificación de la coliflor en Guatemala. Los primeros productos exportados fueron brócoli y coliflor congelados con el método IQF (*Individual Quick Frozen*). La empresa fue pionera en la siembra y exportación de estos en Guatemala. Las zonas de siembra que iniciaron fueron en los alrededores de la empresa, en Carretera a El Salvador, Paraíso, Palencia y Contreras.

La empresa fue absorbida en septiembre de 2003, totalmente por otra empresa afín, continuando en la misma línea de negocio.

### **1.3. Actualidad**

Hoy en día, la empresa es líder siguiendo técnicas modernas de proceso sembrando en casi toda la República de Guatemala desde la Costa Sur hasta la Costa Norte, incluyendo el Altiplano.

Los productos son exportados en diferentes tipos de corte, materiales de empaque y siguiendo los lineamientos que dictan regulaciones internacionales y es así como, actualmente se procesa arveja china, arveja dulce, brócoli, brúselas, coliflor, esparrago, okra, squash, zanahoria y zucchini.

### **1.4. Información general**

La empresa de estudio es un sistema organizado en el que se coordinan e implementan factores de producción, recursos humanos, finanzas, operaciones, administración, calidad, mantenimiento, laboratorio y exportaciones para obtener los fines requeridos.

La planta operativa está conformada por personal profesional y capacitado para cumplir con las funciones principales de gestión en el procesamiento y obtención de productos vegetales.

#### **1.4.1. Factores**

En cuanto a factor producción, se pueden mencionar los elementos requeridos para la producción (materiales naturales o semielaborados, factor trabajo, maquinaria y otros bienes de capital) los productos perecederos. La producción es un pilar fundamental para desarrollar una mejor productividad para la empresa y así competir ante otras; factor financiero, pues permite el

control económico-financiero, fijando las políticas de obtención de fondos, definiendo las inversiones y analizando los costos; factor calidad, el cual debe presentarse para lograr el mayor rendimiento en operaciones y durabilidad, cumpliendo con normas y reglas necesarias para satisfacer las necesidades del cliente; factor mantenimiento, que garantice el óptimo rendimiento de maquinaria e instalaciones, ya que sin un adecuado mantenimiento no permanece la producción por ser uno de los motores de la industria, y debe ser prioridad para alargar la vida útil de sus instalaciones.

Al mismo tiempo, disminuir el número de fallos de estas para que la productividad de los procesos en manufactura sea eficiente y el control de exportaciones que da lugar a diversificar riesgos frente a mercados internos inestables y amortiguar los efectos de problemas macroeconómicos promoviendo la operación y distribución de los productos de la empresa. Además, logran la obtención de precios más accesibles debido a la mayor valoración del producto y de los ingresos de la población en mercados a los cuales se exporta, prolongan el ciclo de vida del producto, mejoran la programación productiva y benefician la imagen en relación con proveedores.

Toda empresa tiene fines, que constituyen la propia razón de su existencia. Los distintos factores que constituyen la empresa se encuentran relacionados para alcanzar fines que se delegan mediante la coordinación de éstas. Sin esa coordinación la empresa no tuviese un fin; se trataría de un grupo de elementos sin conexión entre sí y, por tanto, incapaz de alcanzar objetivos. Esa coordinación hacia un fin la realiza otro factor la cual llamamos administración.

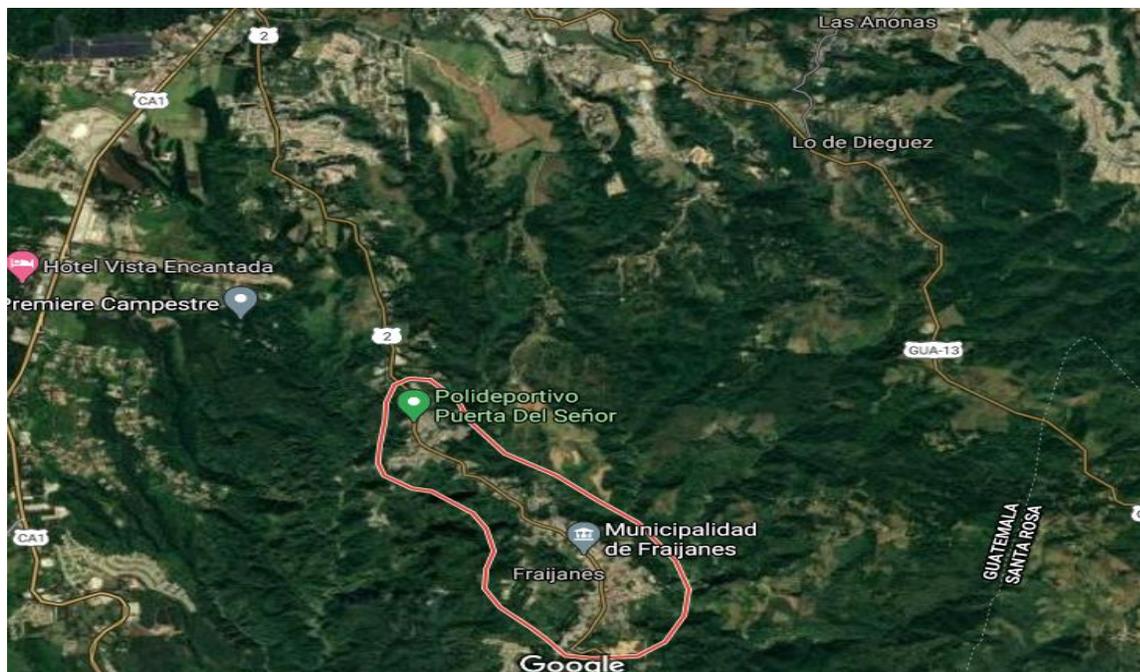
El factor directivo es la implementación de la estrategia para el alcance de los objetivos, organizando todos los factores, manifiesta las decisiones cruciales

en la empresa para que se ejecuten y controla las posibles desviaciones entre los resultados obtenidos y los deseados. En conclusión, se encarga de unir los esfuerzos para conseguir los objetivos globales del sistema empresarial.

#### 1.4.2. Ubicación

La empresa Exportadora de Productos Perecederos se ubica en el municipio de Fraijanes, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Figura 2. Ubicación



Fuente: Google Earth. *Ubicación de la empresa.* <https://bit.ly/3hHcyf2>. Consulta: 1 de septiembre de 2018.

### **1.4.3. Misión**

Somos una empresa que se dedica a la producción agrícola, proceso y exportación de vegetales, con las especificaciones de compra más estrictas del mercado y los mejores controles de producción, calidad y seguridad, todo esto con la finalidad de exportar nuestros productos a cualquier país del mundo, cumpliendo con las especificaciones de nuestros clientes y puntualidad en las entregas<sup>1</sup>.

### **1.4.4. Visión**

“Ser la exportadora de vegetales líder a nivel mundial, adoptando nuevas tecnologías y utilizando procesos de mejora continua; que aumenten nuestra participación de mercado gracias a los altos estándares de calidad, confiabilidad y costos en nuestros productos”<sup>2</sup>.

### **1.4.5. Política de calidad**

La empresa está comprometida a satisfacer y exceder las especificaciones de nuestros clientes. Nuestro compromiso es entregar productos saludables y seguros en el tiempo requerido.

La satisfacción del cliente se logrará a través de productos elaborados en un ambiente de trabajo seguro, por personal motivado y entrenado. Así también, usando materia prima selecta sembrada, cultivada y procesada con técnicas que no dañan nuestro ambiente.

---

<sup>1</sup> Recursos humanos, Empresa Exportadora de Productos Perecederos.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

## **1.5. Organización**

Es la asociación de personas que se relacionan entre sí y utiliza recursos de diversa índole con el fin de conseguir determinadas metas u objetivos en la empresa.

Ésta es una estructura ordenada en donde interactúan y coexisten las personas con diversos cargos (profesionales y operativo), roles o responsabilidades que buscan alcanzar una meta particular. La organización usualmente cuenta con normas (formales o informales) que especifican la posición de cada persona en la estructura y las tareas que debería llevar a cabo.

En sus componentes esenciales, están:

- Grupo de personas que interactúan entre sí.
- Conjunto de tareas o actividades que se realizan de forma coordinada con el fin de alcanzar algún objetivo.
- Objetivos, competencias y metas.
- Recursos o materiales.
- Normas o convenciones que definen la relación de las personas y su rol en la organización.

### **1.5.1. Tipo de organización**

La organización se caracteriza de acuerdo con los siguientes aspectos:

- Según estructura: clasificación formal que es planificada y cuenta con una estructura jerárquica determinada junto con normas de funcionamiento y está definida por la administración central.
- Los cargos y responsabilidades se encuentran detallados en documentos escritos, deben ser conocidos por todos, los organigramas representan la estructura formal de la empresa, los cambios suelen ser un proceso planificado y no constante y el fin es lograr los objetivos marcados.
- Según localización: nacional e internacional por ser subsidiaria de otra empresa extranjera.
- Según tamaño: grande, puesto que presenta gran cantidad de mano de obra, recursos, capital, área de operaciones y volumen de ventas. Además, participa en forma mayoritaria de la producción o comercialización de los productos que maneja, llevan una administración científica, es decir, organiza a profesionales egresados de universidades y personal capacitado y cuenta con grandes recursos de capital que permite estar a la vanguardia en la tecnología, mecanización y automatización de sus procesos productivos.
- Según propiedad: privada.
- Según fin: con o sin fines de lucro.

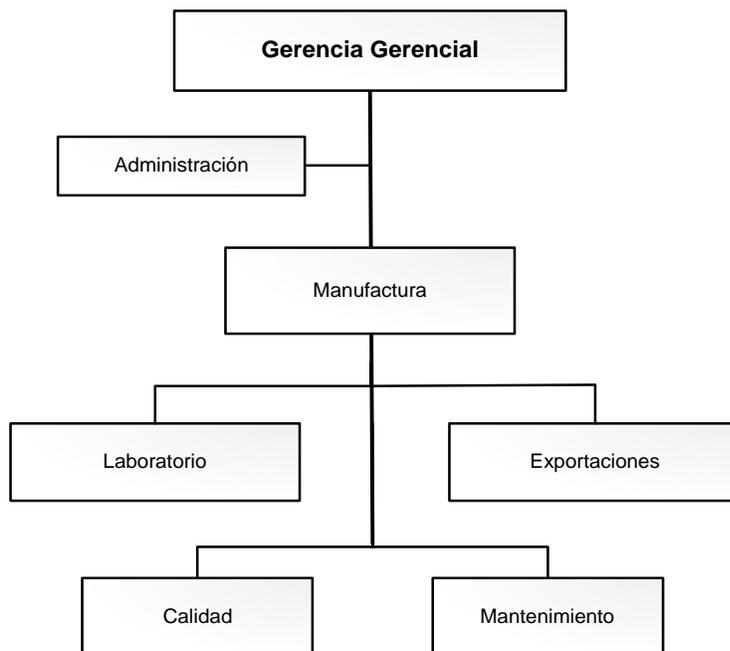
### **1.5.2. Organigrama**

Es el instrumento que utiliza la empresa para plasmar de forma gráfica la estructura que tiene la organización en virtud de:

- Brindar una visión panorámica y de conjunto de la empresa.
- Indicar cómo se reparte el liderazgo en la estructura y si se centraliza o descentraliza la toma de decisiones.
- Indicar los cauces de comunicación de la información a trasladarse.
- Identificar vertiginosamente las relaciones que existen entre cada uno de los órganos o miembros de la empresa.
- Presentar la estructura formal de la organización.
- Conocer fácilmente de quiénes se depende.

La empresa cuenta con organigrama vertical, el cual sitúa en la cabeza de la estructura los órganos que tienen más autoridad, descendiendo en diferentes niveles el resto de los puestos.

Figura 1. **Organigrama**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### **1.5.3. Departamentos**

Son los sectores especializados para una mejor organización de las tareas en la empresa, los cuales trabajan en conjunto y cuentan con gran comunicación para que la empresa tenga éxito con base al negocio.

Los diferentes departamentos de la empresa son indispensables, puesto que las actividades más importantes que se desempeñan para alcanzar los objetivos son precisamente, planteadas, dirigidos y llevadas a cabo por cada uno de ellos. Entre ellos se encuentran:

- Manufactura
- Exportaciones
- Mantenimiento
- Laboratorio
- Finanzas
- Administración
- Recursos humanos
- Calidad
- Dirección general/Operaciones

#### **1.5.3.1. Descripción de los departamentos**

La empresa Exportadora de Productos perecederos se estructura por siete departamentos: el de manufactura, el de exportaciones, el de mantenimiento, el de laboratorio, el de finanzas, el de administración, de recursos humanos y el departamento de calidad. En la siguiente tabla se describe el rol que cumple cada área en la empresa.

Tabla I. **Departamentos y su descripción**

<b>Departamento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Manufactura</b>	<p>Tiene como finalidad, la transformación de materia prima en productos finales.</p> <p>Se encarga de gestionar los diferentes procesos de fabricación en los materiales y de obtener el producto final respecto a la demanda. Es el encargado de la planificación de producción durante la semana.</p> <p>Las decisiones que se toman en este departamento están ligadas a toda la empresa y mayormente relacionadas con factores de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso</li> <li>• Preparación</li> <li>• Capacidad</li> <li>• Inventario</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Fuerza de trabajo</li> <li>• Calidad</li> <li>• Inocuidad</li> <li>• Laboratorio</li> <li>• Mano de obra</li> <li>• Exportaciones</li> </ul>
<b>Exportaciones</b>	<p>Se encarga del cumplimiento de órdenes de acuerdo con las especificaciones del cliente, verificando qué producto y cantidad se requiere. Conoce el sistema legal local, sus aplicaciones y regulaciones en cuanto al comercio interior y exterior, los sistemas de los países o mercados que se apuntan como objetivo, regula la distribución nacional e internacional, reconoce rutas y los canales utilizados, el transporte ideal y las necesidades para la correcta entrega al cliente.</p>
<b>Mantenimiento</b>	<p>Su función es conservar en las condiciones ideales de operación y manufactura los equipos o máquinas que se emplean en una empresa para el proceso productivo. Preserva la calidad del servicio y el valor de esta infraestructura, planifica el mantenimiento predictivo, minimiza costos, planifica para la obtención de repuestos y organiza periodos de mantenimiento.</p>
<b>Laboratorio</b>	<p>Establece control de contaminantes y los analiza en los diferentes procesos y etapas que sufre el producto para así obtener la inocuidad total en la obtención del producto final. Además, brinda herramientas de monitoreo, microbiología, cromatografía, análisis de control de materias primas para la vida útil de los alimentos, entre otros. Es especialista en temas de BPM, HACCP, controles de cédulas y certificación del producto para exportar.</p>

Continuación de la tabla I.

<b>Finanzas</b>	Su función es administrar el recurso monetario para que opere la empresa, puesto que todo bien involucra un costo relativo. Esta administración determina las mejores maneras de cómo obtener los recursos y las formas más eficientes de vincularlos hacia actividades propias de la empresa maximizando su rendimiento. Es decir, la tarea fundamental es garantizar la supervivencia económica de la empresa y promover su desarrollo y crecimiento.
<b>Administración</b>	Las facturas que la empresa recibe y emite son administradas por esta área, liquida los impuestos en las fechas correspondientes, percibe los cobros a sus clientes y realiza los pagos a los proveedores. También ejecuta el pago a planilla de la organización.
<b>Recursos Humanos</b>	Su función es administrar la incorporación de cada individuo dentro de la empresa, se encarga de implementar el proceso y las herramientas necesarias para que cada individuo se adapte a su puesto de trabajo promoviendo la educación y capacitación del mismo en un proceso continuo. Además, gestiona los sueldos, prestaciones y beneficios asignándolos de acuerdo a cada perfil, con base a la ley y las políticas de la empresa procurando la satisfacción de cada uno de los trabajadores.
<b>Calidad</b>	Se ocupa de asegurar el cumplimiento de la política de la empresa, supervisa e implementa las políticas de la empresa a sus productos agregando valor a ellos, para la aprobación del producto final. Participa activamente en los procesos de diseño y mejora continua, realiza los análisis de riesgo y gestiona los programas de inspección para brindar un valor agregado a los productos.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### 1.5.4. Puestos

Son aquellos espacios que las personas ocupan en la empresa para desarrollar algún tipo de actividad o con la cual pueda cumplir algún objetivo para bien de la organización. Estos delegan cierta responsabilidad en virtud del cumplimiento de las metas.

## **1.6. Cadena de suministro**

Es la red que abarca desde el proceso productivo hasta el consumidor. Tiene por función la obtención de los materiales, transformación de estos materiales en productos intermedios, productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores. Esta función estratégica y logística relaciona toda operación que es indispensable para que el producto llegue al cliente en óptimas condiciones.

### **1.6.1. Producción de campo**

Consiste en generar vegetales para consumo humano, se realiza con el fin de obtener productos y beneficios que la actividad agrícola puede generar. Es una de las principales, cruciales y más relevantes actividades para la empresa.

Los productos primarios que se obtienen como parte de la actividad agrícola son posteriormente preparados y procesados para la obtención del producto perecedero final.

Esta producción se realiza en dos horarios que son por el transcurso de la mañana y la tarde, debe ser controlada y coordinada de manera apropiada, conociendo los ciclos de la naturaleza y de los productos a cultivar, así como los factores climáticos que muchas veces pueden hacer perder productividad para la empresa, es por ello, que la planificación de pronósticos por parte de manufactura es crucial en la empresa. Además, se deben considerar elementos como el almacenamiento de los productos ya obtenidos en espacios apropiados y que no permitan que esos productos se echen a perder.

Finalmente, para que la producción de campo sea redituable, la misma debe permitir recuperar las inversiones realizadas y superarlas en virtud de generar ganancias para la empresa.

La producción de campo determina el tipo de suelo que es apto para el tipo de cultivos y plantaciones vegetales. Este trabajo de campo se hace en un lugar que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo, para luego ser cosechados y utilizados en la obtención del producto final, aptos como los solicitan o necesitan los clientes.

Al productor vegetal se le brinda un listado de los químicos que se pueden utilizar en el trabajo de campo, de igual forma, la empresa es quien brinda los insumos, semillas, fertilizantes, entre otros. Esto depende del país al que se pretende exportar.

Otros elementos de la producción de campo que se controlan para considerar trabajo de campo apto para la producción son el pH del suelo, su textura y su conductividad energética. Estos tres, contribuyen a que aquellos cultivos crezcan más efectivamente y sean de mejor calidad, pudiendo ser consumidos por el ser humano sin ningún tipo de problema para la inocuidad alimentaria. Así los productos logran ser de alta duración y resistencia a las posibles inclemencias del tiempo o de otros factores externos.

### **1.6.2. Manufactura**

Es la acción de crear, el producto perecedero (vegetal) que llegará al cliente. Este grupo de operaciones que se emplean en la empresa transforman los insumos (vegetales) en productos terminados o semielaborados (producto vegetal perecedero), con la finalidad de incrementar la utilidad o valor, a través

de una suma de procesos que llevan desde la materia prima hasta el producto final.

Este conjunto de operaciones se encuentra interrelacionadas de forma dinámica y son necesarias para modificar las características de insumos, es decir, los elementos de entrada (vegetales) pasan a ser elementos de salida (productos vegetales perecederos), incrementando su valor para el cliente.

Manufactura es el departamento encargado de la planificación del programa semanal en la producción general y todo el flujo de trabajo en la planta y trabajo de campo, debe realizarse conforme a este programa.

#### **1.6.2.1. Procesos**

Es el conjunto de fases sucesivas donde se configuran uno o más insumos (vegetales) mediante un procedimiento, para generar el producto perecedero.

Los procedimientos relacionados a los procesos son las formas en que se desarrollan las etapas de éstos, es decir, la serie de pasos en los que se apoya el proceso del producto vegetal, en un determinado tiempo y hacia el fin determinado.

Los procesos se dividen en demás subprocesos o partes bien definidas de un proceso general. Los procesos requieren de la consideración de aspectos importantes como es el diseño que se va a utilizar en el desarrollo de productos, así como, en su proceso de fabricación.

### **1.6.2.2. Productos**

Es el resultado que se logra mediante la producción de campo y los procesos de manufactura en vegetales, que permite cumplir con especificaciones determinadas que satisfagan las expectativas del cliente.

### **1.6.3. Laboratorio**

Se encarga del análisis de contaminantes en el producto vegetal por medio de dos partes: Análisis de Plaguicidas y Microbiología. Se monitorea tanto en el trabajo de campo, como en planta, procesos y producto terminado.

También, se encarga de certificar los productos para las futuras exportaciones, certificando solamente aquellos en los que el producto ha sido aceptado dentro de los rangos de aprobación. De no ser aceptado, se cancela el trabajo de campo o la liberación del producto. Se retienen los lotes cancelados para su futura liberación y se analiza cada una de las cajas con el producto.

#### **1.6.3.1. Análisis de plaguicidas**

Los plaguicidas son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan al trabajo de campo. Los plaguicidas pueden degradarse por fenómenos ambientales como sol, tierra, bacterias en el suelo entre otros. Y no por factores industriales como los diferentes procesos que se presentan en manufactura los cuales varían las temperaturas.

En este análisis se unifican las tolerancias según el país de destino y el trabajo de campo, para establecer dependiendo del plaguicida, en qué cultivo, la tolerancia que se utilizará y si está permitido.

Cada país posee ciertos límites de restricción, en Guatemala los límites se basan en el Codex Alimentarius. Las tolerancias se unifican por medio de tres formas más relevantes:

- Peso de la población promedio.
- Consumo diario.
- Tipo de plaguicida (sistémico y de contacto).

Se busca identificar qué plaguicidas son los que están presentes en los productos, para ello existen dos vías:

Sistémico: entra a todo el interior de la planta.

De contacto: en la superficie del producto, éste se puede higienizar más fácilmente.

La idea es verificar y asegurarse, que en el listado que se le brinda al productor de campo y que en el producto terminado se esté cumpliendo con los límites establecidos ya que se envían certificados de análisis por contenedor o envío, y se debe colocar que se está cumpliendo según el trabajo de campo.

### **1.6.3.2. Microbiología**

Su enfoque está basado en el estudio de microorganismos. Se dedica a su clasificación, descripción, distribución y análisis de comportamiento y funcionamiento. En el caso de los microorganismos patógenos, este estudio identifica su forma de infección y los mecanismos para su eliminación.

Dentro de la industria, se contempla el estudio de la ecología microbiana en los alimentos, de los microorganismos de importancia en salud pública y el control de estos a lo largo de las cadenas agroalimentarias. Este análisis es más extenso que el análisis de plaguicidas que se realiza en los controles de planta más puntuales, es decir, en agua, superficies de contacto, superficies ambientales, muestreo de aire, muestreo de aire comprimido, vapor, agua de pozos, prácticas de limpieza y producto terminado.

Se realiza el recuento total de *coliformes* y *E-coli* que son indicadores de higiene.

Realiza análisis de patógenos, como *listeria monosytogenes*, ya que este tipo de bacteria se presenta por ser una empresa que realiza sus procesos y trabajo con mucho ambiente húmedo y agua, salmonella, entre otras más relacionadas con la manipulación de alimentos.

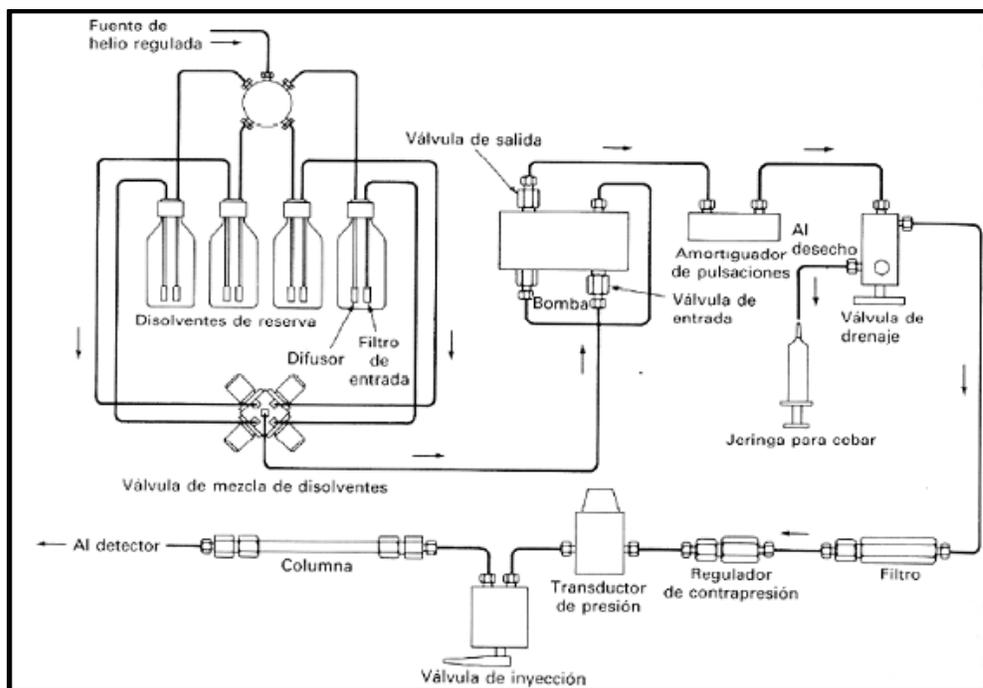
### **1.6.3.3. Equipo de laboratorio**

Son aquellos dispositivos y herramientas con los cuales se interactúa en los diferentes procesos microbiológicos, óptimos para trabajar de acuerdo con los estándares técnicos y de seguridad propios del laboratorio.

Estos deben utilizarse a través de procedimientos de control con el fin de asegurar ensayos y procesos efectivos. Se utilizan dos equipos en la empresa: Cromatografía líquida de alta resolución con detector de masas y cromatógrafo de gases.

Cromatógrafo con detector de masas: es uno de los pocos equipos existentes en Guatemala, con él se permiten llegar a los límites de detección a partes por millón (muy bajos). La LC-MS (cromatografía líquida de alta resolución acoplada a la espectrometría de masas) combina el poder de separación de los materiales de gran peso molecular de la HPLC (cromatografía líquida) y la capacidad de detección selectiva y confirmación de la identidad molecular del espectrómetro de masas.

Figura 2. **Esquema de un aparato cromatógrafo detector de masas**

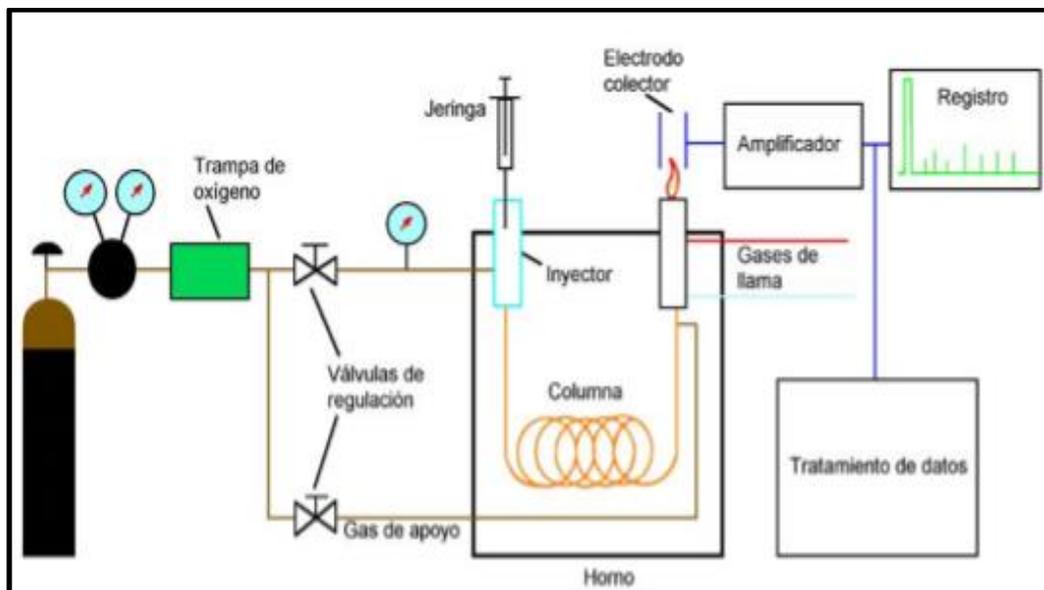


Fuente: Jenrodte. *Tipos de HPLC*. <https://jenrodte.wordpress.com>. Consulta: 2 de septiembre de 2018.

Cromatógrafo de gases: es un equipo que permite una técnica muy utilizada en investigación debido a su alta resolución, sensibilidad y selectividad, también tiene dos importantes campos de aplicación, tiene la capacidad para separar compuestos orgánicos complejos y sistemas bioquímicos.

Por medio de una lista de plaguicidas de interés (alrededor de 65) se obtiene la concentración a través de estándares, no solamente cualitativa, sino también cuantitativamente (La cantidad que se presenta en el alimento vegetal).

Figura 3. **Esquema de un cromatógrafo de gases**



Fuente: Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Cromatografía de gases*.

[http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es\\_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_de_gases.pdf). Consulta: 2 de septiembre de 2018.

#### **1.6.3.4. Liberación positiva**

Es una modalidad que consiste en dar la aprobación al producto que es ideal para su exportación y que es inocuo, libre de patógenos. En este análisis se obtiene la muestra del producto que se está manufacturando. La muestra es obtenida en un período de 2 horas logrando así dar lugar a una muestra compuesta de 4 submuestras conformando una sola en dos horas.

De acuerdo con esta forma se da continuidad a la liberación o retención del producto. Solamente personal de laboratorio (gerente de calidad, directora de laboratorio y coordinadora de laboratorio) tiene la autorización de confirmar esta modalidad.

#### **1.6.4. Exportación**

Cumple con órdenes de acuerdo con las especificaciones del cliente, verificando qué producto y cantidad se requiere. Es el último paso en la cadena de suministro, monitorea la cantidad en inventario disponible en almacenamiento, ya que todo el producto debe ser certificado para su futura exportación, realiza las reservas en las navieras de los diferentes puertos a los que se dirigen y controla el traslado a través de flete marítimo. La empresa es una de las mayores exportadoras de vegetales del país. Las exportaciones en la empresa son un proceso de traslado de bienes (vegetales) del país a otro.

##### **1.6.4.1. Embalaje**

Sus funciones son: proteger el producto, hacer más sencilla la manipulación, otorgar información sobre las condiciones de manejo de los productos, datos legales y composición, entre otros.

#### **1.6.4.1.1. Caja tote grande**

Son cajas hechas de cartón en las cuales se traslada el producto para su protección. Contienen el producto de manera temporal, principalmente para agruparlas llegando al almacenaje y posteriormente en el medio de transporte. En su mayor capacidad puede llegar a tener un peso entre las 1 250 libras.

Figura 4. **Caja tote grande**



Fuente: elaboración propia, instalaciones de la empresa procesadora de alimentos.

### **1.7. Materiales**

Son todos los elementos que se incluyen en la elaboración del producto. Se transforman e incorporan en un producto final.

El producto terminado tiene incluido el proceso de transformación permitiendo la confección del producto final.

Estos se consideran como todos aquellos bienes de la empresa destinados a la transformación mediante un proceso productivo hasta convertirse en un bien de consumo. Los materiales más relevantes en la empresa son:

- Brócoli
- Arveja
- Brúselas
- Coliflor
- Okra
- Squash / Zucchini
- Zanahoria

## **1.8. Maquinaria**

Son las estructuras automatizadas, las cuales se encuentran disponibles con el fin de ayudar y beneficiar en los diferentes procesos manufactureros como de producción de los materiales. En general, las máquinas industriales se definen como todas aquellas herramientas o artefactos que permiten facilitar la creación de algún producto, sea natural o artificial, con el fin de llevarlo al mercado y producir ingresos.

### **1.8.1. Clase de maquinaria**

Se encuentra diversidad de ellas, respecto a funcionamiento, tecnología e implementación; se puede decir que la empresa cuenta con alta gama en cuanto a la clase de máquina que opera como:

- Maquinaria industrial liviana, la cual se caracteriza por encargarse de realizar procesos que son pequeños.
- Maquinaria pesada, la cual es usada para actividades o procesos mucho más complejos y que requieren de mayor fuerza.
- Maquinaria industrial de tipo eléctrico, hidráulico y térmico.

### **1.9. Mantenimiento**

El óptimo funcionamiento de la maquinaria industrial depende principalmente del mantenimiento con un servicio y cambio apropiado de sus piezas de desgaste y de la limpieza general de la misma.

Los procesos de producción, la materia prima, desgastes y el producto terminado afectan la limpieza de las máquinas, esto puede producir riesgos, pérdida productiva, contaminación y varias demoras. La complejidad de acceso a diferentes partes para tareas de limpieza en la maquinaria industrial puede contribuir al desgaste y la suciedad.

Los trabajos de mantenimiento de maquinaria industrial están relacionados con la producción misma, ya que usualmente deben realizarse durante la producción o paros de esta en determinados horarios. Una limpieza eficaz de la maquinaria industrial depende de las condiciones físicas y del mantenimiento preventivo y correctivo que hayan recibido anteriormente.

La limpieza de los equipos es planeada con anticipo y se coordina con todas las áreas involucradas y un equipo multidisciplinario. El equipo y mano de obra calificada y capacitada, así como las medidas de protección necesarias para realizar estos trabajos son indispensables para lograr un mantenimiento general libre de accidentes y una limpieza eficiente.

## 1.10. Almacenamiento

Dentro de este proceso, se proporcionan actividades como colocación, control, completado, producto retenido, merma y producto próximo de entrega antes de la carga a los camiones respectivos. Este se determina en los cuartos fríos de almacenamiento donde todo el producto es almacenado.

En las labores que se relacionan con el almacenamiento se pueden mencionar la carga y descarga de producto, así como el manejo de equipos de transporte interno (montacargas y grúas). Características:

- El almacenamiento eficaz del producto consiste en resguardar los recursos transformados posteriormente en los diferentes procesos.
- Evidenciar detalladamente el inventario y bodega, gracias a las diferentes tareas realizadas en ello, recogen y transmiten informaciones relativas a la calidad de recursos almacenados, cantidad y registro del producto disponible.
- Información temprana del *stock*. En sistema es posible obtener información acerca del agotamiento y sobrepaso del stock, para prevenir la escasez o falta total de recursos.
- Guardar el producto para fines de producción en la empresa.
- Es posible administrar el producto retenido y disponible, para evitar las paradas de producción en la empresa.

### **1.10.1. Importancia de la refrigeración en los alimentos**

La importancia de conservar los alimentos a bajas temperaturas radica principalmente en el adecuado mantenimiento del producto. Esto produce que los microorganismos y la acción enzimática de estos productos sean reducidos considerablemente, demorando su descomposición y deterioro. Además, inhibe el crecimiento bacteriano, las condiciones adecuadas del alimento se mantendrán y se disminuirá la posibilidad de enfermar. Cabe destacar, que la refrigeración no detiene el proceso de descomposición del alimento vegetal, sino que solamente lo retrasa durante algún tiempo que varía dependiendo del tipo de alimento.

### **1.10.2. Caja tote pequeña**

Son el medio en donde se traslada y se almacena internamente el producto en los cuartos fríos de almacenamiento. Estas cajas son especiales para el trabajo con alimentos congelados.

Figura 5. **Caja tote pequeña**



Fuente: UT20. *Caja agrícola*. <http://ut20.com/wp-content/uploads/2014/02/caja-agricola.jpg>.

Consulta: 2 de septiembre de 2018.

## **1.11. Empaque**

Es una parte indispensable del producto el cual contiene, protege o preserva el producto permitiendo que este llegue en las condiciones ideales al consumidor final.

## **1.12. Calidad**

Tiene siempre presente las expectativas del cliente, para satisfacerlas lo mayormente posible, a la vez que se agrega un valor adicional en la organización para una mejora continua y así fortalecer el cumplimiento de los requisitos establecidos.

Regulando la producción, de manera que se produzca de forma ideal en relación con los estándares de calidad establecidos por la empresa. Calidad posee secciones denominadas “tabular”, dentro de las diferentes naves industriales en donde se procesan los materiales. Tabular se encarga de implementar los estándares de calidad.

### **1.12.1. Estándares de calidad**

Estos estándares sirven de filtro entre los alimentos vegetales para que estos sean aptos ante las expectativas del cliente, denominando un control de calidad. La implementación de éstos trata de una actividad reguladora la cual elimina la producción fuera de los límites establecidos.

El objetivo final es cuidar del consumidor y garantizar que todos los alimentos cumplan con las disposiciones de la política de la empresa, así como la inocuidad de estos. Así mismo, este sistema realiza la inspección de análisis

y de actuación que se aplica para dicho control, y que establece, mediante el análisis de muestras representativas, las condiciones generales del alimento que se está sometiendo a control.

### **1.13. Inocuidad**

Son el conjunto de condiciones y medidas requeridas durante la producción y toda la cadena de suministro, sobre todo en la preparación de los alimentos, aseguran que una vez ingeridos estos alimentos no representen riesgo para la salud. La inocuidad busca la ausencia o manejo de niveles seguros y aceptables, de peligro en los alimentos que pueden afectar la salud de los consumidores. Los peligros que se transmiten por los alimentos pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física y con frecuencia son invisibles a simple vista como, por ejemplo: bacterias, virus o residuos de pesticidas.

La inocuidad tiene un papel fundamental para garantizar alimentos seguros en cada etapa de la cadena alimentaria, desde la producción hasta la cosecha, el procesamiento, el almacenamiento, la distribución, hasta la preparación y el consumo. La empresa conoce y cumple la legislación local que garantiza que sus productos alimenticios no afectarán la salud del consumidor.

#### **1.13.1. Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

Son técnicas, métodos, procesos, actividades o incentivos que la empresa delega para hacer más eficaz el alcance de un resultado, o que permite alcanzarlo de forma más simple o con menos complicaciones. Las BPM son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, almacenamiento, transporte y distribución de

alimentos para el consumo, con el objeto de garantizar que los productos sean inocuos.

Las Buenas Prácticas de Manufactura son la herramienta básica para la obtención de productos seguros, se centralizan en la higiene y la forma de manipulación.

- Son útiles para el diseño, desarrollo de procesos y productos relacionados con la alimentación.
- Contribuyen al aseguramiento de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.
- Se asocian con el control a través de inspecciones.

Se aplican en la empresa con la función de que todos los procesos de elaboración y manipulación de alimentos logren la obtención de productos inocuos, constituyendo un conjunto de principios básicos con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución.

#### **1.13.1.1. Normas de higiene a considerar**

Contempla exigencias a fin de evitar y prevenir contaminaciones del producto durante las diferentes etapas de la preparación y el proceso.

Tabla II. **Normas para el ingreso a la planta de producción**

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Mantener una limpieza personal y aplicar buenas prácticas higiénicas.</li><li>• Aplicar un lavado en las manos frotándolas con agua y jabón, cada vez que ingrese o salga de la planta.</li><li>• Limpiar las uñas, antes de iniciar su jornada de trabajo, mantenerlas cortas, limpias y sin esmaltes.</li></ul> |
|---|

Continuación de la tabla II.

- Eliminar el uso del maquillaje (pintura de labios y ojos) mientras se encuentren en el área de preparación y proceso.
- No ingerir alimentos, beber, escupir, ni masticar chicles dentro de los baños y la planta.
- Mantener su ropa de trabajo limpia y utilizarla correctamente.
- Mantener el cabello recogido y cubierto totalmente con la cofia.
- Mantener la indumentaria limpia y usarla correctamente para evitar contaminación.
- Colocar la indumentaria correctamente.
- Lavarse las botas con agua y desinfectante antes de ingresar.
- Mantener los guantes limpios, secos y en buen estado, para evitar enfermedades en las manos.
- Mantener una higiene adecuada con el uso de las botas.
- El personal masculino debe tener el cabello corto, usar su cofia respectiva, dentro de la empresa y estar rasurado.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

### 1.13.1.2. Equipo para el ingreso a planta

Es de suma importancia la seguridad de cada trabajador de la empresa, por lo mismo, el uso adecuado del equipo de protección para el ingreso a la planta se describe en la siguiente tabla.

Tabla III. **Equipo especial**

Bata (para proceso o preparación)	
-----------------------------------	--

Continuación de la tabla III.

Cofia	
Cubre barba	
Mascarilla	
Cubre bota (para bota industrial)	

Continuación de la tabla III.

Bota industrial (preparación)	
Chumpa (cuartos fríos)	
Bota especial de hule (Proceso)	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### 1.14. Productividad

El principal motivo para estudiar la productividad de una empresa es encontrar las causas que la deterioran y una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla.

La productividad describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. Es el grado de rendimiento que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Se denomina un vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materiales, energía, entre otros). La productividad se asocia a la eficiencia y al tiempo: cuanto menos tiempo se invierta en lograr el resultado deseado, mayor será el carácter productivo del sistema en la empresa.

Por medio de la productividad se pone a prueba la capacidad para desarrollar el producto y el nivel en el cual se aprovechan los recursos disponibles. La mejor productividad supone una mayor rentabilidad en la empresa. Algunos de los aspectos indispensables en ello son: la calidad, producción, eficiencia, innovación, tecnología y los nuevos métodos de trabajo.

Conceptos que tienen que ver con la productividad a largo y pequeño plazo. En la empresa, la productividad es fundamental para su crecimiento o aumento de la rentabilidad, así también para alcanzar una buena productividad deben analizarse con detenimiento los métodos utilizados, el estudio de tiempos y un sistema organizado para realizar los costos de operación.

La productividad es rendimiento, ya que la productividad exige un buen manejo de los recursos a fin de conseguir resultados que vuelvan eficiente todas las labores desarrolladas dentro de la empresa, no solo en lo que respecta a la producción, sino también en lo referente a los métodos utilizados y a la relación interna de la compañía.

La forma en la que las empresas pueden medir la productividad es a través de un cálculo en el que se realiza una comparación entre los insumos y los productos, donde la eficiencia es lo que representa el costo por unidad de cada producto.

#### **1.14.1. Eficiencia**

La eficiencia se vincula a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a la meta. Se trata de la capacidad de lograr el objetivo fijado con anticipación en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone llegar a la optimización.

También hace referencia al uso de los recursos que serán los medios de producción que se tienen disponibles y puede llegar a conocerse su nivel desarrollado a través de la relación entre productos resultados (P) y recursos utilizados (R).

Ésta consiste en el logro de las metas que se ha propuesto la empresa utilizando para ello la menor cantidad posible de sus recursos. Obtener resultados de una magnitud importante invirtiendo la mínima cantidad posible en ella, prebendo operar de una determinada forma en la cual todos los recursos se utilicen de la manera más adecuada posible.

#### **1.14.2. Eficacia**

Se refiere al nivel de objetivos conseguidos en determinado plazo, es decir a la capacidad para conseguir lo que la empresa se propone. Ser eficaz es simplemente alcanzar la meta estipulada para la empresa, sin importar el nivel de recursos empleados.

Es decir, por tanto, que la principal diferencia entre eficiencia y eficacia es que la primera sería la que consigue cuando se alcanzan los mismos objetivos, pero utilizándose el menor número posible de recursos. O también cuando se consiguen muchos más objetivos con el mismo número de recursos.

### **1.14.3. Efectividad**

Se puede ser eficiente sin ser eficaz y viceversa, pero si se reúnen ambos, se presenta la efectividad: eficiente porque se ha conseguido utilizar el mínimo de recursos y eficaz porque se logró el objetivo que se había propuesto.

En general, la combinación de eficacia y eficiencia (efectividad) supone la manera ideal de cumplir con los objetivos o metas para la empresa. No solo se alcanzará lo deseado, sino que se habrá invertido la menor cantidad de recursos posibles para el cumplimiento del logro.

### **1.14.4. Factor tiempo**

La gestión del tiempo es muy importante para la planificación de los procesos y las tareas en la organización. Es necesario tener en cuenta factores que garanticen la productividad de la empresa, como el carácter urgente de una actividad, la necesidad (o no) de llevarla a cabo, entre otras.

Cumplir los plazos establecidos contribuye a la satisfacción de la empresa y la de los empleados porque supone alcanzar una meta establecida con antelación.

La relación entre la gestión del tiempo con una mayor o menor productividad laboral es un tema clave para la organización, ya que bastante de ello depende su rentabilidad, el objetivo de toda empresa.

La planificación de las tareas suele ser clave del éxito. Planificar y administrar efectivamente el tiempo implica establecer claramente los objetivos diarios, que deberán ser realizables, específicos, medibles en el tiempo y orientados a la acción.

Al mismo tiempo, el establecer procedimientos y tiempos para delinear claramente cuáles tareas y funciones debe ejecutar cada día la empresa, asistiendo a los miembros del equipo a fijar prioridades en el manejo del tiempo y las funciones a desarrollar, incrementan la eficiencia y la productividad en el logro de las metas, delegando y dividiendo las tareas en los miembros según sus talentos y potencialidades.

El establecer prioridades en las tareas, requiere de especificación y señalamiento en cuanto a su importancia, si es primaria o secundaria y, sobre todo, dejar un margen para lo inesperado, asegurando el cumplimiento de su plazo de entrega.

Es recomendable listar las prioridades de acuerdo con su orden de importancia, enfocados en los trabajos más difíciles y que requieren mucha concentración y conocimiento en los momentos en que los niveles de energía y atención son altos en horas de mayor rendimiento.

#### **1.14.4.1. Importancia de la reducción de tiempos muertos**

Cuando de cambio de herramientas o tiempos de preparación se refiere, no solo cuenta el efecto que ello tiene en los costes vinculados con dichas tareas específicas, sino también los tiempos muertos de producción, el tamaño de los lotes, los excesos de inventarios de productos en procesos y productos terminados, los plazos de entrega y tiempo del ciclo, sino también el prestar mejores servicios, aumentar la cantidad de operaciones y mejorar la utilización de la capacidad productiva.

El tiempo es una variable esencial, la cual debe ser gestionada con suma atención dada la fundamental trascendencia que ella tiene para la satisfacción en la rentabilidad de la empresa. Una serie de condiciones fundamentales a los efectos de poder disminuir los tiempos de preparación, son:

Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.

Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y prepararlos mediante la capacitación y el entrenamiento a los efectos de incrementar la productividad y reducir los costes mediante la reducción en los tiempos de preparación.

Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.

Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos.

Se debe dejar de estar pendiente de métodos ya contruidos, para pasar a crear sus propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento tienen sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual solo se puede contar con un esquema general y una capacidad de creatividad aplicada a los efectos de dar o encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.

- Dar importancia clave a la reducción de los tiempos, tanto de preparación, cómo de proceso global de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción. Por esta razón se constituye su tratamiento en una cuestión de carácter estratégico.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Procesos en el área de manufactura**

Los diferentes procesos que componen el área de manufactura en la producción y preparación general de vegetales se conforman de:

- Preparado
- Procesado

Estos procesos conforman una secuencia en el área productiva para la obtención del producto final, desde que se presenta la materia prima en fábrica, proveniente de campo.

#### **2.1.1. Proceso de preparación**

Se le denomina así al conjunto de procesos en fábrica para la obtención del producto perecedero, es decir, su objetivo es la transformación del alimento para que éste pueda ser preparado para exportar. Para la empresa, que cuenta con el programa semanal de pronósticos de producción realizado por manufactura; este proceso presenta varias restricciones de tiempo, que conllevan a tener demoras en la producción.

Al momento de la producción, cuando existe el cambio de lote en materia prima, se debe tener presente el análisis de la microbiología en la planta, ya que existe gran posibilidad de que el producto no sea inocuo, con base a normas de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados

Unidos (FDA) la cual establece que por cuestiones de cambio de lote en la materia prima vegetal se puedan presentar bacterias contaminantes (patógenos) en la maquinaria que los procesa, por lo cual deben realizarse limpiezas que paran la producción. Estas limpiezas suelen ser muy constantes, ya que la producción es continua y se producen diferentes lotes de materiales.

#### **2.1.1.1. Preparado**

Este proceso consiste en ser la parte inicial para comenzar a producir, es decir, el área de proceso requiere de diversos preparativos para la iniciación de la línea de producción.

Es el primer paso desde que se descarga el producto proveniente de campo, posterior a que los operarios identifiquen producto defectuoso con base a los estándares de calidad y se realicen los cortes respectivos en los vegetales con las características y dimensiones específicas que se establezcan por el departamento de manufactura y a las políticas de la empresa demanda en el producto. Este proceso es delicado, lo cual debe ser un trabajo muy supervisado por los jefes de planta y líderes del área. La inocuidad debe ser asegurada con este proceso.

#### **2.1.1.2. Procesado**

En este proceso la materia prima es tratada o modificada mediante un proceso físico o químico con el fin de mejorar su conservación o sus características organolépticas. El procesado es el conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de producción realizados con el objetivo de garantizar la vida e higiene de los alimentos.

Se parte de que los alimentos son productos perecederos y es necesario que se tengan presentes determinadas condiciones y realizar ciertos tratamientos para que sea posible su conservación.

La misión en este paso es detener la actividad microbiana que deteriore el alimento y no permita su consumo. El procesado es una tarea que se realiza en origen, por regla general, es previa a su comercialización. Este método se caracteriza por la disminución de temperaturas hasta que cesa la actividad de reproducción bacteriana y de vida de los microorganismos, posee además como característica que detiene la descomposición del alimento. Se caracteriza por mantener lo que se denomina cadena del frío.

- Refrigeración: por medio de los cuartos congelados intervalo que va desde los -5 y -10 °C.
- Congelación: es la congelación de los alimentos hasta llegar a temperaturas de -20 °C.
- Ultracongelación: se entiende así a un proceso de congelación que debe alcanzar temperaturas inferiores a -40 °C en un período no mayor de dos horas.

### **2.1.1.3. Individual *Quick Frozen* (IQF)**

La congelación individual rápida (IQF) es un método que posee el área de procesado, el cual consiste en la congelación de la materia prima en tan solo unos minutos de duración. Este procedimiento garantiza, una vez que se haya descongelado el producto, que este conserve toda la textura, valor nutritivo e igual sabor al del producto recién cosechado. Así mismo, para su preservación, el uso de este proceso garantiza que los productos no necesiten de ningún tipo

de químicos o preservantes y que, debido al cambio brusco de temperatura, se reduzca de forma importante la presencia de microorganismos.

La diferencia entre una congelación IQF y una congelación lenta es el tamaño del cristal que se forma. En la primera los cristales de hielo que se forman dentro de las células de los tejidos son de tamaño muy pequeño, lo que evitará que las paredes celulares que conforman los tejidos vegetales se rompan y que al descongelar el producto no haya derrame de fluidos celulares. En una congelación lenta, el tamaño del cristal que se forma es tan grande que rompe las paredes celulares, permitiendo el derrame de fluidos internos y la consiguiente pérdida de sabor, textura y valor nutritivo cuando se descongela el alimento.

Otra de las ventajas que aporta esta congelación, es que se puede descongelar la cantidad de producto deseada y no el bloque entero y no necesita descongelarse para la cocción o preparación, directamente se utilizará en la cocción.

#### **2.1.1.4. Congeladores**

Estos son un equipo de refrigeración acompañado del IQF que comprenden un compartimento aislado térmicamente y un sistema frigorífico, que los ayuda a mantener fríos y hacer más lenta la putrefacción en el producto vegetal. Se mantiene frío por la compresión o por absorción, lo cual permite mantener los productos almacenados en su interior a una temperatura bajo 0 °C, normalmente entre  $-30\text{ °C}$  y  $-4\text{ °C}$ .

Los congeladores son utilizados para almacenar el alimento en estado de congelación y a una temperatura de régimen establecida. La finalidad del congelado es cesar la actividad enzimática propia de todo alimento y evitar, así, su descomposición o alteración en sus propiedades organolépticas, perdiendo así su calidad. Ese cese de actividad enzimática se produce a los  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 2.1.2. Haysenn

Es la máquina que se encarga de embolsar el producto a granel en la empresa. Esta máquina se presenta en un área fría con temperatura de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Figura 6. **Máquina Haysenn**



Fuente: Alibaba. *Envasadora con multicabezas*. [https://www.alibaba.com/product-detail/ENVASADORA-CON-MULTICABEZALES\\_156119587.html](https://www.alibaba.com/product-detail/ENVASADORA-CON-MULTICABEZALES_156119587.html). Consulta: 5 de agosto de 2018.

## **2.2. Generalidades para producir**

Son el conjunto de actividades que se conforman en cada uno de los ámbitos requeridos para el flujo continuo de la producción en la empresa. Esto quiere decir, que, si uno de estos ámbitos no cumple su función, no es posible la producción. Las más relevantes que se conforman son:

- Descarga del producto.
- Análisis de contaminantes.
- Líneas de producción.
- Tabulación.
- Cuartos fríos de almacenamiento.
- Envíos por medio de exportaciones.

### **2.2.1. Descarga del producto**

Desde la llegada del producto proveniente del trabajo de campo, éste es descargado por la mano de obra y procede a ingresarse en los cuartos fríos de almacenamiento, en estos cuartos son almacenados a una temperatura de -10 °C para posteriormente ser introducidos al área de preparado.

### **2.2.2. Análisis de contaminantes**

Los realiza el departamento de laboratorio, tanto en trabajo de campo, como en planta, para mantener la seguridad alimentaria de sus productos. Estos son análisis de plaguicidas y microbiología, que se implementan a través de planes de muestreo desarrollados para productos alimenticios. Esto debido a que existe el crecimiento microbiano y contaminación en los alimentos, es decir, los microorganismos se presentan habitualmente.

### **2.2.3. Líneas de producción**

Son las líneas que preparan y procesan el producto, estas se ubican en el área de preparado, procesado y producción a granel. La empresa las comprende como el conjunto de operaciones secuenciales que se organizan para la fabricación del producto. En el área donde están ubicadas las líneas de producción se debe ingresar con el equipo especial designado.

#### **2.2.3.1. Línea 1**

La conforma el área de preparado y procesado, en esta línea se preparan los productos vegetales de acuerdo con las especificaciones programadas durante la semana por parte de la dirección en el departamento de manufactura. La mano de obra realiza actividades operando continuamente mientras las máquinas transportadoras desplazan el producto vegetal, para después ser procesado. El producto se prepara descontaminándolo a grandes temperaturas térmicas a más de 80 °C.

#### **2.2.3.2. Línea 2**

De igual forma que la Línea 1, esta se ubica en el área de preparado y procesado, paralela a la línea ya antes mencionada. En esta línea también se preparan los productos vegetales de acuerdo con las especificaciones programadas durante la semana por parte de la dirección en el departamento de manufactura. La mano de obra realiza actividades operando continuamente mientras las máquinas transportadoras desplazan el producto vegetal, para después ser procesado. El producto se prepara descontaminándolo a grandes temperaturas térmicas a más de 80 °C.

### **2.2.3.3. Línea 3**

Esta línea la conforma la producción a granel, en donde la temperatura está a -10 °C.

### **2.2.4. Tabulación**

Permite que los estándares de calidad sean aplicados al producto con base a las políticas de la empresa y especificaciones del cliente y verifica que el producto sea como lo demanda la gerencia del departamento de manufactura.

En esta área se realiza toda clase de mediciones en comparación con el producto que se desea adquirir, todo ello a través de la aplicación de planes de muestreo que garanticen la efectividad de la calidad en cada lote. Si no se obtiene la medición ideal, este es desechado.

### **2.2.5. Cuartos fríos de almacenamiento**

Son los sótanos en donde se resguarda el producto a muy bajas temperaturas antes de ser cargados a los camiones de traslado. Estos cuartos pretenden conservar las propiedades de los alimentos lo más ideales posibles antes de llegar al cliente.

### **2.2.6. Envíos y exportaciones**

Conforman el sistema en el que se determina, qué producto está disponible en inventario y qué producto debe ser enviado a los clientes, de acuerdo con los pronósticos y programación de manufactura.

Además, supervisan las actividades diarias y prevén los requerimientos del cliente, manteniendo una buena relación con el mismo. Esta área determina en el sistema todo el inventario de producto que se posee de cada material.

### **2.3. Diagramas**

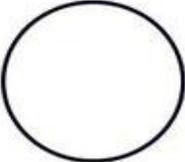
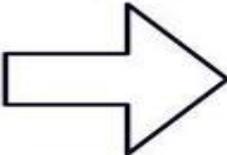
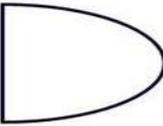
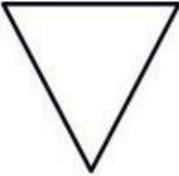
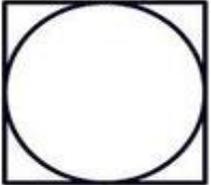
La empresa posee diagramas que sirven como herramienta de análisis en representación gráfica de los pasos que las líneas de producción siguen en secuencia de actividades al procedimiento implementado dentro de ellas. Al usar estos símbolos, se simplifica la información de las líneas de producción y es más sencillo su análisis de estudio.

Estos diagramas son uso de la ingeniería que utiliza la empresa por medio de un gráfico que puede ser simple o complejo, con pocos o muchos elementos, que crea sencillez y eficiencia de la comunicación e información de un proceso o un sistema determinado.

#### **2.3.1. Simbología**

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

Tabla IV. **Simbología de los diagramas**

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<p style="text-align: center;">OPERACIÓN</p> 	<p>Ocurre cuando se modifican las características de un objeto o se le añade algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también sucede cuando da o se recibe información o se planea algo.</p>
<p style="text-align: center;">INSPECCIÓN</p> 	<p>La inspección se produce cuando las unidades del sistema productivo son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas en relación con la calidad o cantidad, sin que esto constituya cambio alguno en las propiedades de la unidad. Todo ello en verificación de sus características.</p>
<p style="text-align: center;">TRANSPORTE</p> 	<p>Transporte es el movimiento del material personal u objeto de estudio desde una posición o situación a otra. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del banco o de la máquina donde se efectúa la operación, aquel movimiento efectuado para obtener el material antes de la operación, y para depositarlo después de la misma, se considera parte de la operación.</p>
<p style="text-align: center;">DEMORA</p> 	<p>La demora se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada. La demora puede ser evitable o no.</p>
<p style="text-align: center;">ALMACENAMIENTO</p> 	<p>El almacenamiento se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, esperando una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.</p>
<p style="text-align: center;">ACTIVIDAD MIXTA</p> 	<p>Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo elemento en un mismo lugar de operación, se combinan los símbolos de tales actividades. Para efectos de numeración cada actividad debe enumerarse de manera independiente.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

### **2.3.2. Diagrama de operaciones de proceso (DOP)**

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en el proceso de manufactura implementado en las líneas de producción de la empresa, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado, para posteriormente ser exportado.

Este diagrama muestra la entrada de todos los componentes y acciones que se toman en ello. De la misma manera muestra detalles de diseño tales como partes, tolerancias y especificaciones, el diagrama del proceso operativo ofrece detalles de la manufactura que se lleva a cabo para la obtención de los productos finales.

Se utilizan dos símbolos para construir el diagrama de operación de proceso operativo: el círculo que representa la operación y el cuadrado que representa una inspección. Una operación se lleva a cabo cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente, o cuando se estudia o se planea antes de que se realice cualquier trabajo productivo en los materiales en dicha parte.

Una inspección se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar, en este caso para examinar la materia prima o el producto. Las líneas verticales indican el flujo general del proceso a medida que se realiza el trabajo, mientras que las líneas horizontales que alimentan a las líneas de flujo vertical indican materiales ensamblados.

Los materiales que son extraídos se representan mediante líneas horizontales de materiales y se dibujan a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los materiales de ensamblado se muestran mediante líneas horizontales dibujadas a la izquierda de la línea de flujo vertical.

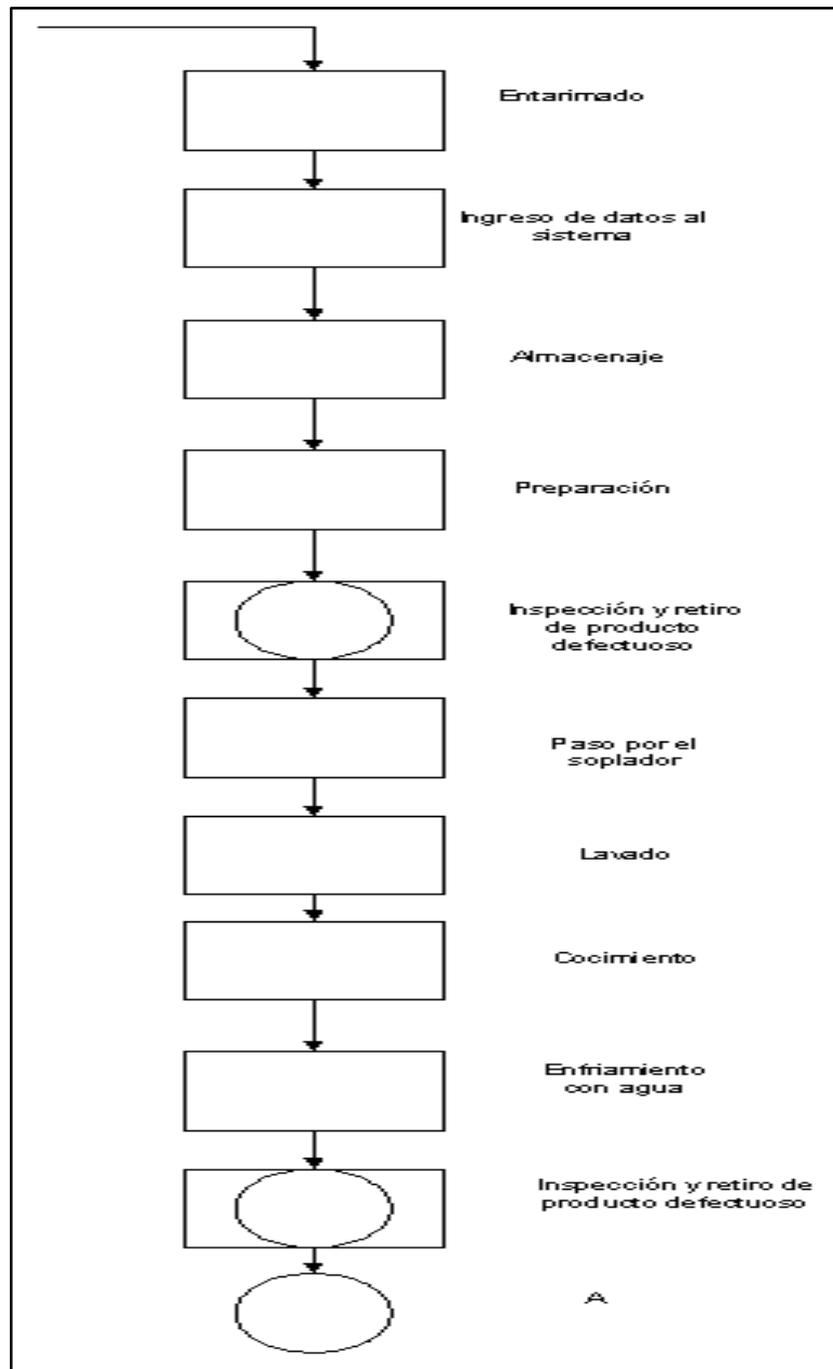
En general, el diagrama del proceso operativo se construye de tal manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de materiales horizontales no se crucen. Si es estrictamente necesario el cruce de una línea vertical con una horizontal, se debe utilizar la convención para mostrar que no se presenta ninguna conexión; esto es, dibujar un pequeño semicírculo en la línea horizontal en el punto donde la línea vertical lo cruce.

En este diagrama solo se registran las principales operaciones e inspecciones para comprobar la eficiencia de aquellas, sin tener en cuenta quién las efectúa ni donde se llevan a cabo.

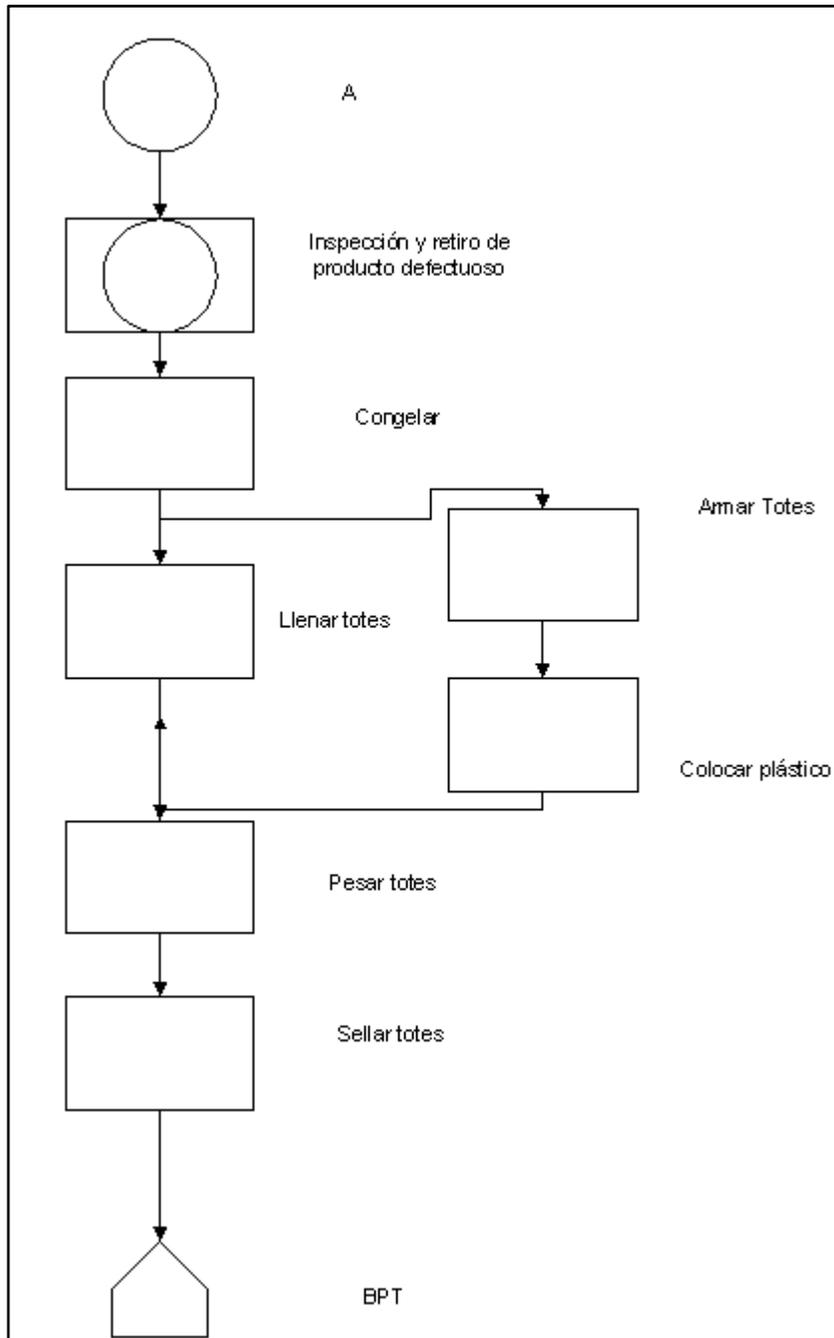
### **2.3.2.1. Diagrama de operaciones línea 1**

En el siguiente diagrama se presentan las operaciones del proceso línea 1 de la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso línea 1



Continuación de la figura 7.

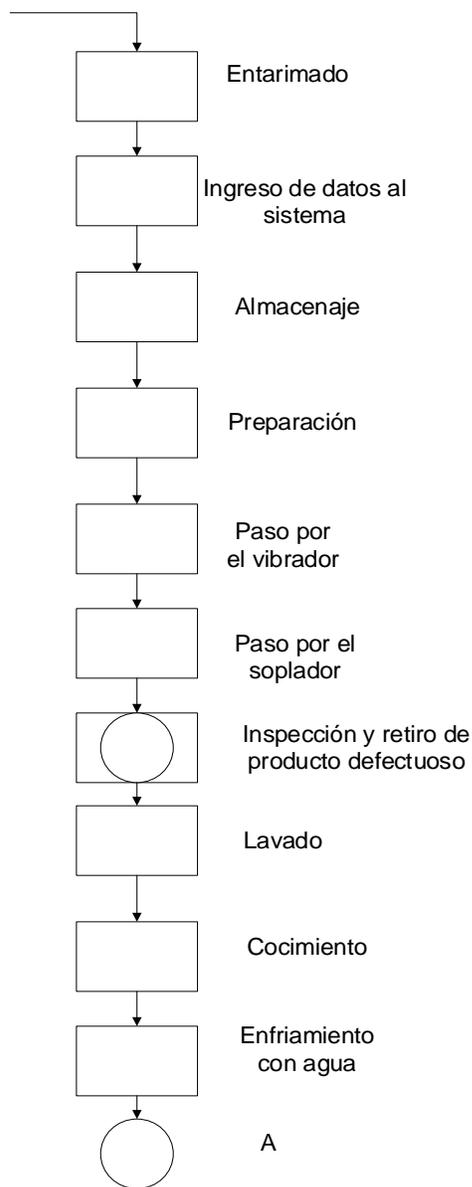


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

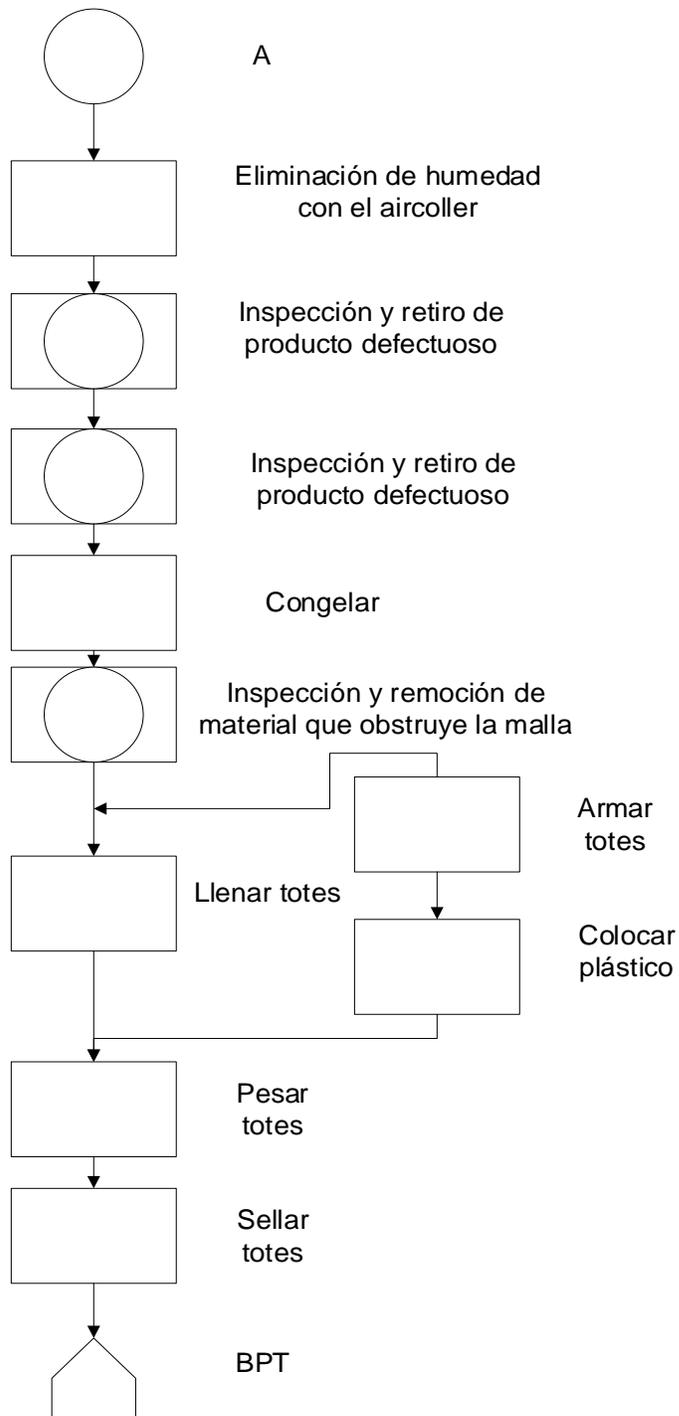
### 2.3.2.2. Diagrama de operaciones línea 2

En la siguiente figura se presenta la descripción de las operaciones de la línea 2 de la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

Figura 8. Diagrama de operaciones línea 2



Continuación de la figura 8.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### **2.3.3. Diagrama de flujo del proceso**

Los diagramas de flujo de procesos, conocido también como DAP son un tipo de diagrama de flujo que representan las relaciones entre los principales componentes de manufactura llevados a cabo en las líneas de producción. Se usan ampliamente en el ámbito de la ingeniería de procesos de la empresa. Se usan para documentar o mejorar el proceso o modelar uno nuevo. En función de su uso y contenido.

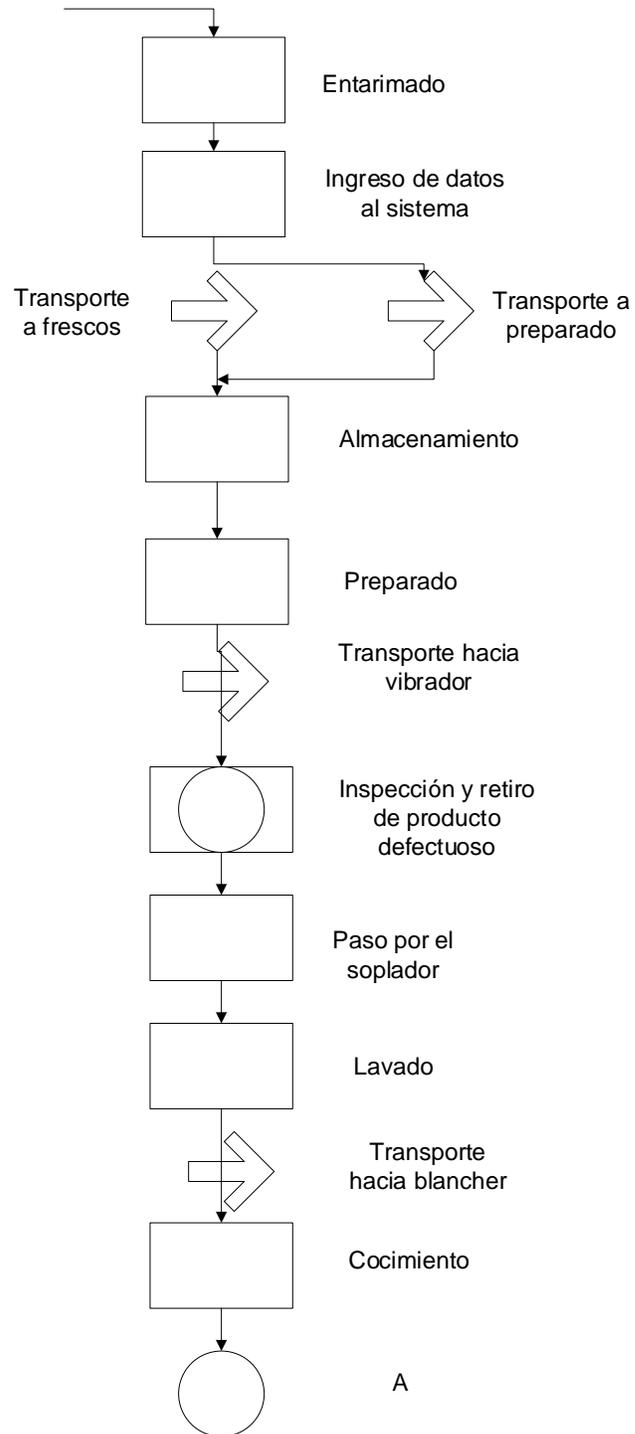
Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece la descripción visual de las actividades implicadas en el proceso de la obtención del producto. Muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales. Este facilita también la selección de indicadores de su proceso.

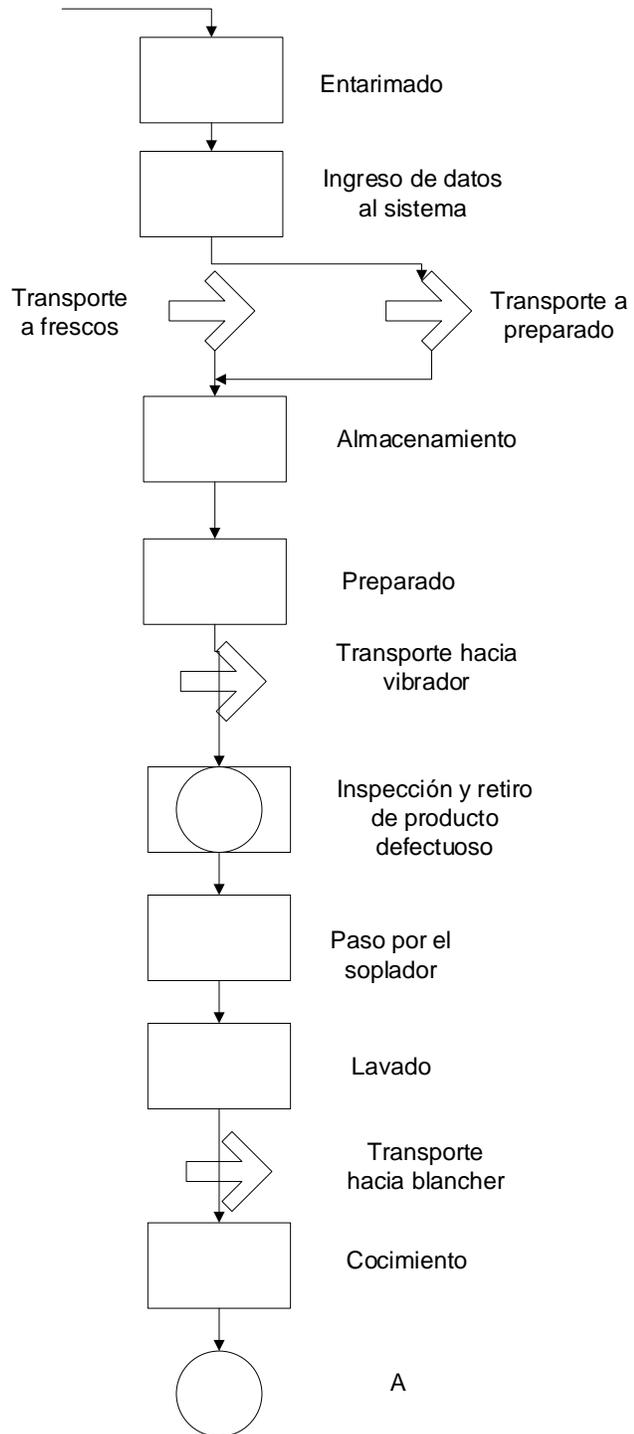
#### **2.3.3.1. Diagrama de flujo del proceso Línea 1**

En el siguiente diagrama se presenta cada paso y una breve descripción de la etapa de proceso de las actividades de la línea 1 de la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

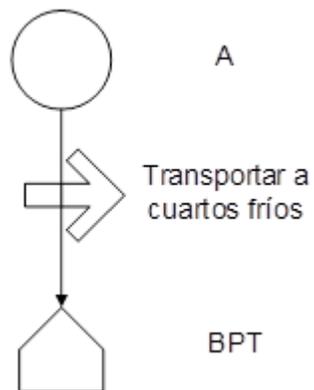
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso línea 1



Continuación de la figura 9.



Continuación de la figura 9.

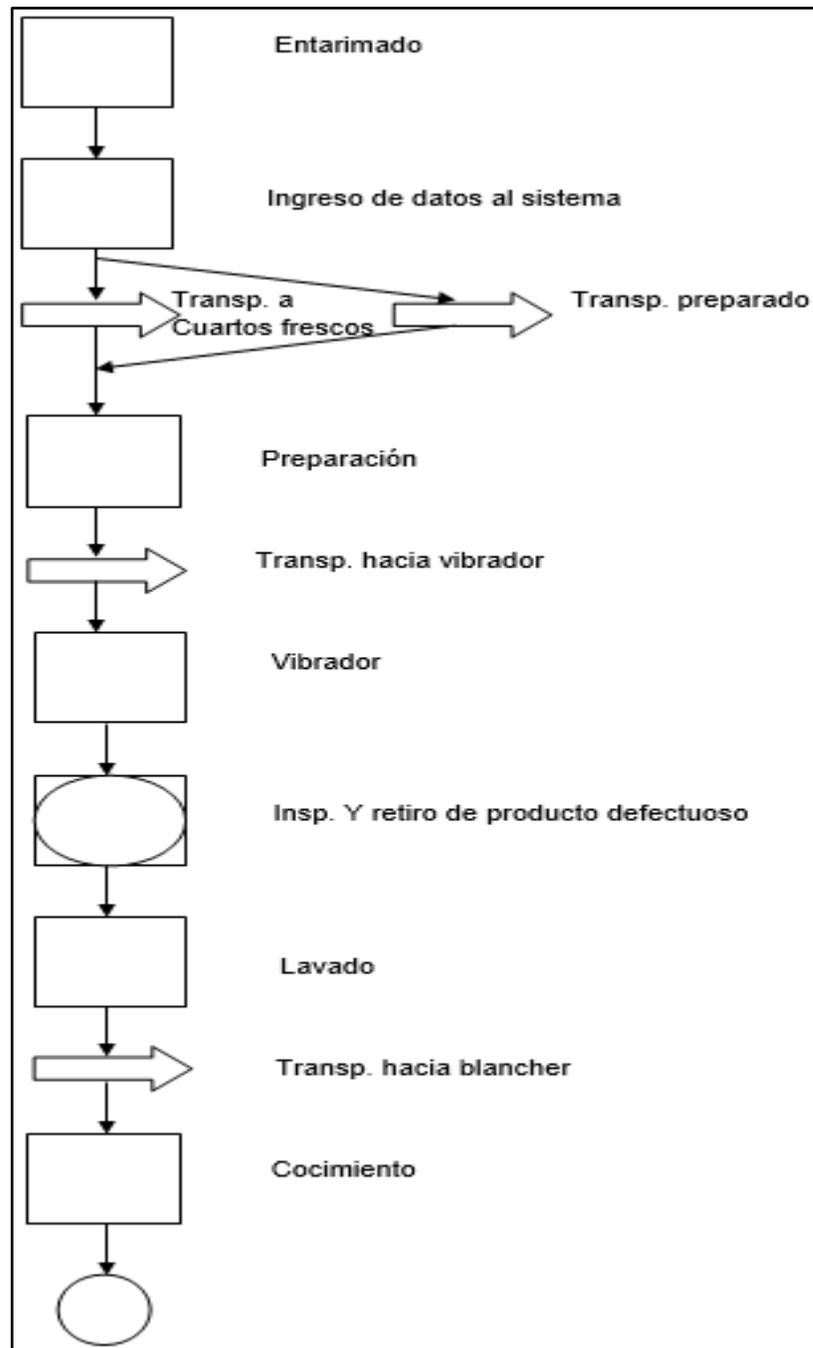


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

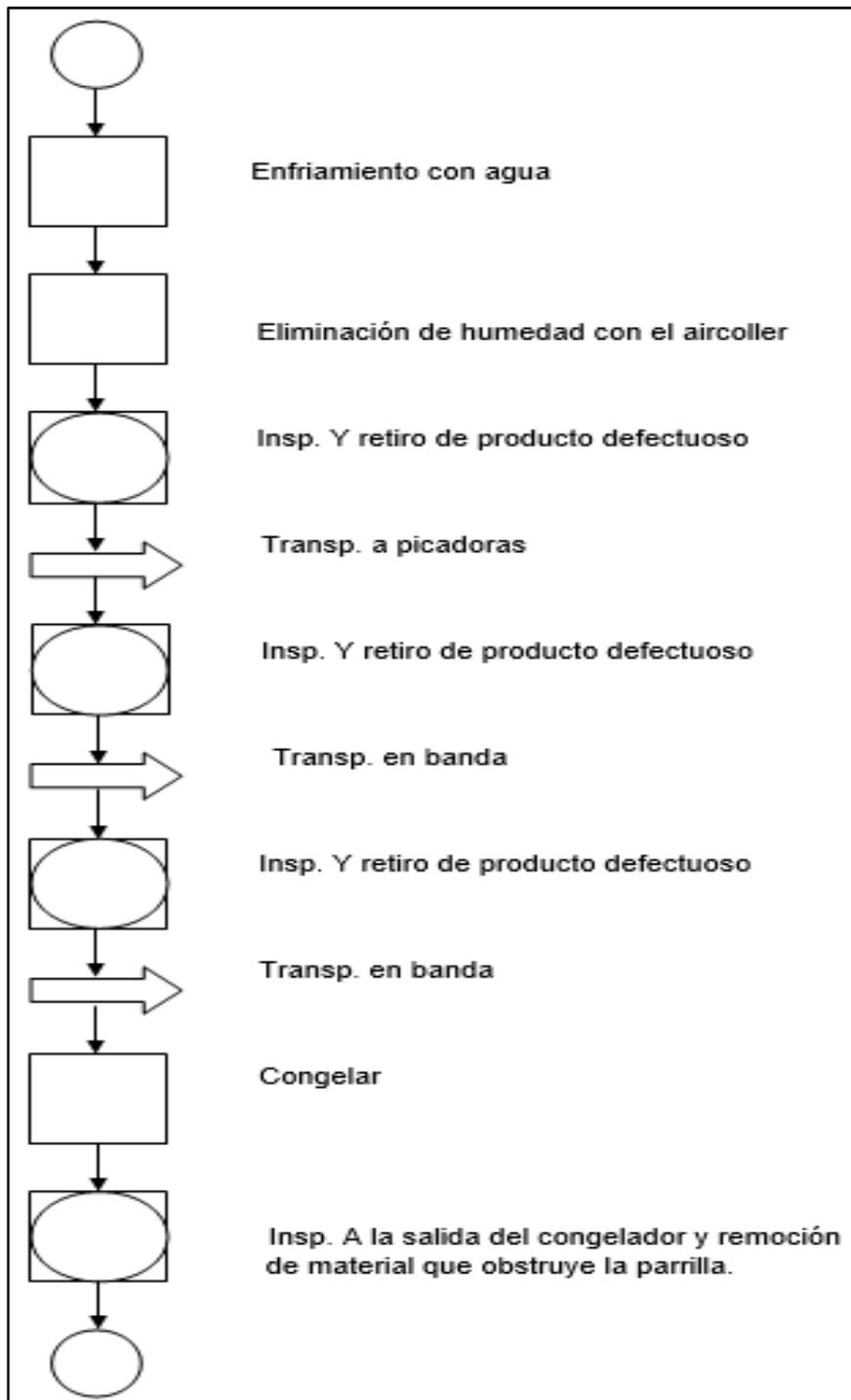
### **2.3.3.2. Diagrama de flujo del proceso línea 2**

En la siguiente figura se describe detalladamente cada paso y una breve descripción del mismo en el proceso de las actividades de la línea 2 de la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

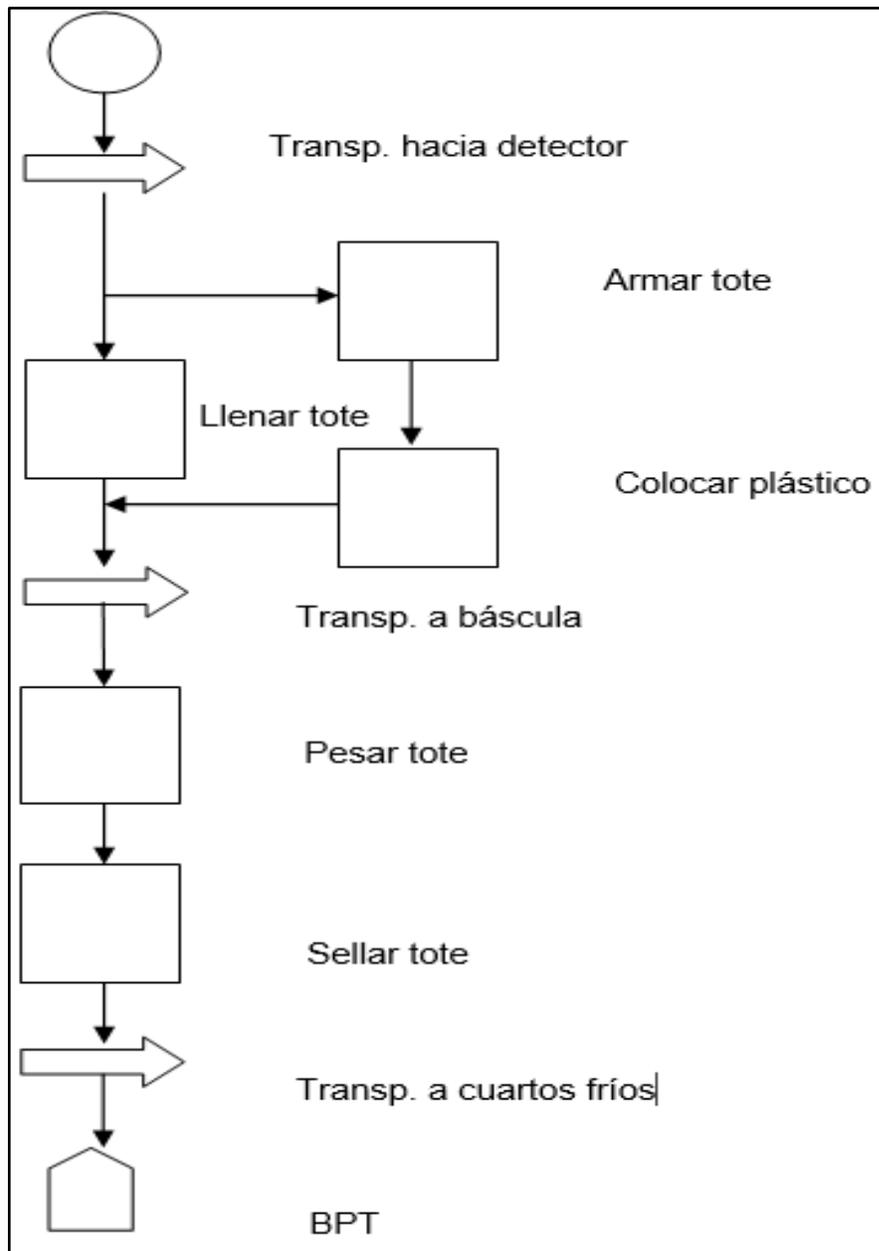
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso línea 2



Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

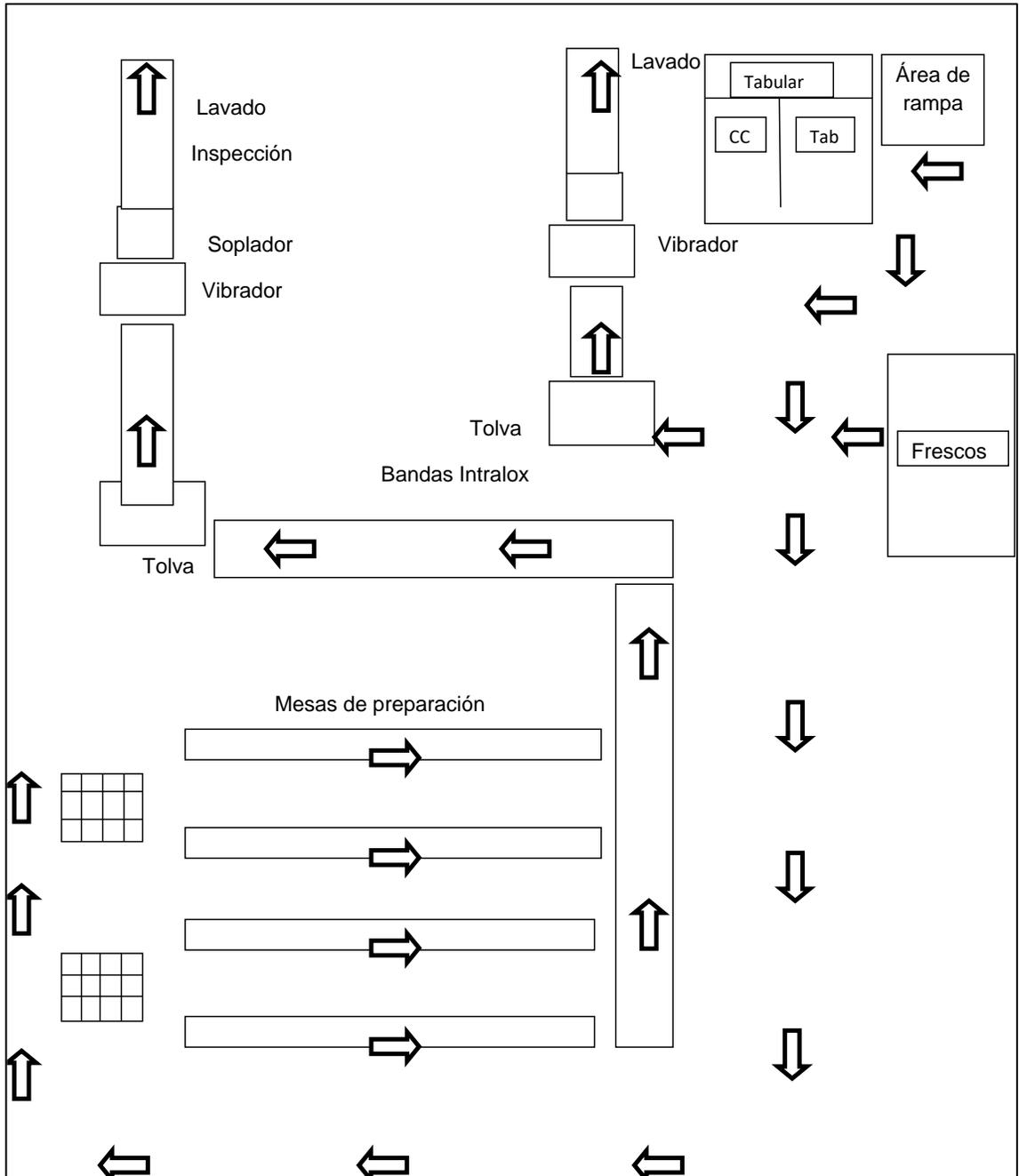
#### **2.3.4. Diagramas de recorrido**

Cumple el objetivo de determinar los retrocesos, desplazamientos y puntos de acumulación de tránsito para después eliminar o disminuirlos en las líneas de producción 1 y 2.

##### **2.3.4.1. Diagrama de recorrido área de preparado**

En el siguiente diagrama se registran las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes. La ruta de los desplazamientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada por el símbolo correspondiente, del área de preparado.

Figura 11. Diagrama de recorrido área de preparado

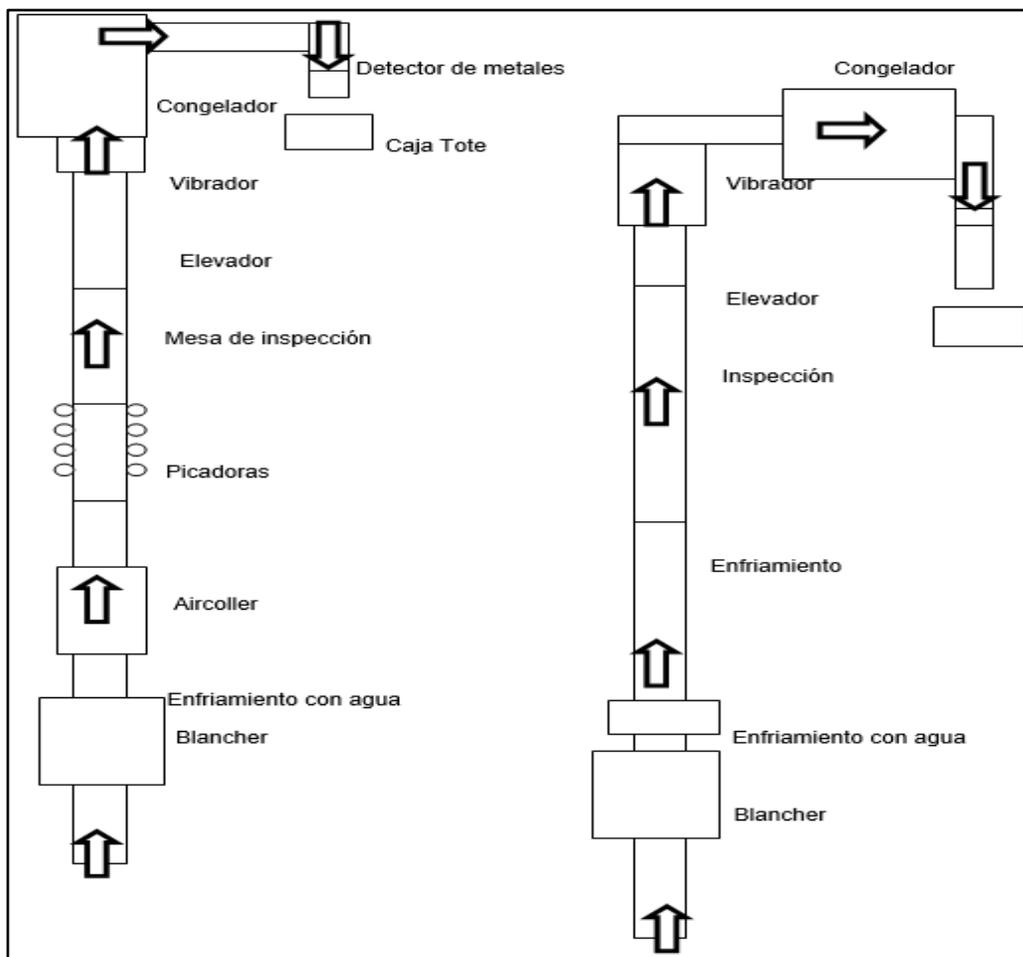


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 2.3.4.2. Diagrama de recorrido área de proceso

El diagrama de recorrido del área de proceso presenta las operaciones, inspecciones, transportes, tiempos y almacenajes. También visualiza la ruta de los desplazamientos que es señalada a través de líneas, cada actividad es identificada y ubicada en el siguiente diagrama por el símbolo correspondiente, del área de proceso.

Figura 12. Diagrama de recorrido área de proceso



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

## **2.4. Demoras en el tiempo de producción**

Dentro del proceso productivo de los vegetales se encuentran una serie de trabajos y operaciones que permiten llevar a cabo la preparación en manufactura de los productos perecederos teniendo en cuenta diversos factores que se establecen dentro de la empresa, como: las buenas prácticas de manufactura, la inocuidad en los alimentos, la calidad, entre otros.

Para cumplir con las expectativas que estos factores demandan se deben cumplir con ciertos parámetros. Estos parámetros permiten una efectiva producción relacionados a la obtención del producto ideal para su consumo. Aunque estos parámetros ocasionan demoras dentro del proceso productivo, son indispensables para la obtención del producto final.

Actualmente la FDA establece por aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos, ciertos parámetros y restricciones para la manufactura de los productos de la empresa por lo cual la maquinaria debe ser sanitizada en intervalos ante la posible presencia de patógenos.

Estos parámetros obstruyen la producción continua, es decir, necesariamente se deja de producir por criterios de inocuidad, lo cual ocasiona que se desee aumentar menos tiempo de paros y mayor tiempo de producción.

Algunas de estas demoras en el tiempo de producción son a causa de lavadas en el área de los procesos, que garantizan la sanitización de la maquinaria para que los análisis de laboratorio no detecten bacterias dañinas en los alimentos y así no se pueda perder la producción.

### 2.4.1. Análisis microbiológico del producto

Consiste en un análisis MDS (*Molecular Detection System*) el cual es un procedimiento basado en analizar las muestras de los productos que se procesan para así determinar que los materiales están libres de patógenos.

El proceso de este análisis se lleva a cabo en el laboratorio de microbiología mediante el procedimiento que consiste en: Ingreso de muestras, ordenar, pesar y moler, incubación, transferencia a tubos, bloque de caliente/frío, MDS y liberación.

Figura 13. Procedimiento de análisis microbiológico

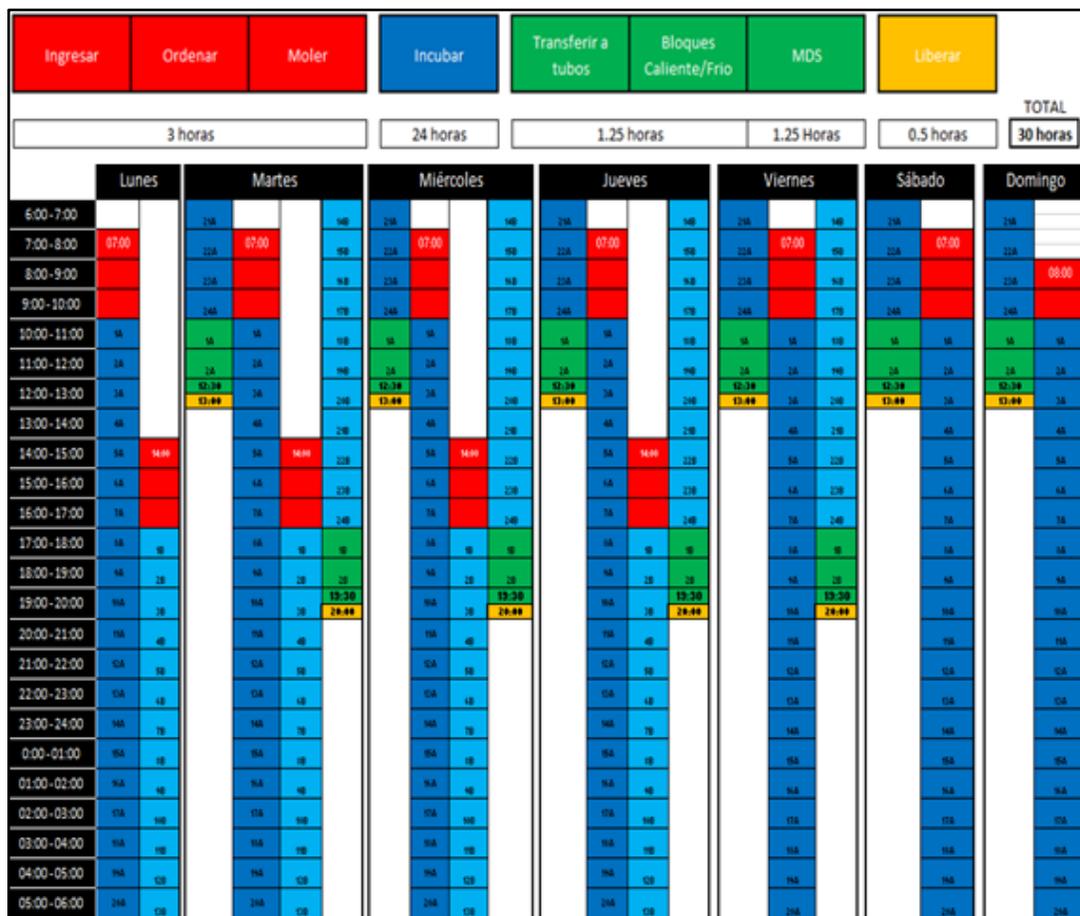


Continuación de la figura 13.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Figura 14. **Cronograma proceso listeria**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **2.4.1.1. Lavadas de la maquinaria**

Los procesos de limpieza, higiene y tratamiento de aguas siempre han sido vitales en el sector alimentario, actualmente es necesario cumplir con las estrictas leyes y normativas que regulan en la empresa, es por ello, ante la necesidad de mantener las actuales leyes de seguridad alimentaria, las guías de buenas prácticas y requisitos de la calidad son indispensables.

Las lavadas de limpieza y desinfección que dotan la higiene de la empresa se realizan constantemente, permitiendo destruir todos los microorganismos que presentes en las instalaciones con el fin de conseguir producto final en buen estado y que no sea dañino para el cliente final.

Actualmente, las lavadas de limpieza y desinfección se realizan en un lapso de 2 horas en un proceso general de preparación en manufactura, que hace que la producción de nuevos lotes de materiales esté lista para ser procesada.

Respecto a los equipos, se presentan máquinas especializadas, eficientes, precisas, adaptables a la necesidad de procesamiento en vegetales y, sobre todo, fiables. Además, se producen componentes que resisten la corrosión provocada por los productos químicos utilizados durante los mismos. Así, el acero inoxidable que los componen otorga alta resistencia frente a diversos compuestos químicos.

Las materias primas que utiliza la industria alimentaria son muy complejas y con unas exigencias microbiológicas y de inocuidad muy elevadas, por lo que todo proceso debe garantizar que las transformaciones que tienen lugar, a medida que va atravesando las diferentes operaciones, van a conducir a la

obtención de un producto final que cumple con las exigencias sanitarias más estrictas.

El sistema general que se emplea para higienizar todo tipo de instalaciones es:

- Sistema de baja presión por espuma: limpian por espuma y desinfectan diferentes superficies en todos los sectores del área.
- Máquinas barredoras: empleadas para el barrido de suelos.
- Máquinas barredoras.
- Fregadoras: barrido y fregado de suelos.
- Máquinas de fregado aspirado: utilizadas para el fregado mecánico y aspirado de suelos.
- Máquinas fregadoras rotativas: destinadas al fregado de suelos.
- Aspiradores polvo agua: aspirado de polvo o líquidos en todos los sectores.
- Máquinas de vapor: utilizados para la limpieza de superficies.
- Máquinas de limpieza criogénica por hielo seco: limpieza de superficies muy incrustadas y que, por ser sensibles al agua y a la humedad, no se pueden limpiar con agua a presión u otros sistemas.

Durante este proceso se ha determinado que los tiempos de limpieza son muy variables en el área de manufactura, se han presentado distintos tiempos de duración y no un rango constante en los tiempos predeterminados.

#### **2.4.1.2. Liberación positiva del producto**

Este proceso es el último paso del procedimiento del análisis microbiológico, acá se garantiza que el producto vegetal está libre de patógenos, para posteriormente exportarse. Este paso constituye la aprobación de los lotes de producción analizados por parte de los profesionales en conclusión a los resultados obtenidos.

Al momento de presentarse un microorganismo nocivo, el lote de producción es descartado y son tomadas medidas por parte del departamento de manufactura para restringir dicho producto y verificar si existen medidas sustitutivas.

#### **2.4.2. Blancher**

Conocido como blanqueador de vaporizador de flujo, esta máquina industrial se encarga del escaldado y cocción de los alimentos vegetales elevando a altas temperaturas las propiedades de cada uno de ellos para lograr frenar todas las enzimas, evitando que siga el proceso de descomposición, así como cambios en la textura y sabores desagradables, que el vegetal no se pudra y se enlentece el envejecimiento. Si el vegetal se fuese directamente *freezer* del IQF, sin este paso previo, duraría menos tiempo y una vez se consume, la sensación será mucho menos agradable que si se lleva a cabo un blanqueamiento previo. Esto garantiza la calidad y asegura la inocuidad del producto.

El producto ingresa a esta máquina a través de un conducto de gravedad o un canal de alimentación. Luego es transportado a través de la máquina por un sinfín cubierto con pantallas perforadas, luego escaldando la materia, para posteriormente lograr la cocción y asegurar un proceso completo y uniforme. A través de este se causa menos daño, se utiliza menos energía, menos agua y menos desperdicio.

Es importante tener en cuenta los tiempos y temperaturas recomendados para un producto los productos alimenticios al escaldar. Los tiempos y las temperaturas se basan en el tipo de vegetal, tamaño, forma y otros factores. El blanqueo excesivo puede conducir a una pérdida excesiva de nutrientes y compuestos aromáticos, así como al ablandamiento de los alimentos.

El blanqueo a temperaturas o tiempos inferiores a los recomendados puede no inactivar de manera efectiva todas las enzimas. Además, esto también puede provocar la liberación de más enzimas del tejido vegetal, lo que provoca una mayor actividad enzimática general y un deterioro más rápido del producto. El tiempo aproximado en el que la máquina logra realizar su función con la materia prima y transportarla posteriormente a la banda es de menos de 1 minuto.

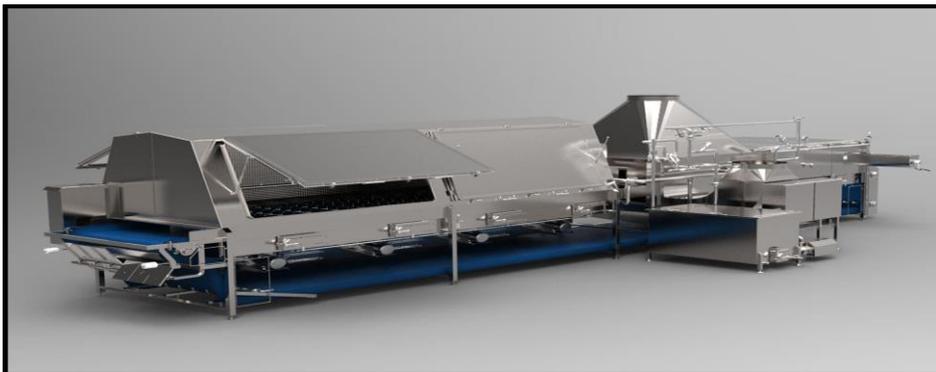
Tradicionalmente, a nivel industrial, los alimentos se mueven en una cinta transportadora continua mediante precalentamiento, retención y enfriamiento. Para el escaldado de agua caliente, las verduras se sumergen en agua precalentada (70 a 100 °C) durante diferentes cantidades de tiempo, según el tipo y la cantidad. Cuando el producto se calienta con agua, se logra una mayor uniformidad de calentamiento, especialmente en comparación con el aire caliente. Esta ventaja permite el blanqueo del agua caliente a temperaturas más bajas, pero requiere tiempos de blanqueo más largos.

El agua se calienta y enfría con intercambiadores de calor y se recircula para un uso continuo, lo que reduce los costos.

Los sistemas de blanqueo con vapor inyectan aire caliente (100 °C) en los alimentos a medida que pasan a través del sistema de blanqueo en la cinta transportadora. Este método reduce en gran medida la lixiviación de compuestos solubles en agua del producto y es la técnica preferida para alimentos más pequeños y aquellos con superficies cortadas. El blanqueo con vapor es más eficiente energéticamente, y la capacidad de calentamiento rápido permite tiempos de procesamiento más cortos.

Esta exposición reducida al calor conserva el color, el sabor y la calidad general de los alimentos; sin embargo, puede producirse evaporación, lo que lleva a masas más bajas y rendimientos del producto. Directamente después del tratamiento térmico, los vegetales se enfrían rápidamente con el sistema IQF.

Figura 15. ***Steam Blancher***



Fuente: Direct Industry. *Steam blancher*. <https://www.directindustry.com/prod/cabinplants/product-94695-1817032.html>. Consulta: 8 de agosto de 2018.

### **2.4.3. Paro en las máquinas**

Al momento que se generan los paros en las máquinas se puede decir, que son tiempos muertos en los que la producción se detiene, esto debido a factores de limpieza, apagones de luz, ausencias técnicas, entre otros. Lo cual disminuye la eficiencia ya que, a mayor tiempo de paros, menos tiempo de manufactura.

Es por ello, que se busca ampliar de manera eficiente la disminución en cuanto al tiempo de paros inevitables como las lavadas de la maquinaria y prever mejor los sistemas para que se eviten apagones u otros imprevistos. Además, por criterios de inocuidad, realizar una limpieza general en el área de proceso al momento que ocurre algunos de estos imprevistos, es decir, el lote que se está procesando en dicho momento debe recurrir a análisis microbiológico y se debe parar el lote de esa producción.

### **2.4.4. Stock**

La gestión de *stock* es un aspecto clave para la correcta y eficiente dirección de la empresa. Es uno de los factores más influyentes relacionado a la eficiencia del proceso productivo, que hace que se sepan de manera óptima las decisiones que el departamento de manufactura pueda tomar para producir o dejar de producir.

La empresa trabaja con un *stock* cero, relacionado directamente con el modelo de producción JIT (*Just in Time*), este modelo productivo se sirve bajo pedido. La capacidad de los cuartos de almacenamiento es de aproximadamente 2 000 000 lb (1 333 cajas tote aproximadamente) para el sótano grande y 800 000 lb (533 cajas tote aproximadamente).

Esto quiere decir, que no es posible la superación de esta capacidad; de ser así, se quedaría parada la producción y las demoras aumentarían, tomando en cuenta que esta capacidad cubre gran garantía para un elevado abastecimiento dentro de la fábrica.

Dentro de la utilidad del concepto del *stock* cero es que impide caer en la obsolescencia de insumos, se aprovecha el espacio de los cuartos de almacenamiento y recursos dedicados al mantenimiento de los mismos, mejora el grado de cumplimiento en tiempo de entrega al cliente se desarrolla relación sólida con los proveedores.

Sin embargo, existen puntos débiles en relación con este tipo de *stock*, ya que significa que no habrá inventario o materia prima de reserva o que los inventarios tendrán que ser lo más pequeños posibles entonces en caso de que se presente un problema con los proveedores, la empresa no podrá garantizar la entrega de los productos a tiempo a sus clientes.

Además, están las condiciones externas y cambios en la demanda que se presentan que no pueden ser controlados por la empresa o los proveedores. Por ello, se debe tener en cuenta que para conseguir y sostener este *stock* cero se necesita organización, planificación y capacidad de conservar la relación con los proveedores (ya que los inventarios son lo más pequeños posibles), con los clientes (ya que no se puede dejar de suministrar al cliente), la organización (contar con personal motivado, comprometido y capacitado).

*Stock* cero = Fuerza (Proveedor+ Organización + Cliente)

#### **2.4.5. Mantenimiento en planta**

Uno de los aspectos fundamentales que se debe tomar en cuenta al momento de manufacturar es el correcto mantenimiento de los equipos, ya que en el área de proceso estos equipos se ven muy relacionados con el producto debido a que entra en una de las etapas más cruciales del proceso productivo de la preparación en manufactura de vegetales, es decir, ante cualquier circunstancia imprevista a causa de fallos dentro de la planta, que posiblemente logre perjudicar a la sanidad del producto, se tendrá que parar la producción del lote en proceso y se deberá analizar si este ha sido afectado, esto reduce la eficiencia y no logra optimizar los tiempos de producción, razón por la que se debe prever que no existan tiempos de paro.

La producción puede ser interrumpida debido a un mal mantenimiento y esto requerirá que se deba restablecer a su correcto funcionamiento, o bien que no se esté operando de la forma adecuada para la calidad del producto. Al momento de gestionar la limpieza del área, la verificación que los equipos es indispensable.

#### **2.5. Mano de obra**

Dentro de los grupos de trabajo para el desarrollo de la preparación y adecuación de los equipos dentro del proceso, se cuenta con personal capacitado encargado de diferentes funciones; entre ellos: líderes de área, auxiliares, personal de proceso/ operarios, personal de limpieza y técnicos.

- Líder del área: es el encargado de coordinar correctamente el área de proceso de preparación en manufactura de los productos y que se ejecuten las lavadas del equipo por medio de su equipo de trabajo,

gestionando todo ello bajo el mando de los supervisores y el jefe de planta.

Dentro del área de proceso hay 1 de ellos.

- Auxiliares: son aquellos encargados de brindar apoyo a las direcciones del líder del área y delegan autoridad sobre el personal de proceso/operario. Son miembros del equipo con óptimo conocimiento, adiestrados y capacitados. Dentro del área de proceso hay 2 de ellos.
- Personal de proceso/ Operario: verifican, operan, ejecutan y cumplen las normas y procesos establecidos por el departamento de manufactura. Dentro del área de proceso hay 12 de ellos.
- Personal de limpieza: su responsabilidad radica en proveer un ambiente limpio y agradable bajo las buenas prácticas de manufactura y los estándares de calidad, deben mantener los espacios ordenados y pulcros, desechar la basura o demás desperdicios y sostener la higiene y la organización. Dentro del área de proceso hay 2 de ellos.
- Técnicos: la finalidad de estos es la de proporcionar al departamento de manufactura la mayor tecnología posible para disminuir los costes de fabricación, además, analizan y mejoran las herramientas de producción, modernizan aplicaciones técnicas exteriores, optimizan el desempeño de los insumos, y aseguran el funcionamiento óptimo de las redes internas y los equipos existentes en la empresa. Dentro del área de proceso hay 2 de ellos.

### **2.5.1. Métodos**

El personal a cargo dentro del área de proceso para la preparación en manufactura de vegetales implementa la siguiente metodología para actuar ante los paros de producción:

- Colocación del equipo adecuado de limpieza por el personal.
- Desarmar, desmantelar y desmontar los equipos en las líneas de producción.
- Preparación e implementación de los equipos de limpieza.
- Enjuague inicial.
- Limpieza.
- Fregado.
- Desinfección.
- Enjuague final.
- Eliminación, armado y montaje.
- Inspección y verificación preoperaciones.

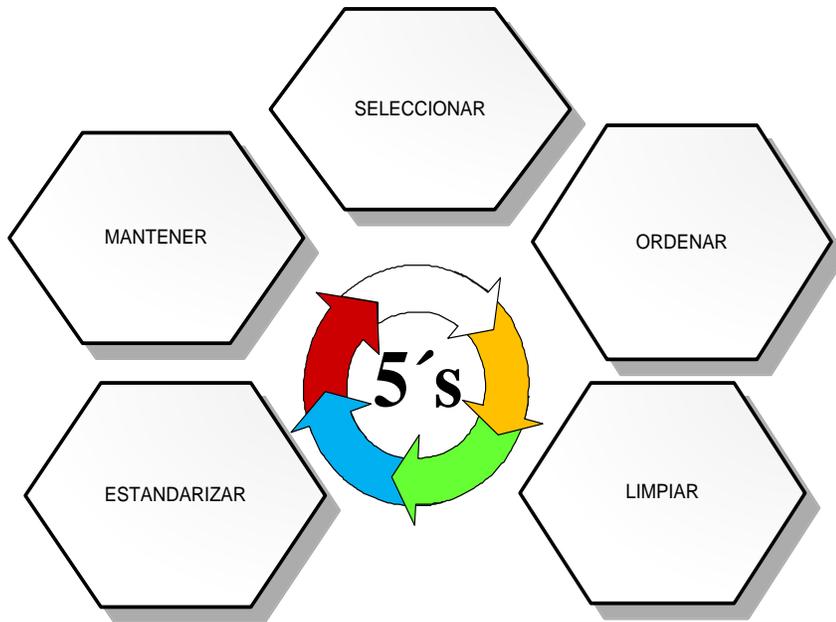
### **2.5.2. Herramientas**

La mano de obra utiliza las siguientes herramientas:

- Mangueras
- Mangueras de alta propulsión
- Secadora industrial
- Cepillos y portacepillos
- Escobas
- Propulsores
- Aspiradoras

- Palas

Figura 16. **Diagrama 5's**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3. PROPUESTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN

#### 3.1. *Lean Manufacturing*

“No desaproveches ningún minuto de tu vida, que solo tienes una; y no desperdices ningún conocimiento que puedas aprender, porque te estarás estancando en este mundo cambiante”.<sup>3</sup>

- Historia del *Lean Manufacturing*

El sistema Lean, o *Lean Manufacturing*, está basado en su totalidad en el Sistema de Fabricación de Toyota (TPS). Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros miembros de Toyota, en los años 30, llevaron a cabo una serie de innovaciones en sus líneas de modo que facilitaran tanto la continuidad en el flujo de material como la flexibilidad al momento de fabricar diferentes productos. Esto se hizo aún más necesario cuando surgió la necesidad de fabricar pequeños lotes de una gran variedad de productos, a finales de la 2ª Guerra Mundial. Surgió así el TPS ("*Toyota Production System*").<sup>4</sup>

El TPS se fundamenta en la optimización de los procesos productivos a través de la identificación y eliminación de desperdicios (MUDA en japonés, o WASTE en inglés), y el análisis de la cadena de valor, para finalmente conseguir un flujo de material constante y estable, en la cantidad correcta, con la calidad asegurada y en el momento necesario. Es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad necesarias para la empresa en cada momento lo que el cliente requiere.

---

<sup>3</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos*. p. 45.

<sup>4</sup> Progressa lean. *Origen y evolución del lean manufacturing*. <https://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>. Consulta: 10 de agosto de 2018.

Modificando los equipos de producción a las necesidades de capacidad reales, la introducción de sistemas de calidad integrados en los procesos (poka-yokes), la disposición de equipos siguiendo la secuencia de producción, innovando para determinar cambios rápidos de modelo para que cada equipo pudiera producir muchos lotes pequeños, y haciendo que cada máquina avisara a la máquina anterior cuando necesitaba material (sistema pull), haría posible el fabricar con bajos costes, con una amplia variedad, alta calidad y con tiempos de proceso (*lead times*) muy rápidos para responder de manera efectiva a las variaciones en las demandas del cliente. El punto de partida de la producción ajustada es la producción en masa.

En este sentido, introducir el concepto y herramientas del *Lean Manufacturing* para la empresa es buscar la mejor modalidad de producir ya que se busca quitar todos los elementos innecesarios para obtener reducciones de costes, cumpliendo con los requerimientos del cliente.

En Toyota se planteaba la producción, a un buen precio, de pequeños volúmenes de diversos modelos diferentes. El reto para los japoneses fue alcanzar beneficios de productividad. La racionalización del proceso de trabajo implicó, el principio de “fábrica mínima”, que propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, entre otros., y se complementa con el principio de “fábrica flexible”, sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda.

Con base en ello, por medio de la producción ajustada se pretende una búsqueda a la mejora del sistema de producción actual para la empresa mediante la eliminación del desperdicio o despilfarro de todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar se puede aumentar eficazmente la productividad.

Se pretende introducir los aspectos que plantea el modelo toyotista sintéticamente el cual se resume en los siguientes puntos:

Eliminación del despilfarro y suministro Just-in-Time (JIT) de los materiales.

La relación, basada en la transparencia y confianza, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.

Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, entre otros.

El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.

Mediante la aplicación de los seis desperdicios de Taichi Ohnon, además de los 7 +1 desperdicios, y sus principios se determinará la mejora continua. Los seis desperdicios de Taichi Ohno.

Errores que requieren rectificación; cualquier trabajo repetido es buena indicación de desperdicio.

La producción de inventario que nadie quiere en ese momento desperdicia espacio y estimula daños y obsolescencias en los productos.

Las etapas inútiles en los procesos, que podrían eliminarse sin perjuicios del valor del producto final, son desperdicios. Desperdicio es cualquier movimiento de gente o inventario que no crea valor.

Las personas ociosas que esperan inventario son una indicación de que la planta no está equilibrada. Todos los trabajadores deben dedicar aproximadamente la misma cantidad de esfuerzo.

Los bienes producidos para los que no existe demanda son desperdicio. Si usted manufactura con demasiada anticipación corre el riesgo de que no haya demanda de su artículo porque haya surgido uno mejor.

El sistema Lean se basa en los siguientes principios:

- Hacer únicamente lo que es necesario, cuando es necesario, y en la cantidad necesaria.
  
- La calidad debe ser parte inherente del proceso.
  - El operario tiene la autoridad para detener el proceso si existe el riesgo de producir piezas defectuosas (jidoka).
  - Los equipos dispondrán de sistemas poya-yoke que impidan el procesado de piezas defectuosas
  
- El tiempo total de procesado (*lead time*, o TPCT '*total productive cycle time*') debe ser mínimo.
  - Es el tiempo total que se tarda desde que llega la materia prima a las instalaciones hasta que sale el producto terminado para el cliente.

- Cuanto más corto sea, con mayor rapidez recuperar la inversión realizada en la materia prima y los procesos, eliminando inventarios innecesarios y tiempos de espera inútiles.
- Alta utilización de máquinas y mano de obra.
  - Una vez que la inversión está hecha, se deben utilizar estos activos al máximo para sacarles rentabilidad.
  - Alta utilización de mano de obra no significa excesos ni abusos, sino una estandarización de las buenas prácticas para una óptima eficiencia, así como un equilibrado de las tareas de todos.
- Mejora Continua (*KAIZEN*).
  - El proceso nunca acaba. Siempre habrá una manera mejor de hacerlo.
  -

La eliminación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de Lean. Desde la perspectiva de este sistema un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, entre otros.) para fabricar un producto o prestar un servicio. Es importante mencionar que, no todos los desperdicios pueden ser eliminados en su totalidad, pero siempre se puede mejorar la situación actual.<sup>5</sup>

Tabla V. **Los 7 + 1 desperdicios**

1. Sobreproducción: procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
2. Transporte: mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
3. Tiempo de espera: operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.

<sup>5</sup> Ite4. ¿Qué es Lean Manufacturing? <http://ite4.com/que-es-lean-manufacturing.html>. Consulta: 8 de agosto de 2018.

Continuación de la tabla V.

4. Sobreprocesamiento o procesos inapropiados: realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
5. Exceso de inventario: excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.
6. Defectos: repetición o corrección de procesos, también incluye retrabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.
7. Movimientos innecesarios: cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, entre otros. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.
8. Talento humano: este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, entre otros.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos. Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

La eliminación de desperdicios presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros. Sin embargo, generalmente se presentan problemas con el mantenimiento de los mejoramientos alcanzados, esto sucede debido que no se implementa un sistema que en el largo plazo sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios en el entorno.

### 3.1.1. Sistema Justo a Tiempo

Este sistema Justo a Tiempo es una forma en que debería optimizarse el sistema de producción en la empresa, pretendiendo ser un enlace a lo que es la herramienta central que es el SMED, puesto que este trata de entregar materias primas o componentes a la línea de producción de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que son necesarios. El JIT tiene los siguientes objetivos esenciales:

- Poner en evidencia los problemas fundamentales: para describir este objetivo se utiliza la analogía del “río de las existencias”. En el cual el nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco. Cuando la empresa intenta bajar el nivel del río, es decir, reducir el nivel de las existencias, descubre rocas, lo que son problemas. Cuando estos problemas surgen, la respuesta es aumentar las existencias para tapar el problema.
- Eliminar despilfarros: implica la eliminación de todas las actividades que no aportan valor al producto y con ello lograr conseguir que se reduzcan costos, mejorar la calidad, disminuir los plazos de manufactura y elevar el nivel de servicio al cliente.
- Buscar la simplicidad: se cubre 2 zonas; flujo de material y control de estas líneas de flujo. El enfoque respecto al flujo de material es eliminar rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas. También agrupar productos en familias que se manufacturan en una línea de flujo. La simplicidad del JIT también se aplica al manejo de estas líneas de flujo. Un ejemplo es el sistema Kanban.

- Diseñar sistemas para identificar problemas: desde el momento que entra un material al proceso de manufactura, hasta que sale el producto final, se están incluyendo una serie de fases como el transporte, los controles y la espera entre fases de manufactura sucesivas.

De todas estas fases mencionadas, la producción es la única que añade valor al producto. La reducción del tiempo de producción trae consigo numerosas ventajas. Esto se puede lograr trabajando con lotes de una sola unidad y limitando el número de unidades a una por cada fase, como lo es el flujo de una pieza (*one piece flow*).

### **3.1.2. Herramientas *Lean***

Para la obtención de la mejora continua con base a el proceso de preparación, es necesario implementar herramientas a través del “corazón” del *Lean Manufacturing*, el cual se encuentra en los miembros de un equipo motivado y flexible que implementa herramientas continuamente que ayudan a dar solución de los problemas, desarrollando, y logrando el éxito de los procesos, esto es hacer más, con menos.

De acuerdo con ello, existen diversas herramientas *Lean* que darán apoyo a la estandarización del proceso de preparación de manufactura en vegetales, las cuales son:

- 5's

El método 5's es una de las herramientas de *Lean Manufacturing* más importante de todas. Se utiliza generalmente para optimizar las condiciones de cada puesto de trabajo, aplicando para ello la limpieza, el orden y la

organización. Consiste en eliminar todo aquello que el operario no necesita en su zona de trabajo, evitando así pérdidas de tiempo a la hora de buscar herramientas.

- Kaizen

Con el objetivo de la mejora de los procesos de producción a través de la eliminación de las siete grandes causas de desperdicio: la sobreproducción, inventario, defectos, sobreprocesos, esperas y movimientos innecesarios. Dentro de ella pueden distinguirse dos tipos de mejoras de procesos: las incrementales (*Kaizen*) y las cuánticas (*Kaikuka*). Mediante la adopción de una filosofía de mejora continua, la organización de la empresa puede incrementar notablemente la eficiencia de sus procesos sin grandes inversiones monetarias.

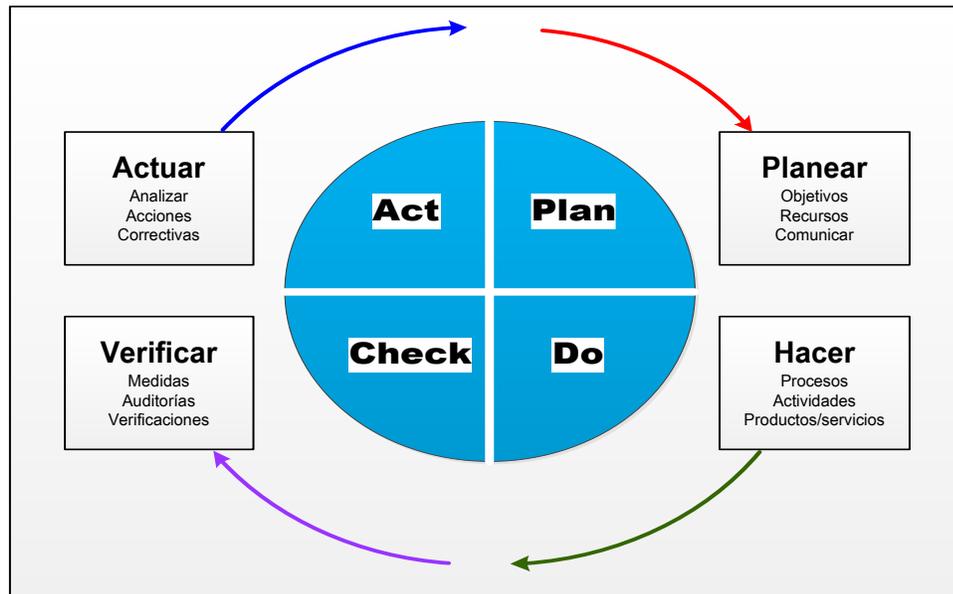
Para desarrollar la filosofía *Kaizen*, la principal herramienta de trabajo es lo que se conoce como ciclo Deming (o ciclo PDCA) que indica una sucesión de pasos lógicos para abordar cualquier problema.

#### Etapas del ciclo PDCA (Deming)

- Etapa P ("Plan"): en esta primera etapa es necesario determinar cuál es el proceso a estudiar y cuáles son las metas a alcanzar. Los objetivos deben ser realistas y cuantificables a través de una serie de incertidumbre.
- Etapa D ("Do"): en esta siguiente etapa, deben revisarse los procesos que se pretende mejorar y estudiarse distintas propuestas de mejora. Finalmente, se ejecuta la acción elegida.

- Etapa C ("Check"): es la etapa de verificación, se examinan únicamente los efectos de las mejoras realizadas. Una forma práctica de evaluar los resultados consiste en contrastar los indicadores: ¿Cuál era el rendimiento antes de la mejora? ¿Cuál es el rendimiento actual? ¿Se ha cumplido con el objetivo?
- Etapa A ("Act"): en esta última etapa, se corrigen los posibles desvíos que pudiesen ocurrir con respecto a lo planeado. Si las mejoras dieron resultados, serán incorporadas al proceso productivo y el ciclo comenzarán nuevamente en la etapa P. Si los resultados no fueron los esperados, se actuará en consecuencia.
- TPM: esta herramienta de gestión de mantenimiento es diseñada a fin de evitar las paradas en las máquinas a causa de una avería. El principal objetivo es lograr un cambio de pensamiento en los operarios para así eliminar las averías y los accidentes en el área de proceso. Al eliminar los tiempos muertos se mejora la productividad al tiempo que se reduce el tiempo de ciclo.

Figura 17. **Ciclo Deming**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.2. Metodología SMED

Esta será la herramienta eje hacia la estandarización del proceso de preparado en manufactura de los vegetales que reducirá el tiempo de cambio, el riesgo de defectos y averías aumentará la fiabilidad del proceso de cambio para los lotes de producción en la empresa.

La reducción del tiempo de cambio de referencia puede aprovecharse de las siguientes maneras:

Para incrementar el OEE y la Productividad: manteniendo tanto la frecuencia de cambio de las referencias como el tamaño de los lotes.

Para reducir el *stock* en proceso: incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes.

El sistema SMED es un proceso sencillo que puede ayudar a realizar cualquier tipo de trabajo. Lo que se requiere es tener una mente abierta libre de prejuicios e ideas preconcebidas.

### **3.2.1. Descripción de la metodología SMED**

SMED reducirá drásticamente los tiempos de cambio en los medios de producción, haciendo al tiempo que la preparación sea más sencillo, confiable y seguro; permitiendo disminuir el tiempo que se desperdicia en las operaciones con las máquinas y área.

SMED minimizará los *sets up* de las máquinas a la hora en la que estas son paradas para ejecutar la sanitización (lavadas) del área de trabajo.

Este cambio rápido, también disminuirá las operaciones que no agreguen valor y así reducir el tiempo de *set up*.

Tradicionalmente para las empresas que trabajan con gran diversidad de productos el tamaño de los lotes ha sido el siguiente:

- Lote pequeño: 500 piezas o productos.
- Lote medio: 501-5 000 productos.
- Lote grande: más de 5 000 productos, en el cual cuenta la empresa y con lo que se basará el estudio.

Esta metodología consistirá en pasos fundamentales los cuales son:

- Preparación previa: en esta etapa se consta de dos partes fundamentales que son la investigación y la observación del equipo multidisciplinario. Es decir, se conocerán los productos, las operaciones, la maquinaria, la distribución en planta (*layout*), las instrucciones de la

preparación existentes, el personal, entre otros. Se obtendrán los datos históricos de los tiempos de preparación (estos datos serán útiles si la situación en la que se tomaron es comparable a la de partida) y se observará a detalle.

La creación del equipo tratará de constituirse por medio de un equipo al cual se le brinde la formación necesaria sobre los fundamentos del SMED y darle a su vez los medios necesarios para realizarlo. Deberá estar constituido por:

- Personal con experiencia en la preparación.
- Personal con capacidad para hacer modificaciones técnicas.
- Personal con capacidad para hacer modificaciones organizativas.

Sobre los medios:

- Videocámara con baterías y tarjetas de memoria suficientes.
- Plano de la distribución en planta con un tamaño que permita ser manejado.
- Tablilla, papel y lápiz.
- Calculadora.
- Un lugar de reunión para analizar en equipo todos los datos y que permita visualizar las grabaciones.
- Analizar la actividad sobre la que se va a centrar SMED: Esto pretende filmar en detalle todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proceso de cambio de referencia.

El inicio de la grabación se dará tras el fin de manufacturar el último producto de la referencia saliente y el final de grabación se dará con el inicio de producir el primer producto OK de la referencia entrante. (Redefinir cuales son los tiempos en que se empiezan a tomar y finalizar).

Si no se manufactura el primer producto OK se considera que se sigue dentro de la preparación y en este caso, la comprobación de la calidad del primer productor será considerada como la última operación de la preparación.

Una vez realizadas las grabaciones y ya en una sala, el equipo del taller SMED usará las grabaciones para detallar todas las actividades de las que consta el proceso de cambio de referencia, indicando a su vez su duración. De esta forma se obtiene el tiempo de ciclo estándar del proceso.

Separar lo interno de lo externo: en esta fase todos los miembros del equipo repasarán todas y cada una de las actividades para identificar aquellas que pueden ser externas.

Organizar actividades externas: en esta etapa el equipo hará un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento que vaya a comenzar el proceso de cambio.

El resultado de esta etapa será un *check-list* a realizar en la zona de proceso donde se ejecuta el taller SMED.

Nota: algunas consideraciones son: ¿qué preparaciones necesitan ser hechas de antemano?; ¿qué herramientas y piezas necesitan estar a mano de los operarios que hacen el cambio?; ¿dónde deben colocarse las herramientas y piezas?; ¿están las herramientas y piezas en buenas condiciones?; ¿dónde

deben colocarse el elemento (útil, matriz, entre otros) después de desmontarse?; ¿Cómo serán transportadas las herramientas y piezas?, entre otros.

Convertir lo interno en externo: para cada actividad que se convertirán en externas el equipo definirá el plan de acción a seguir para lograr esa conversión. Para cada actividad se indicará que se va a hacer, quien lo va a hacer y cuando debe tenerlo terminado.

Reducir los tiempos de actividades internas: en esta fase el equipo planteará ideas de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas.

Realizar el seguimiento: una vez finalizado el SMED por primera vez será vital realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, tomar acciones de corrección. Esto basado en 2 soportes:

- Registrando todas las incidencias que se han dado durante la semana. Sobre la *check-list* se puede hacer.
- Registrando todos los tiempos de cambio que se dan durante la semana para luego, en una gráfica, representar el valor máximo, mínimo y medio de cada semana. La evolución de los datos desvelará las desviaciones.
- La aplicación de esta “metodología” va ligada al objetivo de reducir los stocks y mejorar el lead-time. Al disminuir el tiempo necesario para realizar un cambio de modelo, mejorará la capacidad de realizar más

cambios de modelo, fabricando lotes más pequeños y planificando en consecuencia un plazo de entrega y un almacenamiento menor.

Figura 18. **Etapas SMED**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.2.2. **Actividades operacionales**

Estas son el conjunto de actividades de las cuales se desprende la preparación de manufactura en vegetales que son llevadas a cabo por los operarios de manufactura, personal de control de calidad y personal de limpieza, y que serán observadas a través de la filmación del proceso y estudiadas detenidamente para plantear mejoras en el método de trabajo.

¿Cómo se analizan las operaciones? Para ello se deberá ser cauteloso con lo que se ve y que se justifique de la siguiente forma:

- Sí – con hechos, causas y razones.
- No – con palabras, efectos, excusas.

Tabla VI. **Lista de verificación previa**

<b>Datos</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Intención</b>
¿Qué se hace?	¿Por qué se hace? ¿Es necesario hacerlo? ¿Cuál es la finalidad? ¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Eliminar
¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace ahí? ¿Se conseguirían ventajas haciéndolo en otro lado? ¿Podría combinarse con otro elemento? ¿Dónde podría hacerse mejor?	
¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace en ese momento? ¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	Combinar y reordenar
	¿El orden de las acciones es el apropiado? ¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	
¿Quién lo hace?	¿Tiene las calificaciones apropiadas? ¿Qué calificaciones requiere el trabajo? ¿Quién podría hacerlo mejor?	
¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace así? ¿Es preciso hacerlo así? ¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Simplificar

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

### 3.2.3. **Lista de verificación previa**

En este listado de componentes se deberá analizar que tanto intervienen cada una de ellas en el proceso de estudio, ya que anteceden a las actividades operacionales del proceso de preparación. Esta lista se incluye dentro del

parámetro de estudio ya que son medidas que deben ser verificadas con anterioridad para que se cumpla dicho proceso y se deben tener en cuenta para plantear alguna mejora que lo haga más productivo.

Tabla VII. **Lista de verificación previa**

<b>Actividad</b>
Todo personal a cargo del procedimiento debe estar disponible.
El estado del agua debe estar a una temperatura de 90 °C.
Se verifica el estado de las calderas y la electricidad.
Se deben alistar las cajas en donde se guardan las bandas transportadoras cuando son desmanteladas.
Se alistan las llaves, manivelas, utensilios de limpieza y químicos de sanitización.
Se alistan las escaleras para alcanzar las zonas más altas ( <i>Air coller</i> y transportadora inclinada).
El equipo del proceso se coloca el traje impermeable especial.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

#### **3.2.4. Observar y medir**

La medición y la observación del trabajo es indispensable para la búsqueda de la mejora de procesos, en esta etapa se buscará conocer a detalle información minuciosa que permitirá minimizar la cantidad de trabajo en la zona de proceso, excluir los movimientos sobrantes, substituir métodos y llevar a lo óptimo el tiempo improductivo en la preparación. Además, mediante ello se podrá aprovechar la mano de obra y reducir los costos que tiene el departamento de producción, mejorar la utilización del recurso humano y los materiales.

La materia prima y la mano de obra directa e indirecta juega un papel significativo dentro de este estudio que se realiza, de manera que se debe saber si se está empleando de manera eficiente el esfuerzo de los trabajadores, si cada una de las operaciones realizadas es ejecutada en el tiempo correcto y si se recibe apoyo para elaborar los programas correctamente.

Para un buen diseño del trabajo en el estudio hay que recordar que el principal motivo para estudiar la productividad en la empresa es encontrar las causas que la deterioran y, una vez conocidas, establecer las bases para incrementarla. Es por ello, que se deben conocer a fondo todos los factores que intervienen dentro del proceso.

- Productos

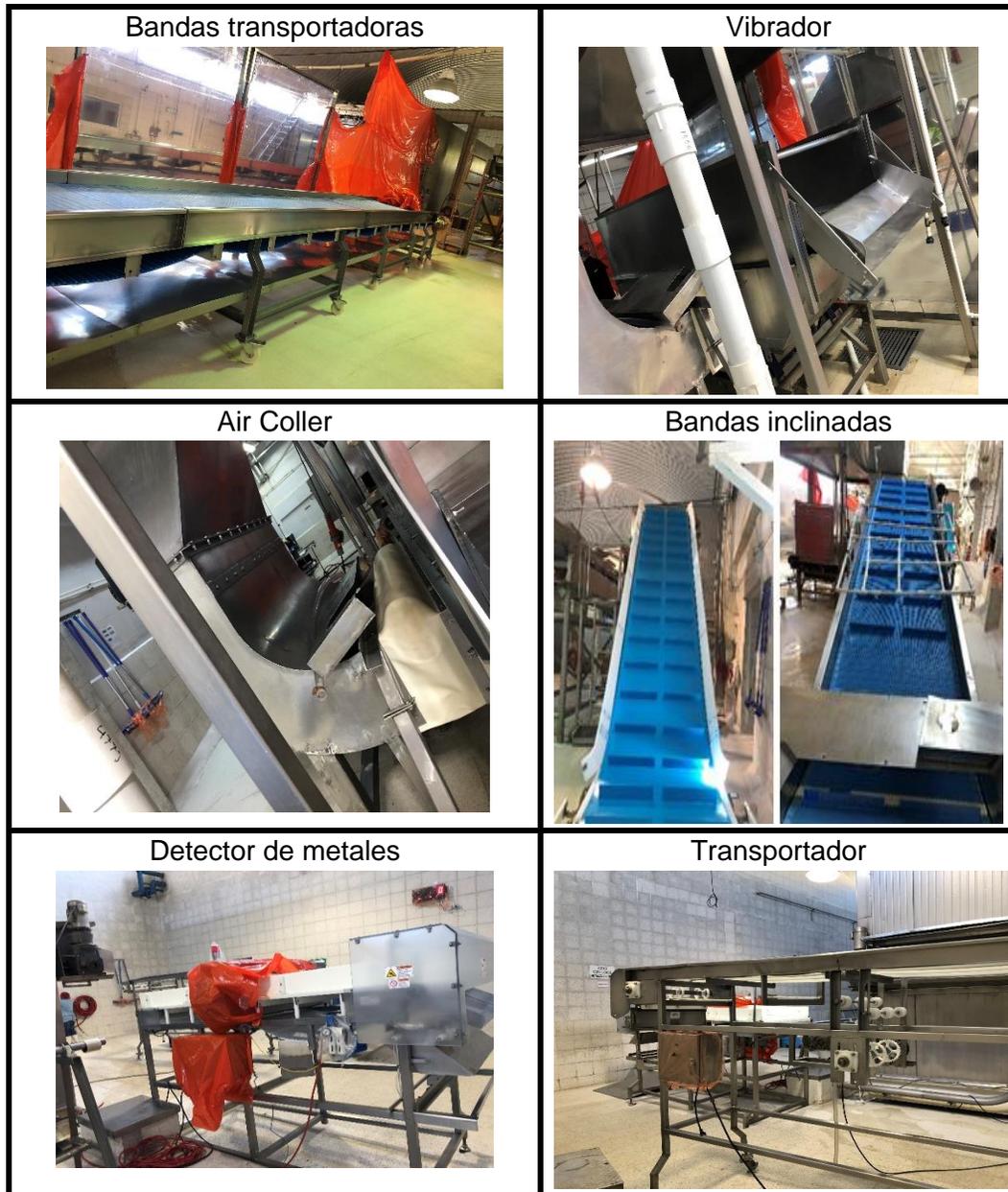
Tabla VIII. Lista de productos

Arveja china
Arveja dulce
Arveja dulce tote de 45" con esquineros
Brócoli 100 % tallo en cubos
Brócoli 100 % tallo <i>kettle cuisine</i>
Brócoli 100 % tallo en tiras aldi
Brócoli <i>chopped</i>
Brócoli <i>floret</i> para empaque
Brócoli <i>floret seabrook</i> tote 45"
Brócoli <i>minifloret</i> 20-45 mm
Brócoli <i>small</i> 20-40mm NZ tote 45" con esquineros de madera tarada
Brócoli <i>minifloret</i> 20-45mm tote 45" sin esquineros
Brócoli <i>small</i>
Brócoli <i>shoestring</i>
Brócoli <i>cut fresh frozen</i>
Brúsela <i>baby</i>
Brúsela mediana
Coliflor <i>floret Kamuk</i> en bolsa transparente
Coliflor <i>floret</i> / Coliflor médium
Coliflor <i>small</i> / <i>Petite</i>
Coliflor perla
Coliflor <i>shoestring</i>
Esparrago <i>petite</i> en bolsa
Esparrago <i>cut</i>
Okra cortada <i>clemson</i>
Okra cortada esmeralda
Okra <i>cut breaded</i> genérico
Okra <i>cut breaded Church's</i> para empaque
Okra <i>whole</i> Rusia 2" – 4"
Squash en rodaja / cuartos
Squash en rodaja <i>breaded</i>
Zanahoria <i>cut</i> color naranja y amarillo
Zanahoria <i>cut</i> color naranja Kamuk en bolsa transparente
Zanahoria <i>cut</i> color naranja Sumar en bolsa transparente
Zucchini en rodaja / cuartos

Fuente: elaboración propia.

- Maquinaria y equipo

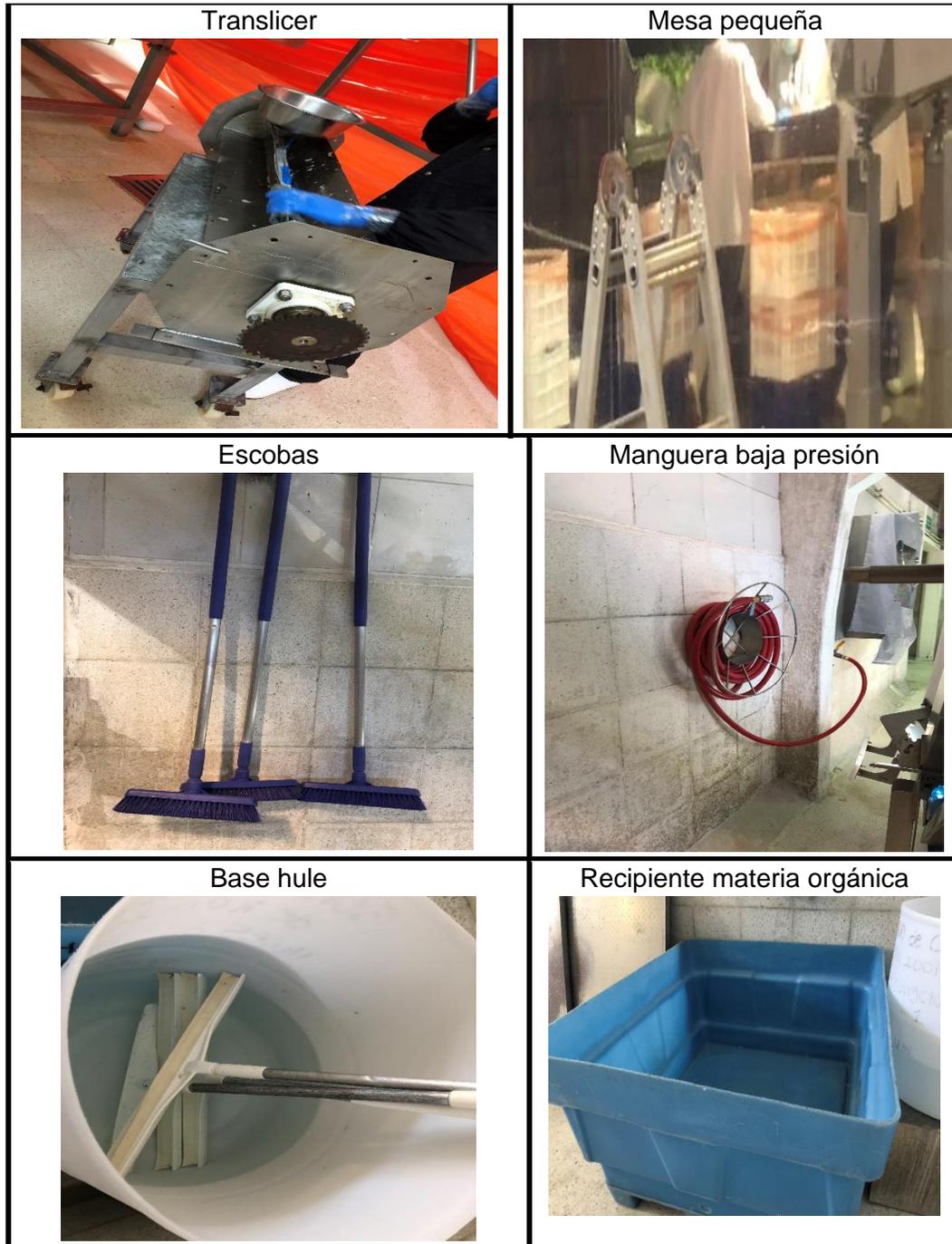
Tabla IX. Maquinaria y equipo



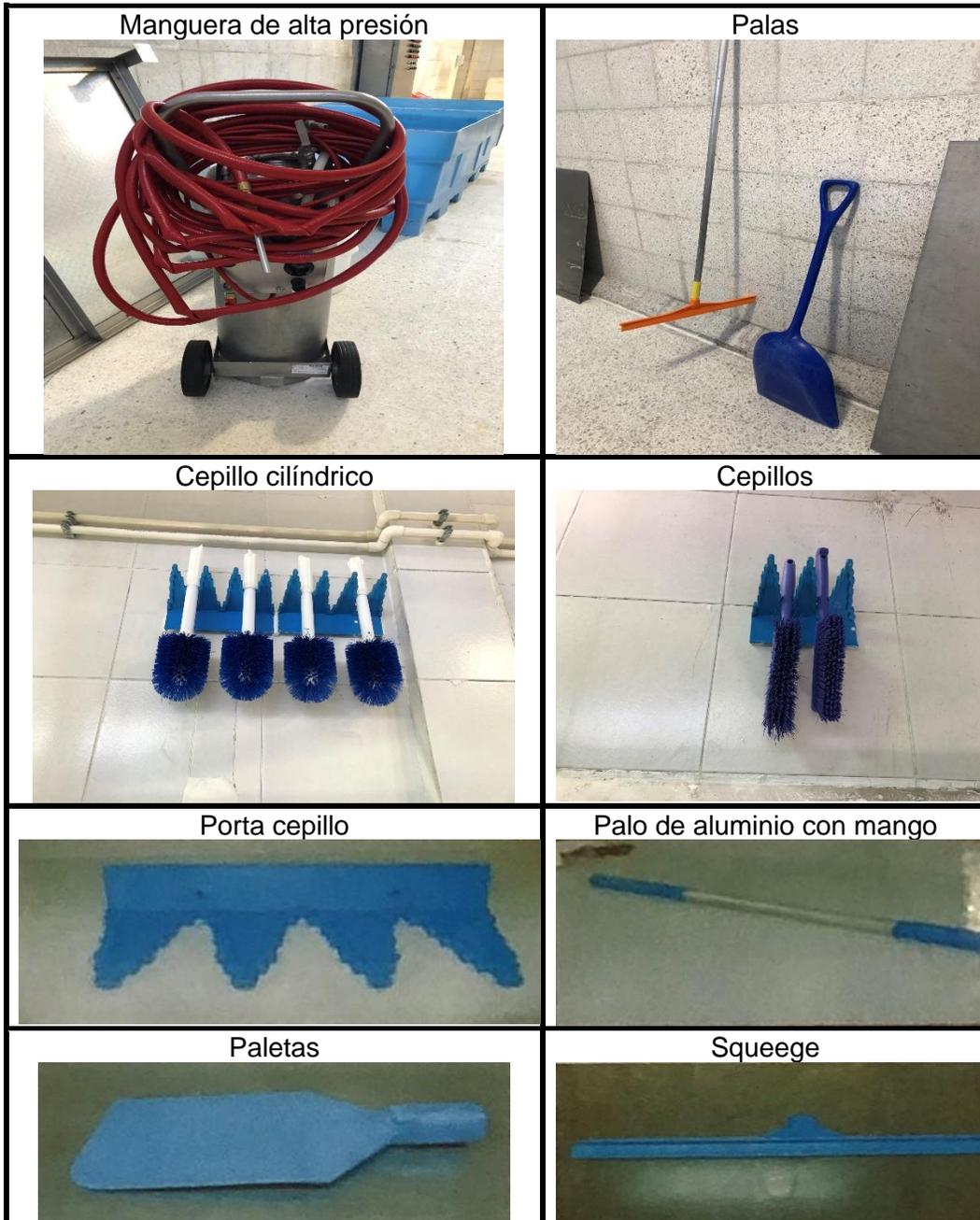
Continuación de la tabla IX.



Continuación de la tabla IX.



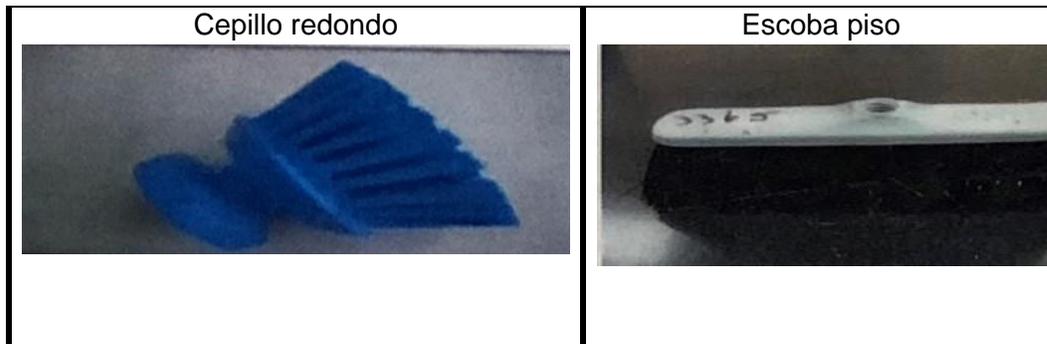
Continuación de la tabla IX.



Continuación de la tabla IX.

<p>Porta esponja</p> 	<p>Pala de acero inoxidable</p> 
<p>Esponja delgada</p> 	<p>Palo extensible con mango</p> 
<p>Porta cepillos</p> 	<p>Cepillo ovalo</p> 
<p>Cepillo mango corto</p> 	<p>Cepillo mango corto 2</p> 
<p>Cepillo de pared</p> 	<p>Cepillo de teflones</p> 

Continuación de la tabla IX.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

- Mano de obra

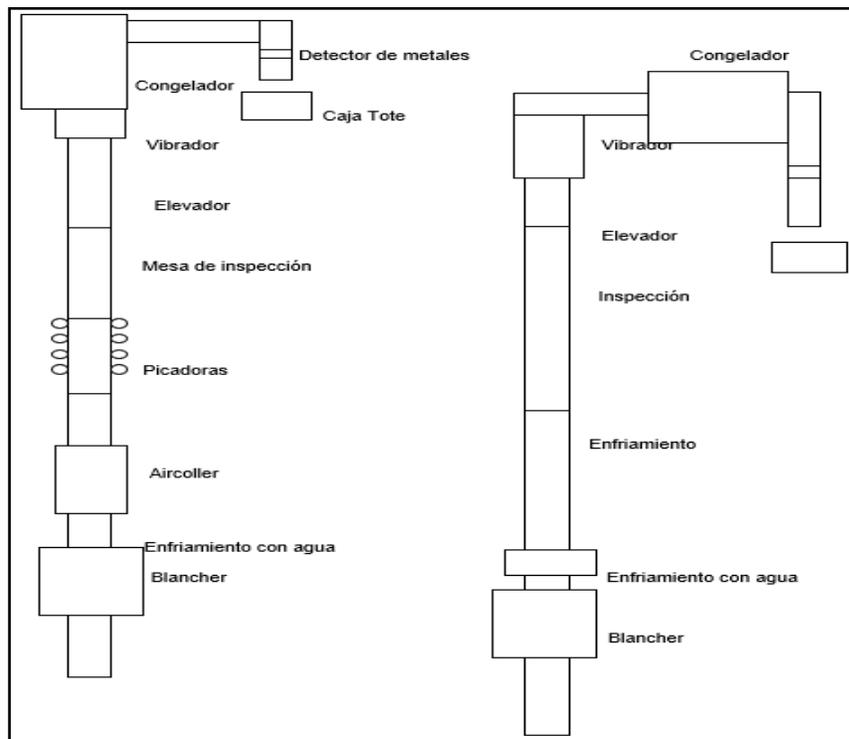
Tabla X. **Funciones mano de obra**

Departamento	Función	# personal
Control de calidad	Supervisan y controlan que los productos cumplan con normas específicas de acuerdo con las políticas de calidad de la empresa mediante planes de control. Comprueban muestras y examinan el producto, registran los controles realizados y elaboran informes.	2
Limpieza	Radica en mantener los espacios ordenados y pulcros, desechar la materia organica y demás desperdicios de material, mantener la higiene y la organización.	4
Proceso (personal manufactura)	Además de encargarse de la manufactura del material. Realizan el proceso de preparación en manufactura de vegetales de acuerdo con los cambios de lote del producto, en los cuales se debe lavar y preparar todo el equipo.	14

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

- Layout

Figura 19. **Layout**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

La Filosofía de *Lean Manufacturing*, introdujo en 1881, las bases del sistema actual de la medición del trabajo a través del análisis científico de cada una de las operaciones que integran un trabajo, con el objetivo de encontrar la manera más económica de ejecutarlo.

Si se examina el proceso analítico que él siguió, se encuentra en el siguiente orden:

- Análisis de todas las operaciones con el propósito de eliminar aquellas que fueran innecesarias.
- Determinación del mejor método de ejecución.

- Estandarización de los métodos, materiales, herramientas, equipo y condiciones de trabajo.
- Exacta determinación del tiempo que un operador calificado como normal necesita para ejecutar un trabajo.<sup>6</sup>

De acuerdo con esto, se puede hacer una relación con el proceso SMED y analizar los movimientos empleados en la ejecución de una tarea, con el objetivo de eliminar aquellos que fueran innecesarios y ordenar los útiles, para así obtener la eficiencia máxima.

- Eliminar todo trabajo innecesario.
- Combinar las operaciones o sus elementos.
- Cambiar la secuencia de operaciones.
- Simplificar las operaciones.
- Procedimiento para medir el trabajo

La técnica que se empleará para medir el trabajo será el estudio de tiempos con cronómetro. Con ayuda de algunas estimaciones de datos históricos que permitirán brindar una comparación de la efectividad del tiempo deseado, es decir, el nuevo tiempo estándar.

#### **3.2.4.1. Filmación completa de la operación de preparación**

Conociendo el producto, la maquinaria, la distribución en planta (layout), las instrucciones y mano de obra disponible, se detallan a continuación las actividades operacionales las cuales han sido grabadas y analizadas. También

---

<sup>6</sup> NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 123.

se toma nota de los datos históricos en tiempo estándar del proceso de preparación existentes para determinar y comparar el estudio SMED.

Tabla XI. **Actividades operacionales**

No.	Actividad	# Personal
1	Desalinear la maquinaria (bandas)	8
2	Desarmar las tuberías (cloro)	1
3	Limpieza en seco de materia orgánica y residuo	3
4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)	2
5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin de que no se moje)	4
6	Verificación y limpieza del piso	3
7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blancher</li> <li>• Bandas / fajas</li> <li>• Air coller</li> <li>• Transportador 1</li> <li>• Mesa de inspección pequeña</li> <li>• Mesa de inspección grande</li> <li>• Transportador 2</li> <li>• Vibrador</li> <li>• Transportador 3</li> <li>• Transportador 4</li> <li>• Detector de metales</li> </ul>	2 2 1 1 1 3 2 1 1 1 1
8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión. Depende del equipo. Alta = equipos difíciles de lavar ( <i>air coller, blancher, congelador</i> ), baja = equipos que son más fáciles de lavar ( <i>equipos pequeños</i> ).	16
9	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad	1
10	Desinfección del piso	2
11	Desinfección de las paredes	2
12	Desinfección de los equipos con cloro	6
13	Alineación de los equipos	8
14	Desinfección los equipos con amonio	6
15	Armazón de tuberías	2
16	Revisión de parámetros dependiendo el producto que se procesará	2
17	Desprender la bomba que alimenta a la maquinaria de agua	1
18	Medición de las concentraciones por parte de control de calidad	2
19	Destapar los motores	4
20	Arranque de la maquinaria para procesar el lote de producción	1
21	Colocación de bandejas para residuos y de caja tote grande en su lugar correspondientes	6
22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza	2
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza	2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

El personal que cumple las funciones del procedimiento de preparado en manufactura de vegetales es el personal encargado de manufacturar del producto, es decir, operarios dentro del área de proceso. Además, se cuenta con personal del departamento de calidad y personal de limpieza quienes junto con los operarios realizan diversas funciones para el correcto cumplimiento del proceso.

La mano de obra es distribuida durante este proceso de forma alterna, es decir, quienes terminan alguna tarea, se dirigen a ayudar a otras tareas retrasadas o bien a realizar la siguiente tarea.

#### **3.2.4.1.1. Recolección de tiempos actuales**

Para tener la medición del trabajo e identificar que tan eficiente será el desempeño de este estudio, se debe obtener el tiempo estándar, es decir, el patrón de tiempo requerido que se mide a un trabajador promedio, para terminar una unidad de trabajo, y así poder comparar el estudio con la mejora proyectada.

El tiempo tipo estándar del proceso objeto de estudio es la meta final de la medida del trabajo. Los pasos básicos para la realización del estudio de tiempos son:

- Preparativos
  - Selección de la operación.
  - Selección del trabajador.
  - Actitud frente al trabajador.
  - Análisis de comprobación del método de trabajo.

- Ejecución
  - Obtener y registrar la información.
  - Descomponer la tarea en elementos.
  - Cronometrar.
  - Calcular el tiempo observado.
  
- Valoración
  - Ritmo normal del trabajador promedio.
  - Técnicas de valoración.
  - Cálculo del tiempo valorado o base.
  
- Suplementos
  - Análisis de demoras.
  - Estudio de fatiga.
  - Cálculo de suplementos y sus tolerancias.
  
- Tiempo estándar
  - Error de tiempo estándar.
  - Cálculo de frecuencia de los elementos.
  - Determinación de tiempos de interferencia.
  - Cálculo de tiempo estándar.
  
- Preparativos
  - Selección de la operación: cada operación será medida de acuerdo con el orden previsto por la grabación. Esta elección es elegida con base al criterio de que es más cómodo analizar un procedimiento como este, en el orden de las operaciones.
  - Selección del trabajador: cuando se elige al operador es necesario considerar los siguientes puntos:

- Habilidad: elegir a un trabajador con habilidad promedio.
- Deseo de cooperación: no seleccionar a un trabajador que se opone al cambio.
- Temperamento: no elegir a un trabajador nervioso.
- Experiencia: es preferible elegir a un trabajador con experiencia.

Tabla XII. **Elección de trabajadores**

Selección de personal	
Operario de manufactura	Manuel Ramírez
Control de calidad	Víctor Muñoz
Limpieza	José Mendizábal

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Tras entrevista directa con base a la experiencia y la relación con el proceso de preparado en manufactura en vegetales e historial de recurso humano, han sido seleccionados los trabajadores anteriormente mencionados, los cuales se clasifican como “operadores normales” y quienes serán posteriormente calificados como parte de la medición del trabajo.

Tabla XIII. Preguntas

Preguntas centrales, establecidas en entrevista:
<p>1. ¿Qué tanto conoce el proceso de preparación y lavadas en manufactura de vegetales?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel Ramírez – bastante</li><li>• Víctor Muñoz – lo suficiente</li><li>• José Mendizábal – bastante</li></ul>
<p>2. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el área de manufactura em vegetales?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel Ramírez – 4 años</li><li>• Víctor Muñoz – más 7 años</li><li>• José Mendizábal – más de 2 años</li></ul>
<p>3. ¿Sabe realizar todas las actividades implementadas en el proceso de preparación en manufactura de vegetales, con base a su campo de empleo?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel Ramírez – sí</li><li>• Víctor Muñoz – sí</li><li>• José Mendizábal – sí</li></ul>
<p>4. ¿Posee alguna discapacidad física o mental?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel Ramírez – no</li><li>• Víctor Muñoz – no</li><li>• José Mendizábal – no</li></ul>
<p>5. ¿Desea que realice la medición de tiempos sobre la ejecución de sus actividades en el proceso, sin ningún desinterés u oposición?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel Ramírez – sí</li><li>• Víctor Muñoz – sí</li><li>• José Mendizábal - sí</li></ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

Para la medición del trabajo y calificación de actuación se utilizará el Método Westinghouse.

Figura 20. Sistema Westinghouse

<b>1. <u>Habilidad o Destreza.</u></b>			<b>2. <u>Esfuerzo.</u></b>		
Superior	(A1)	0,15	Excesivo	(A1)	0,13
Superior	(A2)	0,13	Excesivo	(A2)	0,12
Excelente	(B1)	0,11	Excelente	(B1)	0,10
Excelente	(B2)	0,08	Excelente	(B2)	0,08
Bueno	(C1)	0,06	Bueno	(C1)	0,05
Bueno	(C2)	0,03	Bueno	(C2)	0,02
Promedio	(C)	0,00	Promedio	(C)	0,00
Regular	(E1)	-0,05	Regular	(E1)	-0,04
Regular	(E2)	-0,10	Regular	(E2)	-0,08
Malo	(F1)	-0,16	Malo	(F1)	-0,12
Malo	(F2)	-0,22	Malo	(F2)	-0,17
<b>3. <u>Condiciones de Trabajo.</u></b>			<b>4. <u>Consistencia.</u></b>		
Ideal	(A)	0,06	Perfecta	(A)	0,04
Excelente	(B)	0,04	Excelente	(B)	0,03
Bueno	(C)	0,02	Bueno	(C)	0,01
Promedio	(D)	0,00	Promedio	(D)	0,00
Regular	(E)	-0,03	Regular	(E)	-0,02
Malo	(F)	-0,07	Malo	(F)	-0,04

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.



- Actitud frente al trabajador
  - El estudio no se realiza en secreto.
  - Una vez sabiendo las políticas de la empresa se cuidan y se prevalecen.
  - No se discute ni se critica al trabajador, se respeta y se pide su colaboración.
  - Se comunicó a las autoridades de la realización del estudio de tiempos.
  
- Análisis de comprobación del método de trabajo

Mediante la identificación de las actividades, se puede verificar que todas las actividades han sido normalizadas, es decir, están fijadas en forma que se realizan de la misma manera, especifican que se trabajan en el área de proceso, poseen las mismas características, la maquinaria es la misma en cada realización, las herramientas utilizadas no son cambiadas, los materiales procesados no difieren (vegetales) y el equipo de seguridad usado también (equipo impermeable).

#### **3.2.4.1.2. Tabla de cambio rápido**

Mediante la siguiente tabla diseñada para el análisis del set up, se llevará a cabo las anotaciones de las actividades/elementos y los tiempos tomados durante la ejecución del estudio SMED. Este será el documento básico de SMED y será diferente al de la hoja de observaciones.

Tabla XV. **Tabla de cambio rápido (Análisis set up)**

Análisis SET-UP	No.	Actividad / Elementos	Tiempo de actividad (min)	Clasificación (marcar con x)		Tiempo (min)		Análisis (marcar con x)			
				Interna	Externa	Tiempo interno	Tiempo externo	Eliminar	Combinar	Reducir	Simplificar

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Formato de apunte de tiempos para tablilla (estudio de tiempos)

Tabla XVI. **Formato de hoja de observaciones**

Fecha: _____		Nombre operario: _____					Manufactura Área de Proceso	
Estudio No. _____		Sección: _____						
Hoja No. _____		Línea: _____					Autorización:	
Jornada: _____		Máquina - Equipo: _____						
		Productos de cambio: _____						
Análisis SET-UP	No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)					Observaciones
			T1	T2	T3	T4	T5	
	Total							
Calificación de la actuación							Otros:	
Suplementos								

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.2.4.1.3. Equipo para la recolección de tiempos**

El equipo mínimo requerido para la realización de este estudio de tiempos comprende:

- Un cronometro, que será el aparato empleado para medir el tiempo.
- Un tablero o tablilla de apuntes.
- Calculadora de bolsillo.
- Lápiz y borrador.
- Formato de apunte de tiempos.

Además de lo mencionado, también se cuenta con la cámara de filmación utilizada para el SMED.

- **Cronómetro**

Hay que recordar que el cronómetro se clasifica de diferente manera y difiere de sus mecanismos de trabajo. Los cronómetros ordinarios solo llevan un pulsador para ponerlos en marcha y volverlos a cero. Los cronómetros de vuelta a cero llevan dos pulsadores, uno generalmente combinado con corona, para ponerlos en marcha, pararlos y volverlos a cero, y otro independiente que al pulsarlo retorna a la aguja a cero y soltándolo inmediatamente la aguja recomienza su marcha. Los cronómetros retrapantes o con aguja recuperadora tienen dos agujas principales una "S" y otra "R" y tres pulsadores: central "C" y otras dos laterales "A" y "B".

- Clasificación
  - Digitales: es un artilugio digital que se utiliza como instrumento para medir el tiempo en segundos (escalas milésimas o centésimas) con bastante precisión. Este tipo de instrumentos se basan en tecnología más moderna con oscilador de cuarzo y mediante circuitos electrónicos consiguen medir eficazmente los intervalos de tiempos.
  - Análogos: usan elementos mecánicos para medir los intervalos de tiempo. Para el tradicional cronómetro mecánico, la fuente de poder es un resorte helicoidal, el cual almacena energía obtenida por cuerda. La base de tiempo es usualmente una rueda balanceada que funciona como un péndulo de torsión.
  
- Mecanismo
  - Cronómetro decimal de minutos (0,01 min).
  - Cronómetro decimal de minutos (0,001 min).
  - Cronómetro decimal de horas (0,0001 min).
  - Cronómetro electrónico.
  - Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora.

En el presente estudio de tiempos se utilizará el cronómetro digital, con el mecanismo de decimal de minutos (0,01 min) y el método de lectura con retroceso a cero, ya que posee la ventaja de proporcionar en forma directa el tiempo de duración de cada elemento, restando notablemente el trabajo, además de ser flexible por su comienzo siempre en cero.

Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente de corona de un reloj de “un golpe” cuando termina cada actividad/elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato a su marcha.

Figura 21. **Cronómetro digital**



Fuente: Amazon. *Cronometro digital temporizador*. <https://www.amazon.com/-/es/Cron%C3%B3metro-temporizador-visualizaci%C3%B3n-cron%C3%B3metros-entrenadores/dp/B07CZJXTZN>. Consulta: 3 de febrero de 2019.

- Tablilla para el estudio de tiempos: es la herramienta en la que se coloca el formato básico de SMED (hoja de observaciones).

Figura 22. **Tablilla**



Fuente: Sablón. *Tablas de apoyo*. <https://www.sablón.com.mx/nuestros-productos/tablas-de-apoyo/>. Consulta: 3 de febrero de 2019.

#### 3.2.4.1.4. Realización del estudio de tiempos

- En la ejecución del estudio de tiempos, antes de obtener las medidas se debe registrar toda la información concerniente a cada operación, obtenida mediante la filmación directa.
- Información que permita identificar el estudio.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- Información que permita identificar al operador.
- Información que permita describir la duración del estudio.
- Las operaciones deben ser estudiadas individualmente con todo cuidado, en tanto que se logre concentrar la relación con el proceso completo, es decir, que se debe mantener una actitud mental inquisitiva por medio de la cual se logren todos los datos posibles y se juzgue su utilidad con relación a la operación en estudio.

Fórmula 1. Factor de actuación

$$\sum \text{calificación} + 1$$

Tabla XVII. Toma de tiempos 1.1

Fecha: _____		Nombre operario: <u>Manuel Ramírez</u>					Manufactura Área de Proceso
Estudio No. <u>1</u>		Sección: <u>operaciones manufactura</u>					
Hoja No. <u>1</u>		Línea: <u>1</u>					Autorización: Jefe de planta
Jornada: matutina		Máquina - Equipo: Blancher, Bandas / fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.					
		Productos de cambio: brócoli a brócoli					
No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)					Observaciones
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Desalinear la maquinaria	4,57	4,91	4,44	4,49	4,76	
2	Desarmar tuberías de cloro	3,72	3,29	3,32	3,8	3,6	
7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras	29,57	27,92				Se tomaron 2 lecturas de esta actividad ya que es un elemento muy demorado
8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión.	23,01	24,57				Se tomaron 2 lecturas de esta actividad ya que es un elemento muy demorado
12	Desinfección de los equipos con cloro	4,12	4,45	4,8	4,41	4,67	
13	Alineación de los equipos	5,38	5,09	5,72			Se tomaron 3 lecturas de esta actividad ya que es un elemento demorado
14	Desinfección los equipos con amonio	3,49	3,8	3,55	3,41	3,77	
15	Armazón de tuberías	2,55	2,37	2,48	2,31	2,26	
17	Desprender la bomba que alimenta a la maquinaria de agua	0,59	0,73	0,71	0,66	0,68	
19	Destapar los motores	2,37	2,59	2,63	2,43	2,49	
20	Arranque de la maquinaria para procesar el lote de producción (se empieza a calentar aprox 8min)	0,45	0,53	0,48	0,5	0,52	
21	Colocación de bandejas para residuos y de caja tote grande en su lugar correspondientes	2,72	2,51	2,6	2,55	2,62	
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza	0,57	0,55	0,51	0,47	0,52	
<b>Total</b>		<b>83,11</b>	<b>83,31</b>	<b>31,24</b>	<b>25,03</b>	<b>25,89</b>	
<b>nota:</b> Los primeros dos totales son parecidos en tendencia ya que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos tres totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad		+0,06 C1 Buena		<b>Otros:</b>	
		Esfuerzo		0,00 D Regular			
		Condiciones		+0,00 D Regulares			
		Consistencia		+0,01 C Buena			
		Total		+0,07			
<b>Suplementos</b>		Necesidades personales		5			
		Por fatiga		4			
		Por trabajar de pie		2			
		Por postura anormal		2			
		Uso de fuerza / energía muscular		3			
		Tedio		2			
<b>Total</b>		<b>18</b>					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XVIII. Toma de tiempos 1.2

<b>Fecha:</b> ____ <b>Estudio No. 1</b> <b>Hoja No. 2</b> <b>Jornada:</b> matutina		<b>Nombre operario:</b> <u>Victor Muñoz</u> <b>Sección:</b> <u>control de calidad</u> <b>Línea:</b> 1 <b>Máquina - Equipo:</b> Blancher, Bandas / fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales. <b>Productos de cambio:</b> brócoli a brócoli					<b>Manufactura</b> <b>Área de Proceso</b>	
							<b>Autorización:</b> Jefe de planta	
<b>Análisis set up</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad / Elemento</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>					<b>Observaciones</b>
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
	<b>9</b>	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad	2,48	2,69	2,9	2,74	2.81	
	<b>16</b>	Revisión de parámetros dependiendo el producto que se procesará	3,13	3,5	3,18	3,47	3.28	
	<b>18</b>	Medición de las concentraciones por parte de control de calidad	2,57	2,68	2,51	2,56	2.63	
	<b>Total</b>		<b>8.18</b>	<b>8,87</b>	<b>8,59</b>	<b>8,77</b>	<b>8,72</b>	
	<b>nota:</b> Los totales son parecidos en tendencia.							
	<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad	+0,03	C2 Buena	<b>Otros:</b>		
			Esfuerzo	0,00	D Regular			
			Condiciones	+0,02	C Buenas			
Consistencia			0,00	C Regular				
Total			+0,05	Factor de actuación	+1,05			
<b>Suplementos</b>		Por necesidades personales		5				
		Por fatiga		4				
		Total		9				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XIX. Toma de tiempos 1.3

Fecha: ____		Nombre operario: <u>José Mendizábal</u>					Manufactura Área de Proceso	
Estudio No. <u>1</u>		Sección: <u>limpieza</u>						
Hoja No. <u>3</u>		Línea: <u>1</u>					Autorización: Jefe de planta	
Jornada: matutina		Máquina - Equipo: Blancher, Bandas / fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.						
		Productos de cambio: brócoli a brócoli						
Análisis set up	No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)					Observaciones
			T1	T2	T3	T4	T5	
	3	limpieza en seco de materia orgánica y residuo	5,38	4,92	5,06			Se tomaron 3 lecturas de esta actividad ya que es un elemento demorado
	4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)	1,76	2,05	1,83	1,95	1,88	
	5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje)	2,2	1,94	1,97	2,18	2,04	
	6	Verificación y limpieza del piso	4,82	5,39	5,08			Se tomaron 3 lecturas de esta actividad ya que es un elemento demorado
	10	Desinfección del piso	2,19	2,03	2,14	2,05	2,01	
	11	Desinfección de las paredes	4,65	5,11	4,77			Se tomaron 3 lecturas de esta actividad ya que es un elemento demorado
	22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza	2,4	2,22	2,2	2,31	2,19	
	<b>Total</b>			<b>23,40</b>	<b>23,66</b>	<b>23,05</b>	<b>8,49</b>	<b>8,12</b>
<p><b>nota:</b> Los primeros tres totales son parecidos en tendencia ya que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos dos totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.</p>								
Calificación de la actuación	Habilidad		+0,06 C1 Buena		<b>Otros:</b>			
	Esfuerzo		0,00 D Regular					
	Condiciones		-0,03 E Aceptables					
	Consistencia		0,00 C Regular					
	Total	+0,03	Factor de actuación	+1,03				
Suplementos	Por necesidades personales			5				
	Por fatiga			4				
	Por trabajar de pie			2				
	Uso de fuerza / energía muscular			3				
	Monotonía			1				
	Total			15				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Nota: el número de muestras preliminar “n” fue de 5 lecturas para los elementos cortos, de 3 para elementos demorados y 2 para los elementos aún más demorados.

- Los tres estudios que se realizaron fueron con cambio de lote de brócoli a brócoli, ya que se presentó la temporada de dicho producto.
- Para los suplementos se tomó en cuenta la tabla OIT, en el cual el operario seleccionado es hombre (en las tres hojas de estudio).
- Se considera que durante el estudio se realizaron las lecturas y se expresaron en números decimales de minutos.
- Se tomó en cuenta que no todas las actividades son realizadas por la persona seleccionada, sino por varios trabajadores, sin embargo, se optó por estudiar solamente al más adecuado y tomarle el tiempo que le lleva terminar el trabajo distribuido.
- Las actividades son rotadas a menudo y todos los trabajadores deben saber cómo hacer las gestiones necesarias de preparación de todos los equipos.

Algunos tiempos fueron tomados por parte separada de la misma secuencia.

Fórmula 2. Determinación del tamaño de muestra

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Esta fórmula asegura un nivel de confianza del 95,45 % y un margen de error del  $\pm 5$  %.

Donde:

n = tamaño de la muestra

n' = número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = sumatoria de valores

x = valor de las observaciones

Fórmula 3. Tiempo promedio

$$T_{prom} = \frac{\sum_i^n X_i}{n}$$

Fórmula 4. Tiempo normal

$$T_{Normal} = T_{prom} * \text{factor de actuación}$$

Fórmula 5. Suplementos

$$\text{Suplementos} = T_{Normal} * \frac{Sup}{100}$$

Fórmula 6. Tiempo estándar

$$\text{Tiempo estándar} = T_{Normal} + \text{Suplementos}$$

Fórmula 7. Tiempo estándar

$$\text{Tiempo ciclo} = \sum \text{Tiempo estándar}$$

Tabla XX. Determinación del estudio de tiempos

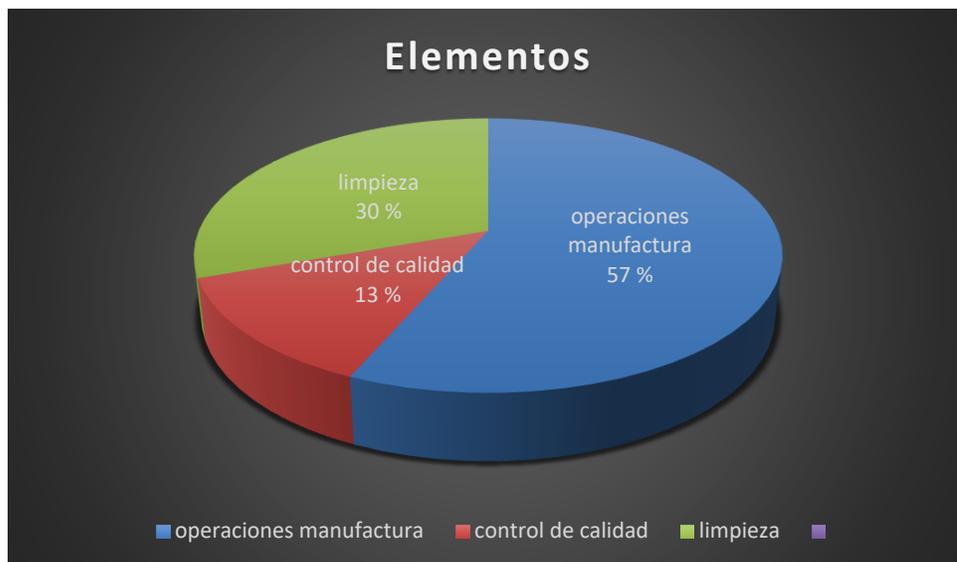
Nombre del operario	No. Actividad	n'	n	Tiempo																	
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	Tprom	TNormal	Suplementos	T Estandar	T ciclo
				Manuel Ramírez F.a. = 1,07 Sup = 18	1	5	2	4,57	4,91	4,44	4,49	4,76	4,30	5,01							
2	5	5	3,72	3,29	3,32	3,8	3,6	3,48	3,91	4,10	3,03	3,02				3,53	3,77	0,68	4,45		
7	2	1	29,57	27,92	28,19											28,56	30,56	5,50	36,06		
8	2	2	23,01	24,57	21,96	24,05										23,40	25,04	4,51	29,54		
12	5	4	4,12	4,45	4,8	4,41	4,67	3,90	4,88	4,21	4,07					4,39	4,70	0,85	5,54		
13	3	4	5,38	5,09	5,72	5,10	4,83	5,92	5,55							5,37	5,75	1,03	6,78		
14	5	3	3,49	3,8	3,55	3,41	3,77	3,00	3,69	4,05						3,60	3,85	0,69	4,54		
15	5	3	2,55	2,37	2,48	2,31	2,26	2,90	2,13	1,99						2,37	2,54	0,46	3,00		

Continuación de la tabla XX.

<b>Víctor Muñoz</b> f.a. = 1,05 Sup = 9	18	5	1	2,57	2,48	0,57	2,72	0,45	2,37	0,59
	5	5	4	2,68	2,69	0,55	2,51	0,53	2,59	0,73
	1	3	2,9	3,18	2,9	0,51	2,6	0,48	2,63	0,71
	2,56	3,47	2,74	2,55	0,5	2,43	0,66			
	2,63	3,28	2,81	2,62	0,52	2,49	0,68			
	2,70	3,65	2,44	2,63	0,57	2,52	0,55			
	3,07	3,02	0,51	2,19	0,55	2,19	0,83			
	2,96	2,70	0,48	0,44	0,64					
	2,39	2,39	0,55	0,58	0,47	0,75				
	0,58	0,47	0,60	0,81						
	0,71	0,71	0,67							
	2,61	3,28	2,69	2,61	0,51	2,46	0,67			
	2,74	3,44	2,82	2,79	0,55	2,63	0,72			
	0,25	0,31	0,25	0,50	0,10	0,47	0,13			
	2,99	3,75	3,07	3,29	0,65	3,11	0,85			
	9,81			104,33						



Figura 23. **Elementos de preparación**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### **3.2.4.2. Creación del equipo de trabajo multidisciplinar**

Contar con el equipo interdisciplinario, es necesario para recopilar toda la información acerca del cambio, realizando las actividades que se mencionaron con anterioridad (cronometraje, filmación, registro de actividades, entre otros.). Además, al contar con el equipo de personas que pertenecen a diversas áreas con otros conocimientos, experiencias y puntos de vista, el análisis posterior de los datos obtenidos será mucho mejor.

Puntos importantes para la implementación del equipo:

- La organización debe tomar conciencia de la importancia que tiene el presente estudio para la empresa.

- Capacitación y entrenamiento a modo de incrementar la productividad y reducir los costos mediante la reducción de tiempo.
- Terminar con la creencia de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
- Se debe dejar la costumbre de seguir métodos ya construidos, para pasar a los propios métodos. Cada actividad, cada máquina, cada instrumento tiene sus propias y especiales características que las hacen únicas y diferentes, razón por la cual se puede contar con la capacidad de encontrar solución a los problemas atinentes a la reducción en los tiempos de preparación.
- Se debe dar énfasis clave a la reducción de tiempo, tanto de preparación, cómo de proceso general de la operación productiva, dado sus notorios efectos sobre la productividad, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción.
- Se busca eliminar viejas costumbres y métodos de trabajo adquiridos durante muchos años. Esta fase es muy delicada, puesto que la actitud del personal a los cambios suele ser negativa. Para aminorar estas dificultades es preciso realizar nuevas tareas de formación e información de la filosofía SMED, a través de un plan de capacitación, explicando detenidamente cuál es la nueva forma de trabajo, hasta que la nueva forma de trabajo se convierta en la habitual.

Es muy importante hacer partícipe cada miembro de la organización, ya sea estando al tanto de la nueva metodología que se está implementado y también de los beneficios obtenidos. Es de suma importancia considerar que las

personas necesitan ver resultados, por más pequeños que sean los logros, se debe mantener informado al personal de todo lo que se ganó con el trabajo realizado en la implementación del método, esto los mantendrá interesados y motivados para continuar trabajando para la mejora continua.

La aplicación del equipo SMED se llevará a cargo del personal del departamento de manufactura, limpieza, control de calidad, recursos humanos y mantenimiento ya que son los miembros de planta quienes poseen un conocimiento más profundo del área-máquina-línea. La experiencia y habilidad de cada uno de ellos permitirá establecer mejoras para ser aplicadas inmediatamente.

- Capacitaciones

Para las capacitaciones se deberá contar con el salón de videoconferencias de la empresa, el cual cuenta con una sala espaciosa y amplia con proyector de imágenes, pizarra, sillas, buena iluminación, ventilación, comodidad y ambiente tranquilo. En éste se establecerá el taller SMED de estudio. Esta sala constará de todas las herramientas necesarias para ejemplificar e ilustrar la manera óptima de realización de las diferentes actividades.

Este taller será llevado a cabo con ayuda del departamento de recursos humanos quienes tomarán nota, lista, calendará el respectivo programa SMED y tomará medidas de evaluación al personal convocado.

Figura 24. **Salón de conferencias**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Este taller pretende trabajar con el mismo número del personal para el procedimiento, ya que no es posible contar con más personal por motivos de disponibilidad. Se trabajará con un total de:

- Operadores manufactura – 14
- Limpieza – 4
- Control de calidad – 2

La imagen de un líder es fundamental, que guie al equipo hacia las metas establecidas en el área de proceso.

- Iniciativa y puesta en marcha del proyecto.
- Calendario de cumplimiento.
- Seguimiento de logros.
- Consensos con los integrantes.

Que delegue las 5Cs (confianza, compromiso, complementariedad, coordinación, comunicación) y que logre multiplicar el trabajo y dividir el esfuerzo.

En la creación del equipo interdisciplinario la organización es muy importante y se tienen que tener en cuenta y respetar los modelos de trabajo que cada individuo va a presentar de acuerdo con su disciplina.

Se deben fijar claramente las funciones de cada individuo dentro del equipo, tiempos y horarios para llegar a las metas y establecer un sistema igualitario de intercambio de conocimientos y habilidades.

Es necesario que cada miembro del equipo sea flexible y se adapte fácilmente a tareas no habituales de su campo. Tener una comunicación clara y transparente con todos los integrantes.

La línea que será analizada e implementada será la línea 1, ya que Independientemente que línea sea, servirá para sentar las bases del SMED ya que las dos líneas usan los mismos modelos de máquina en su totalidad y en ellas se realizan los mismos cambios de productos de lote.

- Calendarización – jornada matutina

Tabla XXI. Programa de capacitación

Hora	Actividad	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom
7:00 – 9:00	Teoría – Productividad, Eficiencia, Eficacia, <i>Lean Manufacturing</i> , <i>Just in time</i> , mejora continua ( <i>kaizen</i> ), herramientas <i>Lean</i> , importancia de reducir los tiempos	X	X	X				
9:00 – 11:00	Teoría – Metodología SMED		X	X	X			

Continuación de la tabla XXI:

11:00 - 12:00, 1:00 – 2:00	Práctica – asignación de responsabilidades y nueva metodología				X			
2:00 – 4:00	Práctica – Evaluación de medidas correctivas					X		
1:00 – 4:00	Ensayo -						X	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tiempo de programa = 1 una semana.

Posteriormente el equipo de SMED, dará continuidad a lo establecido en el plan de acción de mejora continua (mediano y largo plazo) durante dos meses como máximo para determinar al final de este periodo el estándar a cumplir. Se tendrá previsto la realización de al menos tres ensayos. Esto con el fin de comenzar a introducir el estándar de una forma adecuada.

### 3.2.4.3. Elaboración del documento de trabajo

Se resumirán las actividades realizadas y los tiempos que comprenden en el formato correspondiente creado para SMED.

Tabla XXII. **Formato de apunte de tiempos**

Sección: _____											
Línea: _____											
Máquina - Equipo: _____											
Productos de cambio: _____											
<b>Análisis SET-UP</b>	<b>N<sub>o</sub></b>	<b>Actividad / Elemento</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>	<b>Clasificación (marcar con x)</b>		<b>Tiempo (min)</b>		<b>Análisis (marcar con x)</b>			
				<b>Interna</b>	<b>Externa</b>	<b>Tiempo interno</b>	<b>Tiempo externo</b>	<b>Eliminar</b>	<b>Combinar</b>	<b>Reducir</b>	<b>Simplificar</b>
			<b>Total</b>								
	<b>Conclusión:</b>										

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### 3.2.5. **Identificación de las operaciones internas y externas**

Se debe listar e identificar todas las actividades del proceso y diferenciar los elementos internos de los externos.

Operaciones internas: operaciones del proceso que se realizan con máquina parada.

Operaciones externas: operaciones del proceso que se realizan con máquina en marcha.

Tiempo interno: corresponde al tiempo de las operaciones que se realizan a máquina parada.

Tiempo externo: corresponde al tiempo de las operaciones que se realizan a máquina en marcha, es decir, durante el periodo de producción.

Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa: lo que se busca es hacer todo cuanto se pueda de manera externa de modo que tareas internas se reduzcan.

Reducir tiempo de operaciones internas: existen tareas internas que no se pueden convertir en externas, pero si se pueden mejorar en cuanto a tiempo de elaboración.

### **3.2.5.1. Separar operaciones internas y externas**

Consistirá en marcar con una “x” la respectiva casilla de interno o externo para su clasificación, así también el tiempo correspondiente y las observaciones respectivas en el documento de trabajo elaborado para el estudio SMED.

Primero se observa si el elemento es una actividad interna o una actividad externa, y si es posible su conversión para así colocar dentro de las observaciones analizadas la meta que se pretende obtener hacia ese elemento. Si no fuese el caso que no se trate de convertir un elemento interno/externo, se pretende buscar otra posible alternativa.

## Técnica de la actitud interrogante

El analista debe preguntarse: ¿es necesaria hacer la operación? ¿Puede eliminarse? ¿Puede combinarse con otra? ¿Puede cambiarse el orden? ¿Puede simplificarse? ¿Puede reducirse?

En la lista de comprobación de análisis, se deberá comprender: ¿Qué se logra?, ¿Dónde se logra?, ¿Quién lo hace?, ¿Cómo se hace?

Se deberá analizar: ¿Es necesario?, ¿Por qué ahí?, ¿Por qué esa persona?, ¿Por qué de esa manera?

Se debe identificar claramente cuál de las operaciones deben ser realizadas cuando la máquina esta parada y cuáles pueden ser realizadas mientras la máquina está funcionando. Por ejemplo, toda preparación o transporte de herramentales, dispositivos, calibres, herramientas y materiales, desde y hacia la máquina pueden ser realizadas mientras la máquina está en funcionamiento.

Las operaciones internas deben limitarse a sacar el herramental actual y colocar el nuevo herramental así como su anclaje. Por medio de una simple separación y organización de las operaciones internas y externas el tiempo de cambio de serie puede ser reducido de 30 a 50 %.

### **3.2.5.2. Convertir operaciones internas a externas**

Se examina para verificar si se podrán convertir las operaciones internas en externas, o bien, si se podrán eliminar, combinar, reducir o simplificar. En este punto del taller es necesario usar todo el conocimiento, la experiencia, la

lógica y la creatividad. La esencia en el estudio SMED está en eliminar tantos elementos del *set up* como sea posible y eliminar o minimizar los elementos restantes.

Tabla XXIII. Operaciones manufactura

Sección: <u>operaciones manufactura</u> Línea: <u>1</u> Máquina - Equipo: Blancher, Bandas / fajas, Air coller, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales. Productos de cambio: brócoli a brócoli											Manu factura Área de Proceso	
											Estudio: SMED	
Análisis <i>set up</i>	No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)	Clasificación (marcar con x)		Tiempo (min)		Análisis (marcar con x)				Observaciones
				Interna	Externa	Tiempo interno	Tiempo externo	Eliminar	Combinar	Reducir	Simplificar	
	1	Desalinear la maquinaria	5,86	X		5,86			X			Convertir de interno a externo (iniciar mientras se termina de procesar)
	2	Desarmar tuberías de cloro	4,45	X		4,45			X			Convertir de interno a externo (iniciar mientras se termina de procesar)
	3	Limpieza en seco de materia orgánica y residuo	6,02	X		6,02			X			Convertir de interno a externo
	4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)	2,27	X		2,27			X			Convertir de interno a externo
	5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje)	2,47	X		2,47			X			Convertir de interno a externo
	6	Verificación y limpieza del piso	5,99	X		5,99				X		Se debe buscar la manera de reducirlo

Continuación de la tabla XXIII.

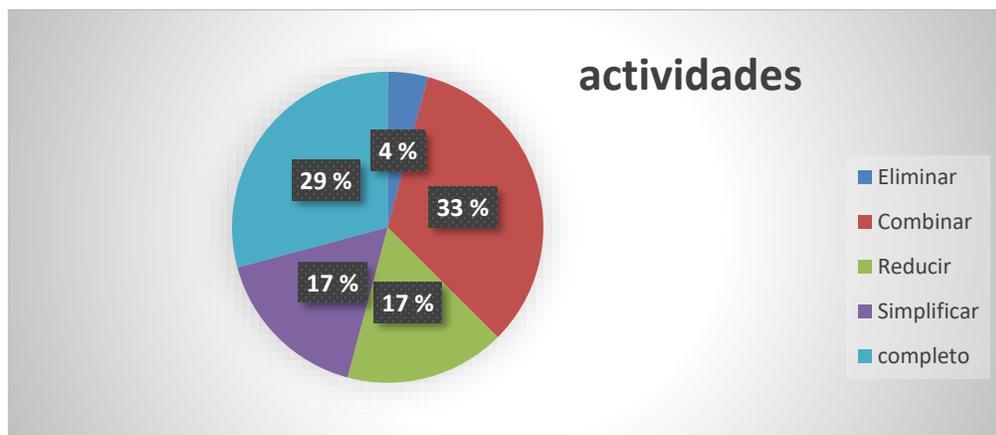
	7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras	36,06	X		36,06				X		Se debe buscar la manera de reducirlo
	8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión.	29,54	X		29,54				X		Se debe buscar la manera de reducirlo
	9	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad	3,07	X		3,07			X			Puede hacerse la verificación mientras se lavan los equipos, en vez que hasta que se finalice
	10	Desinfección del piso	2,46	X		2,46						
	11	Desinfección de las paredes	5,79	X		5,79			X			Se puede combinar con el elemento 10
	12	Desinfección de los equipos con cloro	5,54	X		5,54			X			Se puede combinar con el elemento 10 y 11
	13	Alineación de los equipos	6,78	X		6,78				X		Se debe buscar la manera de hacerlo más simple
	14	Desinfección de los equipos con amonio	4,54	X		4,54						
	15	Armazón de tuberías	3,00	X		3,00				X		Se debe buscar la manera de hacerlo más simple
	16	Revisión de parámetros dependiendo el producto que se procesará	3,75	X		3,75						
	17	Desprender la bomba que alimenta a la maquinaria de agua	0,85	X		0,85						
	18	Medición de las concentraciones por parte de control de calidad	2,99	X		2,99						
	19	Destapar los motores	3,11	X		3,11				X		Se debe buscar la manera de hacerlo más simple

Continuación de la tabla XXIII.

20	Arranque de la maquinaria para procesar el lote de producción (se empieza a calentar aprox. 8min)	0,65	X		0,65						
21	Colocación de bandejas para residuos y de caja tote grande en su lugar correspondiente	3,29		X		3,29					Se debe buscar la manera de hacerlo más simple
22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza	2,62		X		2,62			X		Se debe buscar la manera de reducirlo
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza	0,67		X		0,67		X			Se puede combinar con el elemento 22
<b>Total</b>		<b>141,77</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>135,19</b>	<b>6,58</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	
<b>Conclusión:</b> se plantea que el 29 % del proceso parece ser completo, el 33 % se podría combinar, el 17 % simplificarse, el 17 % reducirse y el 4 % eliminarse. En total el procedimiento podría sufrir un cambio del 69 %.											

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Figura 25. **Planteamiento de conversión de actividades**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

En este punto del análisis se busca la forma de aportar el mayor conocimiento al procedimiento estudiado por parte del equipo de trabajo para determinar cuáles son las mejores ideas para incrementar la eficiencia de cada elemento observado. Cada miembro del equipo deberá verificar las observaciones anotadas del documento de trabajo, para convertir los elementos, ya que el personal que lo realiza tiene la experiencia de aportar buenas ideas y un planteamiento mejorado.

En este punto también se debe considerar el ámbito económico de las inversiones que se darán a los cambios en los elementos. De no ser posible realizar modificaciones por costos muy altos, se deberán tomar a mediano o largo plazo para sus posibles aplicaciones futuras.

Tomar en cuenta que trabajar con maquinaria industrial requiere de un alto soporte económico ya que algunas de ellas requieren de piezas poco comunes en el mercado. El equipo de trabajo podrá realizar el planteamiento con herramientas como la lluvia de ideas, diagramas de espina de pescado (causa-efecto), Pareto, diagrama de *spaghetti*, entre otros. Además, es importante que todos aporten sus opiniones y conocimiento respecto al punto a tratar por la relación que poseen del trabajo efectuado.

- Lluvia de ideas

Acción que promoverá la innovación en los procesos y la creatividad del equipo de trabajo mediante la libre expresión de ideas acerca de los modos de trabajo y demás procedimientos en los que se incurre tradicionalmente para la ejecución de labores básicas, con el objetivo de mejorar las existentes y fijar nuevos objetivos; inclusive para cambiar la misión y la visión de la organización.

- De interno a externo

Tabla XXIV. **Interno – Externo**

No.	Actividad/Elemento	Tiempo interno	Observaciones	Planteamiento de conversión (lluvia de ideas)
1	Desalinear la maquinaria	5,86	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras se termina el recorrido de la última porción de producto, desde las primeras bandas transportadoras, hasta llegar a la caja tote grande, para después parar la maquinaria, se deja un espacio de recorrido vacío, el cual puede ser aprovechado para ganar tiempo.</li> <li>• El espacio de recorrido que se deja vacío no es suficiente como para poder convertir todo el elemento en externo, por eso es posible que se pueda combinar.</li> </ul>	Se combinará con el segundo elemento para o el espacio de ocupar el tiempo que se produce en la holgura. Se plantea empezar por el blancher y el aircoller.
2	Desarmar tuberías de cloro	4,45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante las lecturas se pudo observar que este elemento es delicado realizarlo después del elemento 1, ya que al hacerlo el operador quebró más de algún tubo, tal como se pudo observar en algunas filmaciones, por lo que se corregirá y se colocará como elemento primero.</li> <li>• Este elemento podrá ser reemplazado por la holgura que produce el elemento anterior.</li> </ul>	Se reemplazará por la holgura del elemento 1.

Continuación de la tabla VIII.

3	limpieza en seco de materia orgánica y residuo	6,02	<ul style="list-style-type: none"> <li>El residuo de materia restante que se queda dentro de los equipos (blancher, vibrador, congelador, detector, mesas) y en el piso es muchas veces observable ya que por exceso de producto se rebalsa el vibrador o algunas partes de las bandas transportadoras, es decir, se ve a simple vista.</li> <li>El exceso de materia que se junta hace que al momento de limpiarse sea un trabajo más cargado.</li> </ul>	Limpieza deberá mantener toda la materia orgánica y residuo visible eliminado antes de comenzar el proceso. Aplicación de las metodologías 5's.
4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)	2,27	<ul style="list-style-type: none"> <li>El exceso de materia que se junta hace que el trabajo sea más cargado y, que las palas y escobas con que se remueve la materia estén más pesado.</li> </ul>	Limpieza deberá mantener toda la materia orgánica y residuo visible eliminado antes de comenzar el proceso. Aplicación metodología 5's.
5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje)	2,47	<ul style="list-style-type: none"> <li>El motor puede ser dañado por el agua y ocasionar paros inesperados por lo cual cada vez que se lave se deben tapar.</li> </ul>	Los motores serán limpiados fuera del proceso de preparado y serán tapados antes de realizarse, preferiblemente se tomarán las medidas necesarias para mantenerlos tapados ya que también se maneja un ambiente húmedo.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Estas medidas serán ejecutadas en los ensayos de evaluación del proceso propuesto para verificar si son correctas o se deben modificar.

Se analizarán todas las propuestas de evaluación y se verificará si es posible eliminar las operaciones que se logren convertir en externas dentro del proceso o si de logran disminuir.

- Los últimos elementos externos identificados en el documento de trabajo no pueden ser eliminados del procedimiento porque desde el momento

que se arrancan los equipos, estos tienen que ser calentados aproximadamente 8 minutos. Por lo cual, se empieza a sacar el primer producto de la línea luego de ese tiempo. Así se aprovecha este tiempo para los siguientes elementos.

### 3.2.6. Optimización

- En esta fase del procedimiento es fundamental hacer el trabajo lo más eficiente y sencillo posible. Se debe extender un análisis general en todas las partes del SMED en donde se detalle que es un beneficio para el proceso general de preparado y que es provechoso el eliminar, combinar, reducir y simplificar actividades.

Tabla XXV. **Eliminar**

No.	Actividad / Elemento	Tiempo interno	Observaciones	Planteamiento de conversión (Lluvia de ideas)
5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje)	2,47	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El motor puede ser dañado por el agua y ocasionar paros inesperados por lo cual cada vez que se lave se deben tapar.</li> </ul>	Los motores serán limpiados fuera del proceso de preparado y serán tapados antes de realizarse; preferiblemente se tomarán las medidas necesarias para mantenerlos tapados ya que también se maneja un ambiente húmedo.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVI. **Combinar**

No.	Actividad / Elemento	Tiempo interno	Observaciones	Planteamiento de conversión (lluvia de ideas)
1	Desalinear la maquinaria	5,86	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras se termina el recorrido de la última porción de producto desde las picadoras, hasta llegar a la caja tote grande, para después parar la maquinaria, se deja un espacio de recorrido vacío, el cual puede ser aprovechado para ganar tiempo.</li> <li>• El espacio de recorrido que se deja vacío no es suficiente como para poder convertir todo el elemento en externo, por eso es posible que se pueda combinar.</li> </ul>	<p>Se combinará con el segundo elemento para o el espacio de ocupar el tiempo que se produce en la holgura. Se plantea empezar por el blancher y el aircoller.</p>
2	Desarmar tuberías de cloro	4,45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante las lecturas se pudo observar que este elemento es delicado realizarlo después del elemento 1, ya que al hacerlo el operador quebró más de algún tubo, tal como se pudo observar en algunas filmaciones, por lo que se corregirá y se colocará como elemento primero.</li> <li>• Este elemento podrá ser reemplazado por la holgura que produce el elemento anterior.</li> </ul>	<p>Se reemplazará por la holgura del elemento 1. Se espera no tener ningún problema con los tubos ya que el desalinee de los equipos es lo que produce que se quiebren.</p>

Continuación de la tabla XXVI.

3	limpieza en seco de materia orgánica y residuo	6,02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El residuo de materia restante que se queda dentro de los equipos (blancher, vibrador, congelador, detector, mesas) y en el piso es muchas veces observable ya que por exceso de producto se rebalsa el vibrador o algunas partes de las bandas transportadoras, es decir, se ve a simple vista.</li> <li>• El exceso de materia que se junta hace que al momento de limpiarse sea un trabajo más cargado.</li> </ul>	Limpieza deberá mantener toda la materia orgánica y residuo visible eliminado antes de comenzar el proceso. Esto beneficiará a que el trabajo sea más rápido al momento del proceso de preparado y se pierda menos tiempo ya que el único sobrante será lo que se logre queda dentro de los equipos. Aplicación metodología 5's.
4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)	2,27	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El exceso de materia que se junta hace que el trabajo sea más cargado y, que las palas y escobas con que se remueve la materia estén más pesado.</li> </ul>	Limpieza deberá mantener toda la materia orgánica y residuo visible eliminado antes de comenzar el proceso. Esta actividad complementa la actividad anterior, se debe remover el exceso para que solo se remueva posteriormente el que queda en los equipos. Aplicación metodología 5's.
9	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad	3,07	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal de control de calidad revisa que los equipos hayan sido terminados de limpiarse para poder verificar esta actividad.</li> </ul>	Se realizará la verificación simultáneamente con el operario que esté lavando el equipo.
11	Desinfección de las paredes	5,79	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observó que la desinfección de las paredes se realiza con el mismo producto con el que se desinfecta el piso (compuesto de amonio).</li> </ul>	Se alternará con el elemento 10 (desinfección el piso).

Continuación de la tabla XXVI.

12	Desinfección de los equipos con cloro	5,54	<ul style="list-style-type: none"> <li>La desinfección de los equipos con cloro es realizada posterior a que las paredes son desinfectadas, el personal de limpieza notifica al operador para dar aviso de ello.</li> </ul>	<p>Se pretende que después que los equipos hayan dado el visto bueno por parte de calidad se empiecen a desinfectar con cloro, alternados con los dos elementos anteriores para que todos se realicen en una misma secuencia, esto podría aportar un ahorro de tiempo y mejor orden en el procedimiento. Los operarios deben ser cautelosos con personal de limpieza para no tener complicaciones con la desinfección del amonio. El equipo menciona que deben tomarse varias medidas para sincronizarse.</p>
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza	0,67	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este es un proceso corto ya que solo se meten en bandejas o moldes de transporte y son llevados al cuarto de proceso. Sin embargo, son colocados uno por uno. Luego que se sequen, ya son puestos en sus lugares respectivos.</li> </ul>	<p>Realizar el almacenamiento conjunto de los utensilios y ubicar por medio de alguna especificación, ya sea por medio de colores cada uno de ellos de acuerdo al área a la que pertenecen. Hojas de control y código de colores para los utensilios del personal de manufactura, calidad y limpieza. Aplicación metodología 5's</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVII. **Reducir**

No.	Actividad / Elemento	Tiempo interno	Observaciones	Planteamiento de conversión (lluvia de ideas)
6	Verificación y limpieza del piso	5,99	<ul style="list-style-type: none"> <li>La limpieza del piso se realiza con poca eficiencia, existe mucha ruta ineficiente de recorrido ocioso que se convierte en ocio.</li> </ul>	Diseñar el diagrama de spaghetti para plantear mejores alternativas de traslado. Aplicación metodología 5's.
7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras	36,06	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rutas de recorrido ineficientes, ausencia de orden, equivocaciones, falta de coordinación y el personal tiende a hablar mucho durante este proceso para ponerse de acuerdo de las actividades.</li> </ul>	Diseñar el diagrama de spaghetti para plantear mejores alternativas de traslado e implementación de 5's.
8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión.	29,54	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rutas de recorrido ineficientes, ausencia de orden, equivocaciones, falta de coordinación y el personal tiende a hablar mucho durante este proceso para ponerse de acuerdo de las actividades.</li> </ul>	Diseñar el diagrama de spaghetti para plantear mejores alternativas de traslado e implementación de 5's.
22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza	2,62	<ul style="list-style-type: none"> <li>El operario lava cada utensilio (uno por uno) con manguera de alta presión, trapo, y cepillos y lo desinfecta posteriormente de igual manera (uno por uno).</li> </ul>	Lavar los utensilios y desinfección de manera conjunta. Aplicación metodología 5's.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXVIII. **Simplificar**

No.	Actividad / Elemento	Tiempo interno	Observaciones	Planteamiento de conversión (lluvia de ideas)
13	Alineación de los equipos	6,78	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al alinear las bandas que van en las mesas de inspección, estas son difíciles de volver a colocar, requieren de mucho esfuerzo de los operarios, las fajas son pesadas, requieren de mucho tiempo de ensamble.</li> </ul>	Implementar herramientas más eficientes como las pistolas eléctricas, herramientas neumáticas o inalámbricas (analizar costos).
15	Armazón de tuberías	3,00	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las tuberías no son identificadas de la mejor manera.</li> <li>Han surgido complicaciones con los tubos, están desgastados y las entradas se tapan.</li> </ul>	Identificar con colores las tuberías para mayor agilidad. Mantener y verificar los tubos en óptimas condiciones y destapados (mantenimiento preventivo).
19	Destapar los motores	3,11	<ul style="list-style-type: none"> <li>El nylon que cubre los motores es quitado de manera lenta, ya que se prevé que el nylon no se desgarre o se dañe.</li> </ul>	Utilizar material reciclable y que pueda cortar, para quitar de manera práctica.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Antes de implantar la mejora es necesario tener la seguridad de que la solución se practica bajo las condiciones de trabajo en que se va a operar. Debe someterse a una revisión detallada. Esta revisión debe incluir partes fundamentales como los aspectos económicos y de seguridad, políticas de calidad del producto y volumen, entre otros. Si se logra el entendimiento y la cooperación por parte del equipo de trabajo, disminuirán los obstáculos de implementación y probablemente se asegurará el éxito.

Los intereses del equipo, favorable o desfavorable por una modificación, tienen en cuenta:

- Información de todos los cambios a tratarse.
- Tratar al equipo de trabajo con respeto y dignidad por su calidad humana.
- Promover sugerencias por parte de todos.
- Reconocimiento de participación.
- Honestidad del uso de sugerencias ajenas.
- Explicación de las razones del rechazo de alguna idea sugerida.
- Delegar una actitud positiva.

### **3.2.6.1. Refinamiento de aspectos de preparación**

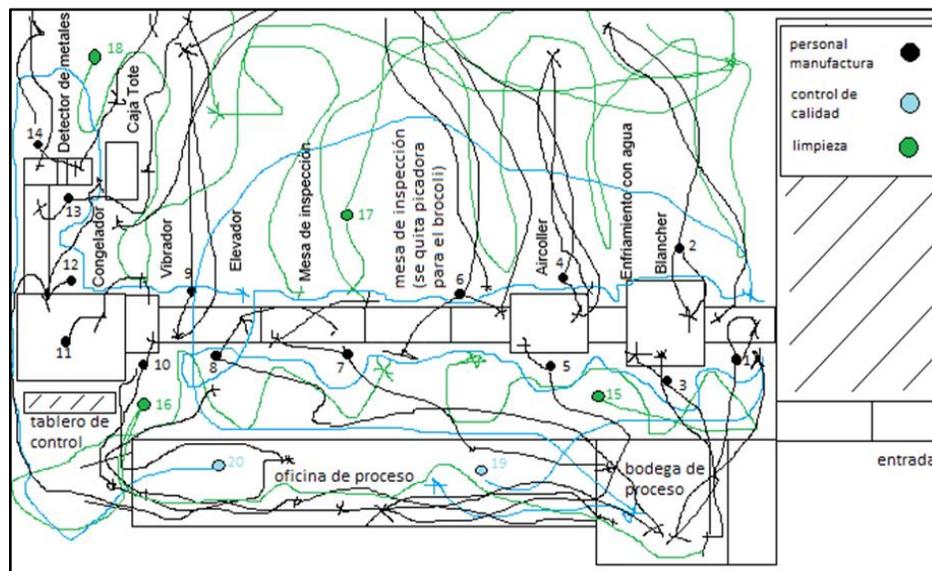
Dentro de los aspectos con mayor desperdicio de la productividad en este proceso se encuentra el traslado. El traslado no agrega valor al producto, por lo que debe ser identificado para reducirlo o en el mejor de los casos, eliminarlo.

Aplicación: herramienta “Lean” del diagrama de spaghetti como propuesta para contrarrestar los traslados que no traen consigo ningún beneficio en este procedimiento.

Con este diagrama se podrá ver una representación visual que marque las posiciones que recorre el operario de manufactura, calidad y limpieza (importante aquí marcar la dirección y orden de secuencia de traslado y tiempo) en cada una de estas estancias. También permitirá medir el tiempo que se pierde en realizar estos traslados y evaluar el *Layout* para ver si es correcto o se debe reajustar.

Para este mapeo se necesita el *Layout* del área de proceso. Se elegirá cada una de las involucrados en el proceso y se realizará el seguimiento de su movimiento. Se debe trazar una línea alzada de sus pasos en el *Layout* construido, hasta que su turno termina, para conocer en detalle cada paso en su labor.

Tabla XXIX. **Diagrama de Spaghetti**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

Tabla XXX. Personal manufactura

#1

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	4	0,08
T2	4,5	0,10
<b>Total</b>	8,5	0,18

#2

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	5	0,13
T2	5,5	0,15
<b>Total</b>	10,5	0,28

#3

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	3,5	0,07
T2	3	0,06
<b>Total</b>	6,5	0,13

#4

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	5	0,12
T2	5,5	0,13
<b>Total</b>	10,5	0,25

#5

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	5,5	0,13
T2	4,5	0,10
<b>Total</b>	10	0,23

#6

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	7,5	0,25
T2	7,5	0,25
<b>Total</b>	15	0,50

#7

#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
T1	4	0,08
T2	3,5	0,06
<b>Total</b>	7,5	0,14

Continuación de la tabla XXX.

#8	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>10</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>5,5</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>8,5</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>24</td> <td>0,48</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	10	0,2	T2	5,5	0,13	T3	8,5	0,15	<b>Total</b>	24	0,48
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	10	0,2														
T2	5,5	0,13														
T3	8,5	0,15														
<b>Total</b>	24	0,48														
#9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>4,5</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>3,5</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>8</td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>16</td> <td>0,31</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	4,5	0,10	T2	3,5	0,07	T3	8	0,14	<b>Total</b>	16	0,31
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	4,5	0,10														
T2	3,5	0,07														
T3	8	0,14														
<b>Total</b>	16	0,31														
#10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>8,5</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>8,5</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>17</td> <td>0,30</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	8,5	0,15	T2	8,5	0,15	<b>Total</b>	17	0,30			
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	8,5	0,15														
T2	8,5	0,15														
<b>Total</b>	17	0,30														
#11	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>9</td> <td>0,18</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>6,5</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>15,5</td> <td>0,33</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	9	0,18	T2	6,5	0,15	<b>Total</b>	15,5	0,33			
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	9	0,18														
T2	6,5	0,15														
<b>Total</b>	15,5	0,33														
#12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>4</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>3,5</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>2,5</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>10</td> <td>0,20</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	4	0,08	T2	3,5	0,07	T3	2,5	0,05	<b>Total</b>	10	0,20
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	4	0,08														
T2	3,5	0,07														
T3	2,5	0,05														
<b>Total</b>	10	0,20														
#13	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>3</td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>4,5</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>3,5</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>11</td> <td>0,38</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	3	0,22	T2	4,5	0,10	T3	3,5	0,06	<b>Total</b>	11	0,38
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	3	0,22														
T2	4,5	0,10														
T3	3,5	0,06														
<b>Total</b>	11	0,38														
#14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#Traslado</th> <th>Distancia (m)</th> <th>Tiempo (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1</td> <td>4</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>T2</td> <td>6</td> <td>0,11</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>10</td> <td>0,19</td> </tr> </tbody> </table>	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)	T1	4	0,08	T2	6	0,11	<b>Total</b>	10	0,19			
#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)														
T1	4	0,08														
T2	6	0,11														
<b>Total</b>	10	0,19														

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXI. **Personal de limpieza**

#15	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	21	0,93
	T2	17	0,68
	<b>Total</b>	45	1,61
#16	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	19	0,82
	T2	16	0,62
	<b>Total</b>	35	1,44
#17	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	16	0,64
	T2	14	0,53
	<b>Total</b>	30	1,17
#18	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	15	0,60
	T2	14	0,52
	<b>Total</b>	29	1,12

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXII. **Personal de control de calidad**

#19	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	22	0,83
	T2	22	0,81
	<b>Total</b>	44	1,64
#20	#Traslado	Distancia (m)	Tiempo (min)
	T1	23	0,97
	T2	23	0,92
	<b>Total</b>	46	1,89

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Dentro del estudio se consideraron traslados, las distancias de recorrido con más de 1 metro de distancia, ya que una distancia corta no obstruye los demás traslados. El diagrama permitió representar las distancias y tiempos perdidos, para así, realizar propuestas de mejora al proceso.

Tabla XXXIII. **Totales**

	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Personal manufactura	172	3,90
Limpieza	139	5,34
Control de calidad	90	3,53
Total	401	12,77

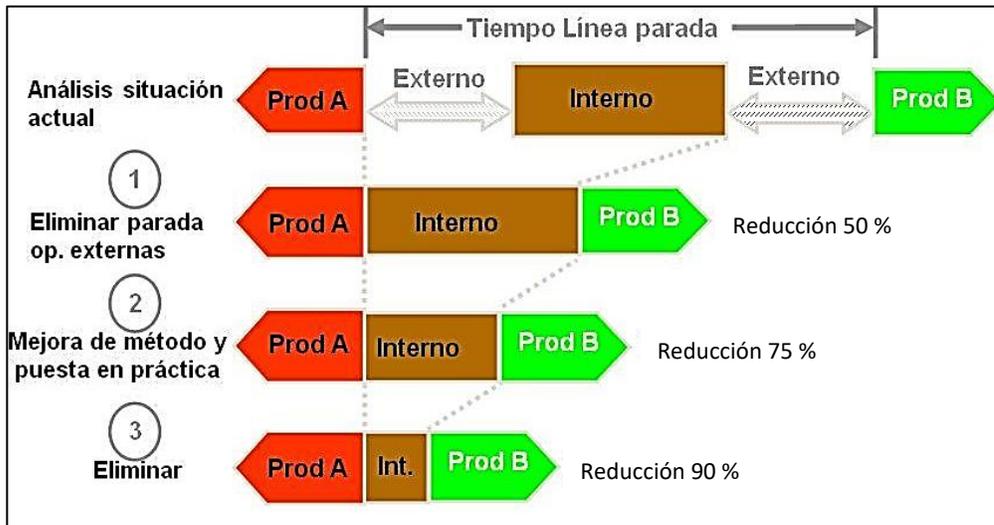
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **3.2.6.2. Metodología de cambios rápidos**

La metodología pretende completar un mejor flujo entre los *stocks* de producción para la empresa. SMED se relaciona a los cambios de producción en que cada que se tenga un cambio de modelo más rápido, fácil y flexible, los *stocks* de producción serán más pequeños. Esto hará una mayor flexibilidad en los cambios de modelo lo que facilita que en un mismo turno se produzcan diferentes productos del modelo A y diferentes productos del modelo B, en cambios rápidos.

En conclusión, se realizan lotes más pequeños y se entregan diferentes productos en un menor tiempo. Esto aportará gran beneficio para los stocks en fábrica, que han sido bastante altos debido a mayor demanda de acuerdo con la temporada de los vegetales presentes y también a que se involucran los análisis de laboratorio, que retiene producto para liberar en los cuartos fríos de almacenamiento.

Figura 26. Metodología de cambios rápidos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### 3.2.6.3. Cero despilfarros

La filosofía Lean pretende eliminar el despilfarro, lo cual es aquello que no agrega valor al producto final, ni a la entrega del cliente. Por lo cual, en este estudio se requiere de la eliminación o disminución de todos los despilfarros posibles, encontrados en el proceso de preparación. Estos despilfarros se relacionan con:

- Movimiento: movimientos innecesarios – mejores métodos.
- Proceso: actividades innecesarias, maquinaria en mal estado, mantenimiento preventivo y separación de actividades internas y externas.
- Tiempos de espera: personas pasivas, mala comunicación, máquinas paradas, aplicación de 5's.

- Transporte: traslado de herramientas o utensilios, aplicación 5's.  
Importante ejecutar técnicas como:

Estandarizar funciones, no formas. Estandarizar la forma y el tamaño de los moldes o matrices puede reducir el despilfarro de cambio de serie considerablemente. Por ejemplo, incorporar un bloque a la herramienta inferior para estandarizar la altura de la herramienta hace posible que se utilicen los mismos dispositivos de anclaje en los diferentes cambios de serie.

Utilizar dispositivos de anclaje funcionales o eliminar sujetadores. Un tornillo con 15 roscas, a este se le deben dar 14 vueltas para ajustarlo y finalmente, la última vuelta es la que fija el molde, las otras 14 vueltas son una pérdida de tiempo o movimiento inútil. Si el propósito del tornillo es ajustar o desajustar debe tener el largo suficiente para ajustarlo en una vuelta. Esto haría del tornillo un dispositivo de anclaje funcional.

Las pistolas eléctricas o dispositivos de fijación "*one touch*" (de un toque), cuñas, clamps, entre otros podrían disminuir el despilfarro.

Utilización de dispositivos intermedios. Algunas de las demoras debido al ajuste durante el tiempo interno de cambio de serie pueden ser eliminadas utilizando dispositivos intermedios estandarizados. Cuando el dispositivo intermedio se fija a la máquina, la pieza, ya está ajustada en la posición correcta para su procesamiento.

Adoptar operaciones en paralelo. Las operaciones en el cambio de serie de herramientas de las máquinas como el blancher, bandas / fajas, air collar, los transportadores, las mesas de inspección, el vibrador y el detector de

metales involucran actividades en ambos lados del equipo, parte frontal y posterior.

Si solo un trabajador realiza estas actividades, las pérdidas de tiempo y movimiento inútiles son altos, ya que el operador debe desplazarse del frente a la parte trasera de la máquina. Pero, cuando dos operarios realizan las actividades en paralelo, el tiempo de cambio de serie generalmente se reduce en menos de la mitad. Es importante destacar que las tareas deben estar muy bien pautadas y debe existir un procedimiento que permita la comunicación permanente de los trabajadores involucrados porque está implícito el riesgo de graves accidentes por desincronización.

Eliminar el ajuste. El establecimiento de las condiciones iniciales para el proceso y los ajustes, involucran entre el 50 y 70 % del tiempo interno de *set up*, por lo que su eliminación produce un importante ahorro de tiempo.

Mejoras mecánicas. son frecuentemente esenciales para un movimiento eficiente de las matrices de los equipos o grandes moldes en las máquinas. Mecanismos neumáticos e hidráulicos pueden ser utilizados convenientemente. Las inversiones en mejoras mecánicas deben ser analizadas cuidadosamente, sin perder de vista el propósito de la operación.

### **3.3. Mantenimiento preventivo total**

Es importante mencionar que el mantenimiento preventivo no depende solamente de una programación, sino que también depende de los demás recursos de la empresa, sobre todo de la disponibilidad del tiempo, apoyo de todo el personal dentro de la empresa para planificarlo y elaborarlo correctamente.

El Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM® Total *Productive Maintenance*. Este es un sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" se centra en los siguientes enfoques:

- Letra M representa acciones de *management* y mantenimiento, es decir, realizar actividades de dirección y transformación de empresa.
- Letra P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos, es decir, se asocia a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento".
- Letra T de la palabra "total" esto engloba todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa.

Por lo tanto, el TPM, será el método para lograr máxima eficiencia de equipos a través de la participación de los trabajadores. Esta implementación involucrará, pero no limitando al personal de gerencia, operadores, ingenieros y personal de mantenimiento. Este tipo de mantenimiento requerirá arduo equipo entre todos los asociados de la empresa Exportadora de Productos Perecederos. El TPM aumentará la eficiencia de la operación asegurando que el equipo esté: seguro, disponible y funcione correctamente cuando se necesite.

### **3.3.1. Análisis de la maquinaria**

Este proceso conllevará a analizar correctamente la maquinaria en el área de proceso, esto permitirá ahorrar costos a la empresa mientras disminuye imprevistos, mantenimiento reactivo y aumente el mantenimiento proactivo. Es decir, sin el análisis de maquinaria, los costes totales por descomposturas no

planeadas pueden ser muy elevados comparados con el hecho de sencillamente darles mantenimiento a los equipos.

El objetivo será inspeccionar y plantear soluciones a los fallos para así rebajar el correctivo y todo lo que representa para las máquinas en el área de proceso “blancher, bandas / fajas, *air coller*, transportadores, mesas de inspección, vibrador, *translycer* y detector de metales”.

### **3.3.2. Plan de mantenimiento de las máquinas**

El concepto de “Lean” pretende eliminar todo el desperdicio posible, es por ello, que también se preverá un plan de mantenimiento para el buen funcionamiento y desempeño de todos los equipos y máquinas y de esta forma mejorar el indicador OEE *Overall Equipment Effectiveness* de la empresa, midiendo la disponibilidad, rendimiento y calidad que se presente en los equipos y máquinas.

Los fines esenciales del plan de mantenimiento de las máquinas son:

Conservar todos los equipos (*blancher*, bandas / fajas, *air coller*, transportador 1, mesa de inspección pequeña, mesa de inspección grande, transportador 2, vibrador, transportador 3, transportador 4, *translycer* y detector de metales) en buen estado.

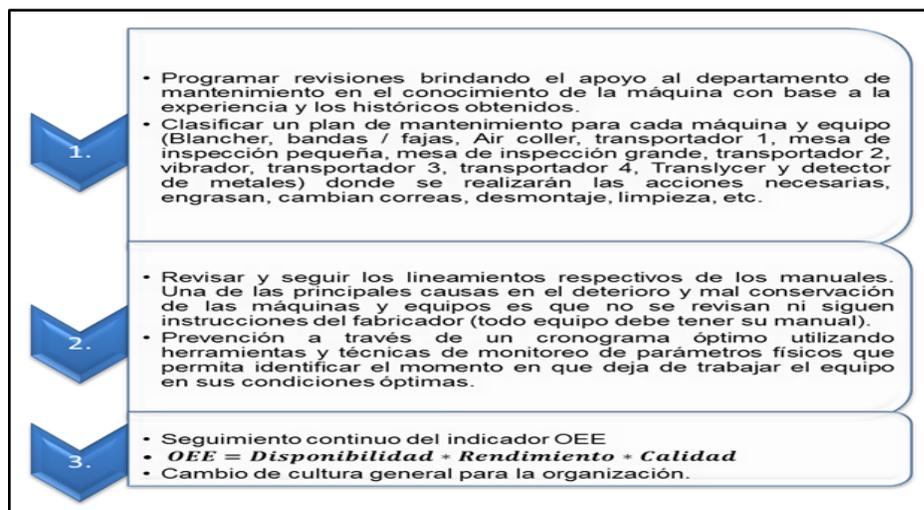
- Identificar y corregir defectos observados en las instalaciones.
- Localizar averías e inmediatamente tomar acción.
- Evitar consecuencias de fallas y pérdidas.

### 3.3.3. Plan de prevención

La meta esencial del plan de prevención es aumentar la productividad minimizando los paros no programados por la falta de mantenimiento de las máquinas, también se busca la mejora de calidad, costos más bajos, entrega en plazo, mayor seguridad e higiene industrial, moral más alta y un entorno de trabajo más favorable en la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

La meta del plan de prevención es intensificar la eficacia del equipo, lo cual implica un buen diseño del proceso, lograr y mantener las condiciones óptimas del equipo para evitar averías imprevistas, pérdidas de velocidad y defectos de calidad en los procesos. La eficacia se logrará minimizando el costo de la conservación y mantenimiento de las condiciones de la maquinaria a través de toda su vida útil, en otras palabras, minimizando el costo del ciclo de vida.

Figura 27. Plan de prevención



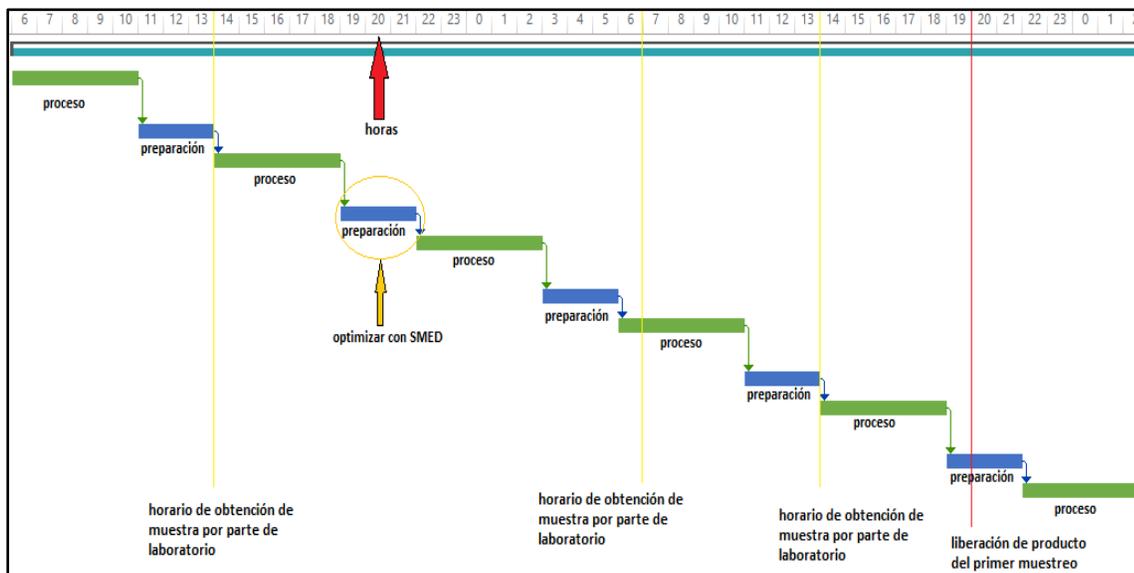
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2013.

### 3.4. Modelos de planificación

Estos modelos serán aquellos en los que manufactura y laboratorio podrán optimizar sus horarios de trabajo, con el acorte del tiempo que propone SMED, para plantear un horario óptimo que permita hacer mejor “Match” entre ambos logrando reducir/ eliminar el cuello de botella.

En ciertas ocasiones, esto también servirá para que en temporadas de producción alta (picos), los cuartos de almacenamiento no sean saturados con mayor frecuencia, ya que se podría dejar de producir por ausencia de espacio para almacenar el producto.

Figura 28. Modelo actual de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2013.

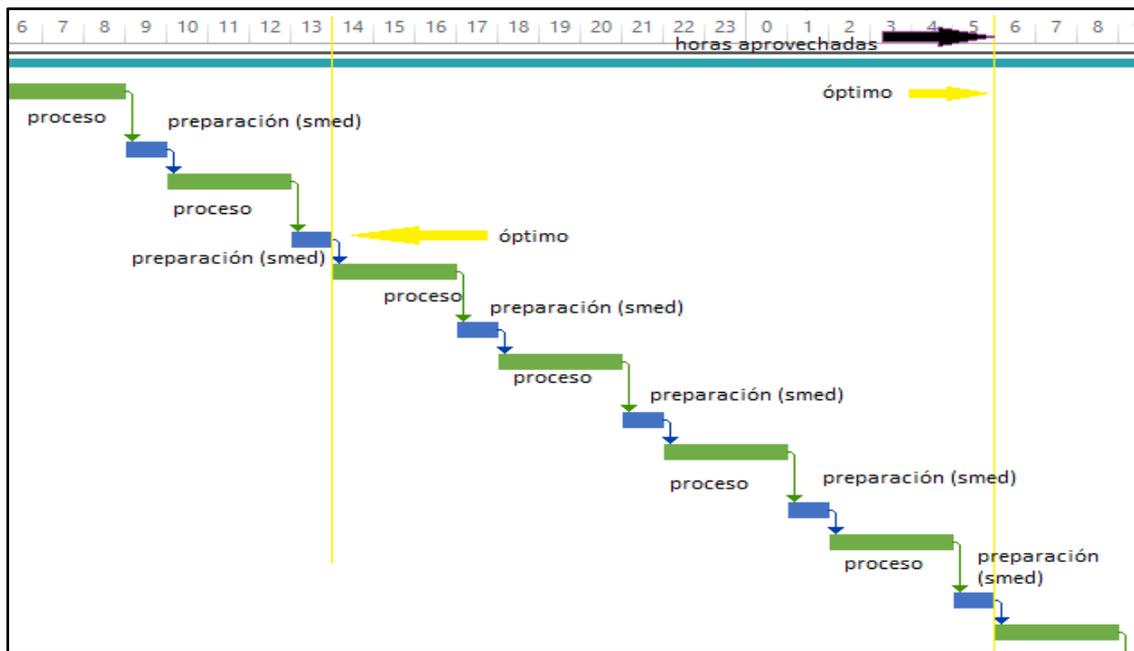
El modelo que se muestra es aplicado hacia la línea 1, con un lote de proceso de brócoli.



Este análisis muestra que existen horas desaprovechadas para que el análisis de los patógenos entre en proceso, para posteriormente liberar el producto. Esto hace que se retenga más tiempo el producto.

Por cuestiones de costos, laboratorio puede agregar más horarios del análisis de patógenos, sin embargo, el SMED propuesto, será una solución factible para optimizar el tiempo de paro de la maquinaria y maximizar el tiempo de producción, y además delimitar esta restricción por medio del acoplo de lotes más pequeños y tiempos de preparación menores, como se muestra a continuación.

Figura 30. **Modelo óptimo**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2013.

Este modelo presenta una proyección visual del modelo ideal que se busca obtener con la aplicación del SMED.

### **3.4.2. Balance de líneas**

Deben existir las siguientes condiciones para que la producción de las líneas sea práctica.

- Cantidad: el volumen de manufactura debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de las líneas.
- Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación de las líneas deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad: al comienzo, las líneas de manufactura deben continuar la detención en un punto para no cortar la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, entre otros y la previsión de fallas en los equipos.
- Determinar el número de operadores necesarios para cada uno de ellos.
- Esto servirá para utilizar bien los recursos necesarios tanto humanos como monetarios por el tema de los pagos de planillas.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Asignar elementos de trabajo a las estaciones de trabajo.

Cada una de estas, poseen ciertas restricciones de acuerdo con el producto o al proceso, como se puede observar en la sección anterior.

### **3.5. Inocuidad**

Como se sabe, el *Lean Manufacturing* busca la mejora continua y la eliminación del desperdicio. De acuerdo con esto, la inocuidad en el área de proceso debe ser uno de los factores más importantes a tener en cuenta porque si no se cuenta con ello, de nada servirá optimizar el procedimiento de preparación.

Es por ello, que en la aplicación del SMED es uno de los principales objetivos y deben cumplirse las normas por parte de Laboratorio y control de calidad para que se garantice la prevención de la contaminación biológica, química y física en los alimentos vegetales. De igual forma, los materiales son medidos por al Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPC) de cada uno de ellos.

#### **3.5.1. Buenas Prácticas de Manufactura**

Debido a que gran parte del personal realiza el proceso de preparación de los equipos, una de las claves en el tema de la inocuidad es que el personal de manufactura que ejerce en la línea 1 y 2 implemente las buenas prácticas de manufactura. Posterior al proceso de preparación todo personal deberá:

- Estar saludable para no contagiar a los demás manipuladores.
- No presentar ninguna herida.
- Lavarse las manos y desinfectarse.
- No manipular material contaminado.

- Usar equipo del área de proceso (bata, botas de hule, mascarilla y redecilla).
- No usar barba ni ingresar ningún artefacto dentro de las bolsas (al menos que sea revisado y autorizado por el personal a cargo).
- Seguimiento de control e indicadores de higiene.

Además de ello, aunque todas las normas referidas al personal sean conocidas, se deben remarcar ya que son indispensables para lograr las BPM. El personal que manipule alimentos debe recibir capacitación sobre los hábitos y la manipulación higiénica. Esta debe ser adecuada y continua.



## 4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN

### 4.1. Desarrollo y Verificación de las 5's en la aplicación del SMED

La metodología de las "5's" es una técnica de gestión japonesa, basada en principios sencillos. Se denomina así porque el método consta de 5 etapas y la primera letra de cada uno de los principios inicia con la letra "S" (en Japón).

El programa fue creado por Hiroyuki Hirano e introducido en 1960 por Toyota con el objetivo de tener mejores condiciones en las áreas laborales, una mejor organización, lugares más ordenados y limpios de forma permanente, con el fin de aumentar la productividad y mejorar el entorno de trabajo. Los 5 pilares de esta metodología son: seleccionar (*seiri*), ordenar (*seiton*), limpiar (*seiso*), normalizar/estandarizar (*seiketsu*) y respetar/seguir mejorando (*shitsuke*).

- Objetivo: combinar la metodología de las 5's a la técnica SMED.
- Las bases de las 5's pretenden:
  - Incrementar la gestión del tiempo y reducir el gasto de energía.
  - Eliminar los tiempos muertos.
  - Mejorar las condiciones laborales y la moral de los empleados. Trabajar en un sitio limpio y ordenado, reduce los riesgos e incrementa la seguridad.
  - Reducir los costos.
  - Disminuir accidentes laborales y sanitarios.

- Mejorar la calidad.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Incrementar el compromiso de los empleados.
- Aumentar la seguridad en el trabajo.

Con base en lo anterior, se incorporará la metodología de 5's al sistema SMED para realizar el trabajo de la manera más flexible y con el menor esfuerzo posible. Esto se llevará a cabo durante los ensayos programados en el calendario del taller SMED. Todo ello tomando en cuenta el trabajo que se ha realizado mediante los análisis, diagramas y estudios planteados con el equipo multidisciplinar.

El área de trabajo debe estar ordenada, limpia y atractiva para tener todo inmediatamente cuando se requiera, simplificando todas las actividades que son necesarias.

#### **4.1.1. Selección**

El objetivo de la selección es eliminar las cosas inútiles del espacio de trabajo evitando que vuelvan a aparecer. Se descartan del área los artículos de uso infrecuente en el área de proceso. Algunos criterios para considerar son:

Identificar los elementos de acuerdo con su reposición: cuando los objetos son utilizados una vez por día se quedan en el área de trabajo y cuando son utilizados una vez por hora se quedan al alcance de la mano.

Ya que la preparación es realizada al menos 3 veces por día, utensilios y objetos de limpieza deben ser ubicados en una zona cercana para no tener tanto trabajo que realizar. En el área de proceso, los utensilios son colocados

en bases estructuradas y sujetadas en las paredes, realizadas con el fin de guardar estos utensilios, cercanos a las maquinarias con mayores necesidades de ellos.

Así también los utensilios más pesados que no pueden ser ubicados en estas estructuras como mangueras, cilindros, recipientes, cajas y canastas; se descartan de esta zona para no provocar estorbo y son llevados al cuarto de proceso que cuenta con una bodega de almacén.

Algunos de los objetos seleccionados son: escobas, palas, bases, palos, paletas, esponjas, mangos, bases, cepillos, mangueras, cilindros, cubetas, canastas y recipientes.

#### **4.1.2. Ordenamiento**

El objetivo del ordenamiento es situar los necesario, ordenar u organizar, algunos de los criterios para ordenar correctamente son:

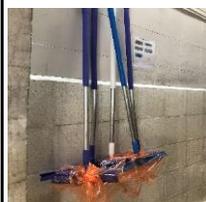
Para organizar mejor el área es necesario considerar la proximidad de las herramientas de trabajo, facilidad de manipulación y soportes, entre otras.

Establecer reglas y normas sobre el ordenamiento.

Los objetos de uso frecuente en el procedimiento de preparado como escobas, palas, bases, palos, paletas, esponjas, mangos, bases, cepillos, mangueras, cilindros, cubetas, canastas y recipientes deben estar cerca del operario, dejar en claro la colocación de objetos, clasificar los objetos por orden de uso, estandarización en los puestos de trabajo.

Tener una mejor organización en el espacio de trabajo para hacerlo más eficiente, el objetivo es establecer un orden en la identificación y ordenación de los materiales necesarios con el fin de encontrarlos, utilizarlos o reponerlos de una forma más sencilla y rápida. Esta forma será la clasificación de todos los utensilios por colores y utilización. Además, la colocación de cartas de información en cada sección de uso frecuente que brinde al operador datos adicionales y la creación de un código de colores.

Tabla XXXIV. **Ordenamiento 5's – colocación**

Proximidad de mangueras				
				
Las mangueras son utilizadas de 4 a 5 veces aproximadamente al día por lo que quedan en el área de trabajo y a un alcance apto para los trabajadores.				
Proximidad de utensilios				
				
Las escobas fueron recubiertas para que no se penetre suciedad en ellas y puedan ser usadas eficazmente al momento de la lavada en los equipos.  Al momento de usarlas se encontraban sucias y se tenían que limpiar, esto quita tiempo productivo				
Al igual que las mangueras, los demás utensilios son utilizados de 4 a 5 veces aproximadamente al día por lo que quedan en el área de trabajo y a un alcance apto para los trabajadores.				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXV. Cartas de información y código de colores



Se establecieron cartas de información para ayudar a los trabajadores de limpieza y operarios de manufactura a encontrar fácilmente lo que se necesite y sepan qué deben usar, y cuándo lo terminen de utilizar, devolverlo al lugar previamente identificado.

CODIGO DE COLORES DE EQUIPO DE ESCOBAS PARA LIMPIEZA DE PISOS					
AREA FISICA	DESCRIPCION DEL UTENSILIO	LUGAR A LIMPIAR	COLOR DE CABEZA	COLOR DEL PALO	IMAGEN
Proceso	Escoba	Piso	Negra	Aluminio	
	Escoba	Piso	Gris	Aluminio	
	Cepillo	Piso	Blanco	Aluminio	
	Limpiador de Angulo	Piso	Café	Aluminio	

Se realizó un código de colores con el fin de limpiar el piso de una manera más rápida, especificando el área física, la descripción del utensilio, el lugar a limpiar, el color de cabeza que debe llevar y el color del palo, así como sus imágenes respectivas. Con ello, el trabajador podrá optimizar la actividad.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

La gestión visual es una estrategia para facilitar el orden con ella se identifican cada uno de los elementos y lugares del área. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar” al tener un espacio de trabajo organizado se evitan las pérdidas de tiempo y energía.

#### **4.1.3. Limpieza**

El objetivo de la limpieza es eliminar la suciedad, evitar anomalías y limpiar.

Algunos de los criterios para realizar una limpieza son:

- Inspeccionar, limpiar y detectar anomalías.
- Dejar en condiciones óptimas.
- Facilitar la inspección y limpieza.
- Eliminar el origen de la anomalía.

En esta etapa se identifican y eliminan las fuentes de suciedad, y se toman las medidas necesarias para evitar que vuelvan a aparecer asegurando que los medios dentro del área de proceso estén siempre en las condiciones adecuadas. No tener una buena limpieza trae consecuencias como anomalías, averías que pueden perjudicar al procedimiento de estudio o mal funcionamiento de la maquinaria.

Tabla XXXVI. **Prevención de anomalías**

 <p>Se inspeccionó que las máquinas evacuan mucho residuo por debajo de ellas. Esto podría producir accidentes o anomalías.</p>	 <p>Para quitar el exceso se colocaron cajas en los puntos de las máquinas donde más recae el producto. Esto es importante ya que, si no, se produciría un ambiente sucio, no higiénico y piso resbaladizo.</p>	 <p>Se optó por limpiar todo el exceso que se acumula debajo de las máquinas antes del procedimiento de preparación de los equipos y así convertir esta actividad en externa.</p>
 <p>La limpieza y desinfección de los utensilios, se realizó de manera conjunta.</p>	 <p>Se redujo el tiempo de esta actividad ya que eran varios utensilios que se lavaban uno por uno. Las escobas y cepillos almacenaron poco residuo, sin embargo, con la desinfección se garantiza la higiene.</p>	 <p>Los demás utensilios son limpiados y desinfectados antes de la preparación</p>
		 <p>Las bases en las que son transportados los utensilios son limpiadas y desinfectadas antes de la preparación.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Es importante, recordar que en esta etapa se deben limpiar pisos, máquinas, mesas y en general todo aquello que sea susceptible a ser limpiado. En el entorno del área de proceso, la limpieza se relaciona estrechamente con todo, ya que se debe garantizar un ambiente inocuo para el impedimento de los patógenos. En este punto también se incluyen grietas, esquinas, focos y demás espacios que produzcan continuamente suciedad (goteos, barnices y residuo, entre otros). Esto ayudará a que al momento de que se empiece el *set up* ya se cuente con un ambiente más limpio.

Además, parte de la limpieza quedará plasmada como tarea adicional para los trabajadores de limpieza, esto conservará en condiciones ideales el área de proceso.

#### **4.1.4. Normalización**

El objetivo de la normalización es identificar las anomalías, estandarizar e higienizar. Establecer normas y procedimientos con el fin de prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.

Algunos de los criterios a considerar son:

- El orden y la limpieza deben realizarse todos los días.
- El uso de las normas sencillas y visibles para todo el personal es una de las normas a ejecutar.

Algunas de las normas realizadas son capacitar al personal sobre los estándares, incorporar una gestión visual, estandarizar los métodos operarios y hacer evidentes las consignas.

Tabla XXXVII. Estándares 5's

<p>Colocación de la manta de nailon que cubra la línea de producción que se está lavando y preparando de la otra línea para que no entre en contacto ninguna sustancia mientras se está manufacturando.</p>	
<p>Recubrimiento de todos los motores antes del set up.</p>	
<p>Calibración de válvulas de presión para lavar y enjuagar.</p>	
<p>Implementación de amonio desinfectante para entrar al congelador.</p>	
<p>Remoción y limpieza de todo el residuo de material que queda sobre el piso y debajo de las máquinas.</p>	
<p>Revisión de la conexión de las mangueras a las llaves de paso del agua.</p>	

Continuación de la tabla XXXVII.

<p>Implementación de los equipos impermeables antes del <i>set up</i> Revisión que todo el equipo esté completo.</p>	
<p>Movilización de las cajas hacia el espacio de la bodega de proceso para evitar la obstrucción del trayecto del personal.</p>	
<p>Ordenamiento de los tanques de espuma en la oficina de proceso. Estos deben estar calibrados y con las mangueras listas para su utilización al momento del enjuague de las máquinas.</p>	
<p>Colocación de todos los utensilios de limpieza después de lavados en su lugar correspondiente de acuerdo con las cartas de información establecidas. Todos los utensilios que son usados deberán ser lavados y colocados en su lugar.</p>	
<p>Las bandejas donde se movilizan las bandas transportadoras deben estar limpias y quedar puestas sobre el montacargas antes del <i>set up</i>.</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Además de todo, es importante tener en cuenta los puntos descritos en la lista de verificación previa, en la tabla anterior.

#### **4.1.5. Delegación de respeto**

El objetivo de la delegación de respeto es continuar mejorando, mantener la disciplina y el compromiso. Algunos de los criterios a considerar son:

- Se deben seguir fomentando los esfuerzos y acciones.
- Mejora continua siempre hay algo que mejorar.

Esta etapa es la más importante porque de no llevarse a cabo, la metodología pierde su eficacia. Aquí se busca trabajar de manera constante y permanente de acuerdo con las normas establecidas por la empresa verificando el seguimiento de las etapas 5'S y elaborando el plan de acción para la mejora continua. Se pretende tener el control, comparar los resultados establecidos con los estándares y los objetivos cumplidos.

Todas estas acciones son documentadas con el fin de modificar los procesos o estándares para alcanzar los objetivos establecidos, al final lo que se busca es obtener una comprobación continua y fiable para la aplicación del método y el apoyo del personal implicado en SMED y relacionados con el área de manufactura, el concepto de esto para siendo sencillo y fácil de aprender, por lo que no se necesita una capacitación muy detallada ni expertos que hablen sobre el tema, lo complicado es implementarlo ya que se necesitan esfuerzo, dedicación y perseverancia para mantenerlo.

La parte esencial será enseñar a mantener y respetar los estándares limpieza y orden establecidos. La oposición al cambio es un obstáculo, sin embargo, es importante delegar la importancia que esto requiere para obtener mejores resultados y premiar cuando se haya alcanzado. En las capacitaciones se procedió a explicar todas las actividades que se deben efectuar a corto y largo plazo, ejemplos de la manera correcta y auditorías a evaluarse para el cumplimiento de la inocuidad y de la calidad.

#### **4.2. Cálculos del estudio**

A continuación, se presentan los tiempos obtenidos después de la realización de los ensayos del programa SMED, en el que se tomaron en cuenta los detalles que deben normalizarse al momento de la ejecución de procedimiento de preparado en manufactura de vegetales y en el que se implementaran todas las herramientas planteadas en el estudio de este trabajo.

Tabla XXXVIII. Toma de tiempos 2.1

Fecha: ____		Nombre operario: <u>Manuel Ramirez</u>					Manufactura
Estudio No. <u>2</u>		Sección: <u>operaciones manufactura</u>					Área de Proceso
Hoja No. <u>4</u>		Línea: <u>1</u>					Autorización:
Jornada: matutina		Máquina - Equipo: Blancher, Bandas / fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.					Jefe de planta
		Productos de cambio: brócoli a brócoli					
No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)					Observaciones
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Desarmar tuberías de cloro	3,31	3,13	3,11	3,24	3,08	Se inició antes de parar equipos
2	Desalinear la maquinaria	4,39	4,27	4,00	4,13	4,08	Se inició antes de parar equipos
7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras	26,89	25,66				Se analizó el diagrama espaguetti y se plantea mejores rutas de trasla También se implement metodología de las 5's.
8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión.	22,05	21,71				Se analizó el diagrama espaguetti y se plantear mejores rutas de traslar También se implement metodología de las 5'.
12	Desinfección de los equipos con cloro	4,10	4,02	3,89	3,56	3,71	Se alternó con la desinfección del piso y paredes. Los operario debieron sincronizarse una manera más compl
13	Alineación de los equipos	5,03	4,91	4,67			No fue posible la implementación de herramientas más eficientes de acuerdo c los costos.
14	Desinfección de los equipos con amonio	3,20	3,02	3,11	2,89	2,70	Se tomaron las nueva rutas de traslado y la implementación de las !
15	Armazón de tuberías	2,77	2,57	2,38	2,61	2,84	Se asignó un ci específico a las tuberías Los tubos no tuvie ningún daño.
17	Desprender la bomba que alimenta a la maquinaria de agua	0,73	0,70	0,67	0,59	0,64	
19	Destapar los motores	1,39	1,47	1,33	1,28	1,36	Se optó por cortar el material reciclable qui cubre los motores.
20	Arranque de la maquinaria para procesar el lote de producción (se empieza a calentar aprox. 8min)	0,51	0,45	0,49	0,55	0,47	
21	Colocación de bandejas para residuos y de caja tote grande en su lugar correspondientes	2,24	2,13	2,07	2,22	2,01	Se tomaron las nueva rutas de traslado y la implementación de las !
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza	0,28	0,31	0,27	0,29	0,25	Se realizó almacenamiento conju de los utensilios, se asiñ un código de colores, hc de control e información Se implementó metodología 5's
<b>Total</b>		<b>76,89</b>	<b>74,35</b>	<b>25,99</b>	<b>21,36</b>	<b>21,14</b>	
<b>nota:</b> Los primeros dos totales son parecidos en tendencia ya que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, últimos tres totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
Calificación de la actuación	Habilidad	+0,06		C1 Buena		Otros:	
	Esfuerzo	0,00		D Regular			
	Condiciones	+0,00		D Regulares			
	Consistencia	+0,01		C Buena			
	Total	+0,07		Factor de actuación +1,07			
Suplementos	Necesidades personales			5			
	Por fatiga			4			
	Por trabajar de pie			2			
	Por postura anormal			2			
	Uso de fuerza / energía muscular			3			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XXXIX. Toma de tiempos 2.2

<b>Fecha:</b> ____ <b>Estudio No. 2</b> <b>Hoja No. 5</b> <b>Jornada:</b> matutina		<b>Nombre operario:</b> Víctor Muñoz <b>Sección:</b> control de calidad <b>Línea:</b> 1 <b>Máquina - Equipo:</b> Blancher, Bandas / fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales. <b>Productos de cambio:</b> brócoli a brócoli					<b>Manufactura</b> <b>Área de proceso</b>	
							<b>Autorización:</b> Jefe de planta	
<b>Análisis set-up</b>	<b>No.</b>	<b>Actividad / Elemento</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>					<b>Observaciones</b>
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
	9	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad	2,73	2,52	2,84	2,93	2,58	
	16	Revisión de parámetros dependiendo el producto que se procesará	3,27	3,63	3,06	3,24	3,55	
	18	Medición de las concentraciones por parte de control de calidad	2,44	2,65	2,19	2,34	2,50	
	<b>Total</b>		<b>8,44</b>	<b>8,80</b>	<b>8,09</b>	<b>8,51</b>	<b>8,63</b>	
	<b>nota:</b> Los totales son parecidos en tendencia.							
	<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad		+0,03 C2 Buena		<b>Otros:</b>	
			Esfuerzo		0,00 D Regular			
			Condiciones		+0,02 C Buenas			
Consistencia			0,00 C Regular					
Total			+0,05	Factor de actuación	+1,05			
<b>Suplementos</b>		Por necesidades personales		5				
		Por fatiga		4				
		Total		9				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla XL. Toma de tiempos 2.3

Fecha: _____		Nombre operario: José Mendizábal					Manufactura
Estudio No. 2		Sección: limpieza					Área de Proceso
Hoja No. 6		Línea: 1					Autorización:
Jornada: matutina		Máquina - Equipo: Blancher, Bandas / fajas, Air coller, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.					Jefe de planta
		Productos de cambio: brócoli a brócoli					
No.	Actividad / Elemento	Tiempo de actividad (min)					Observaciones
		T1	T2	T3	T4	T5	
3	limpieza en seco de materia orgánica y residuo						Eliminado/ convertido en externo
4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia orgánica en canastas con el fin de removerla)						Eliminado/ convertido en externo
5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje)						Eliminado/ convertido en externo
6	Verificación y limpieza del piso	3,98	4,24	3,80			Se analizó el diagrama de espagueti y se plantearon mejores rutas de traslado. También se implementó la metodología de las 5's.
10	Desinfección del piso	2,07	2,11	1,93	1,85	1,76	Se tomaron las nuevas rutas de traslado y la implementación de las 5's
11	Desinfección de las paredes	4,12	4,47	3,90			Se combinó con el elemento 10. Se tomaron las nuevas rutas de traslado y la implementación de las 5's
22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza	1,88	1,45	1,56	1,32	1,18	Se lavaron y desinfectaron los utensilios. Se implementó la metodología 5's
<b>Total</b>		<b>11,87</b>	<b>12,36</b>	<b>11,13</b>	<b>3,23</b>	<b>3,20</b>	
<b>nota:</b> Los primeros tres totales son parecidos en tendencia ya que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos dos totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad		+0,06 C1 Buena		<b>Otros:</b>	
		Esfuerzo		0,00 D Regular			
		Condiciones		-0,03 E Aceptables			
		Consistencia		0,00 C Regular			
		Total	+0,03	Factor de actuación			
<b>Suplementos</b>		Por necesidades personales			5		
		Por fatiga			4		
		Por trabajar de pie			2		
		Uso de fuerza / energía muscular			3		
		Monotonía			1		
		Total			15		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Nota:

Para este estudio de tiempos se seleccionó al mismo personal que en el estudio de tiempos anterior recolección de tiempos actuales, llevado a cabo en el punto 3.2.4.1.1. debido a que ya son integrantes del taller SMED y que ya son conocedores de la importancia de ser evaluados además que son considerados como trabajadores normales para la ejecución de este trabajo.

El número de muestras preliminar “n” fue de 5 lecturas para los elementos cortos, de 3 para elementos demorados y 2 para los elementos aún más demorados.

Los estudios realizados fueron con cambio de lote de brócoli a brócoli, ya que se presentó la temporada en que se procesa dicho producto.

Para los suplementos se tomó en cuenta la tabla OIT, en el cual el operario seleccionado es hombre (en las tres hojas de estudio).

Se considera que durante el estudio se realizaron las lecturas y se expresaron en números decimales de minutos.

Se tomó en cuenta que no todas las actividades son realizadas por la persona seleccionada, sino por varios trabajadores, sin embargo, se optó por estudiar solamente al más adecuado y tomarle el tiempo que le lleva terminar el trabajo distribuido.

Las actividades son rotadas a menudo y todos los trabajadores deben saber cómo hacer las gestiones necesarias de preparación de todos los equipos.

Algunos tiempos fueron tomados por parte separada de la misma secuencia.

#### 4.2.1. Tiempo estándar

Para la obtención del tiempo estándar se utilizan las fórmulas 2, 3, 4, 5,6 y 7 implementadas en el primer estudio de tiempos, capítulo 3, sección 3.2.4.1.4. “Realización del estudio de tiempos”.

Tabla XLI. Determinación del estudio de tiempos

Nombre del operario	No,	n'	n	Tiempo																
	Actividad			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T prom	T Normal	Suplementos	T Estándar
Manuel Ramírez F,a, = 1,07 Sup = 18	1	5	1	3,3	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,2	3,4	0,6	4	
	2	5	2	4,39	4,27	4	4,13	4,08	4,26	3,2	4,03					4,19	4,48	0,81	5,29	
	7	2	1	26,9	25,7	27,5										26,7	28,6	5,14	33,7	
	8	2	0	22,05	21,71											21,88	23,41	4,21	27,63	
	12	5	4	4,1	4,02	3,89	3,56	3,71	4,28	3,87	3,99	4,21				3,93	4,2	0,76	4,96	
	13	3	2	5,03	4,91	4,67	4,09	4,64								4,97	5,32	0,96	6,28	
	14	5	6	3,2	3,02	3,11	2,89	2,7	3,2	2,77	3,56	2,88	2,04	3,03		3,02	3,23	0,58	3,81	
	15	5	6	2,77	2,57	2,38	2,61	2,84	2,08	3,11	2,85	2,39	2,92	2,25		2,54	2,72	0,49	3,21	



Factores de eficiencia respecto del desempeño laboral. Los factores relacionados con la eficiencia se midieron por los métodos, velocidad de los movimientos (habilidad, esfuerzo y condiciones) realizados en el presente trabajo.

Clasificación de las competencias laborales en los ensayos.

Competencias de desempeño y operaciones: orientación a los resultados obtenidos en la estandarización, otorgación de la atención necesaria al orden y calidad en el proceso, ejercer la iniciativa y búsqueda de información.

Competencias directivas: desarrollar, ejercer actitudes de mando, el trabajo en grupo y liderazgo.

Competencia de eficacia personal: flexibilidad en el proceso, dinamicidad, percepción, autocontrol y fiabilidad.

#### **4.3.1. Desempeño estándar**

Durante la aplicación del taller SMED se valoró el ritmo de trabajo del equipo, para suplantar la cadencia de trabajo y analizar cómo asociar con el procedimiento propuesto.

Tabla XLII. **Desempeño estándar – Manuel Ramírez**

<b>Calificación de la actuación</b>	Habilidad		+0,06 C1 Buena	
	Esfuerzo		0,00 D Regular	
	Condiciones		0,00 D Regular	
	Consistencia		+0,01 C Buena	
	Total	+0,07	Factor de actuación	+1,07
<b>Suplementos</b>	Necesidades personales			5
	Por fatiga			4
	Por trabajar de pie			2
	Por postura anormal			2
	Uso de fuerza / energía muscular			3
	Tedio			2
	Total			18

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Utilización del sistema *Westinghouse*

Tabla XLIII. **Desempeño estándar – Víctor Muñoz**

<b>Calificación de la actuación</b>	Habilidad		+0,03 C2 Buena	
	Esfuerzo		0,00 D Regular	
	Condiciones		+0,02 C Buenas	
	Consistencia		0,00 C Regular	
	Total	+0,05	Factor de actuación	+1,05
<b>Suplementos</b>	Por necesidades personales			5
	Por fatiga			4
	Total			9

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Utilización del sistema *Westinghouse*

Tabla XLIV. **Desempeño estándar – José Mendizábal**

<b>Calificación de la actuación</b>	Habilidad	+0,06 C1 Buena		
	Esfuerzo	0,00 D Regular		
	Condiciones	-0,03 E Aceptables		
	Consistencia	0,00 C Regular		
	Total	+0,03	Factor de actuación	+1,03
<b>Suplementos</b>	Por necesidades personales			5
	Por fatiga			4
	Por trabajar de pie			2
	Uso de fuerza / energía muscular			3
	Monotonía			1
	Total			15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 4.3.2. **Características de calificaciones razonables**

La coherencia en el modo de calificar uno de los factores más importantes en la medición del desempeño laboral, ya que, de no ser tomada razonablemente, la confianza de los trabajadores puede ser destruida.

La calificación de los trabajadores se realizó exclusivamente en el curso de las observaciones de tiempo de los ensayos. Se evaluó la velocidad, la destreza, ausencia de actividades, ocio, movimientos falsos, ritmo y coordinación. Una vez juzgada y anotada la actuación no se modificó absolutamente nada.

Se tomaron en cuenta todas las condiciones de trabajo que perjudicaban al equipo y que es una de las principales causas productoras de tiempo improductivo, por ello, se contribuyó a un mejor ambiente tomando en cuenta la limpieza, higiene y agua potable, orden, calidad e intensidad lumínica, ventilación, acondicionamiento, ruido y medioambiente.

### 4.3.3. Métodos para calificar

Dentro de los 4 métodos existentes para la calificación del desempeño laboral: nivelación, valoración sintética, valoración por tiempos predeterminados y la calificación objetiva, se optó por el método de nivelación, perteneciente al sistema Westinghouse, debido a que se concentra en el análisis de 4 factores muy importantes sobre el operador: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

### 4.3.4. Aplicación de la calificación

En la siguiente tabla se presenta la habilidad, aprovechamiento y nivel de capacidad a seguir en el proceso.

Tabla XLV. **Resultados de habilidad y aprovechamiento**

Personal	Calificación			Habilidad
Manuel Ramírez	+0,06	C1	Buena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Francamente mejor que el hombre medio.</li> <li>• Inteligente y audaz</li> <li>• Buena capacidad de razonamiento</li> <li>• Necesita poca vigilancia</li> <li>• Labora en marcha constante</li> <li>• Es ágil en sus movimientos</li> <li>• Coordinado e instruye en otros menos hábiles.</li> </ul>
Víctor Muñoz	+0,03	C2	Buena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja correctamente y de acuerdo con las especificaciones</li> <li>• Posee buena capacidad de razonamiento</li> <li>• Analítico</li> </ul>
José Mendizábal	+0,06	C1	Buena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinante</li> <li>• Trabaja con firmeza y seguridad</li> <li>• Necesita poca vigilancia</li> <li>• Bastante ágil</li> <li>• Trabaja correctamente y de acuerdo con las especificaciones</li> <li>• Movimientos bien coordinados</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Esfuerzo: demostración e interés de la voluntad por realizar el trabajo eficiente. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad.

Tabla XLVI. **Resultados de esfuerzo e interés**

Personal	Calificación			Esfuerzo
Manuel Ramírez	0,00	D	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es constante en el trabajo</li> <li>• Mejor que el promedio</li> <li>• Poco escéptico de honradez con la dirección</li> <li>• Acepta sugerencias, pero no las practica</li> <li>• Parece no querer asumir su mejor esfuerzo</li> </ul>
Víctor Muñoz	0,00	D	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acepta sugerencias, pero no las practica</li> <li>• Trabaja con constancia</li> </ul>
José Mendizábal	0,00	D	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene buena distribución en su área de trabajo</li> <li>• Mejor que el regular</li> <li>• Trabaja con constancia</li> <li>• Poco escéptico de honradez con la dirección</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Se calificó solamente el esfuerzo real demostrado, sin indicios que el personal estuviera haciendo un esfuerzo irreal, con el fin de obtener una mejor calificación y con ello poder tardar más posteriormente.

Condiciones: circunstancias que afectan al personal para que no realice eficientemente su labor. Se determinó un ambiente en condiciones ideales, con bajos costos.

Tabla XLVII. **Resultados de condiciones y circunstancias**

Personal	Calificación			Condiciones
Manuel Ramírez	0,00	D	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios poco accesibles</li> <li>• Superficies complicadas</li> <li>• Máquinas poco espaciosas</li> <li>• Iluminación y ruidos aceptables</li> </ul>
Víctor Muñoz	+0,02	C	Buenas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios cómodos</li> <li>• Buena iluminación</li> </ul>
José Mendizábal	-0,03	E	Aceptables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies regularmente húmedo o con residuo</li> <li>• Iluminación y ruidos aceptables</li> <li>• Espacios abiertos</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

- Consistencia: grado de variación en los tiempos transcurridos mínimos y máximos, en relación con el tiempo normal, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

Tabla XLVIII. **Resultados de consistencia y grados de variación**

Personal	Calificación			Consistencia
Manuel Ramírez	+0,01	C	Buena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Labor repetitiva</li> <li>• Frecuente en diversas actividades</li> <li>• Se mantiene activo</li> </ul>
Víctor Muñoz	0,00	C	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Labor con poca frecuencia</li> <li>• Consistencia en verificar diversos aspectos en los equipos y área de trabajo</li> </ul>
José Mendizábal	0,00	C	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se limpia con constancia normal los espacios con residuo</li> <li>• Requiere consistencia prudente, no se mantiene demasiado sucio</li> </ul>

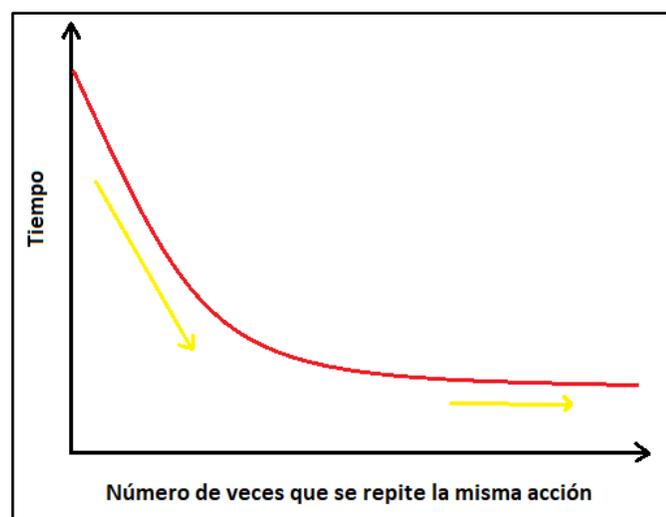
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

La aplicación de estos factores fue establecida analíticamente en los rangos de calificación dependientes a la situación de la empresa y las operaciones en el trabajo.

#### 4.3.5. Análisis de calificación

Como se puede observar en las tablas de toma de tiempos 4, 5 y 6 se determinó el tiempo total que le lleva al trabajador realizar el procedimiento por cada una de las partes (manufactura, calidad y limpieza) en la nueva metodología SMED (tomar en cuenta las lecturas de tiempo completas). De acuerdo con estas lecturas se realizó la proyección de tiempos según la curva de aprendizaje la cual pretende medir la mejora que obtendrá la persona al repetir el nuevo proceso y la habilidad y eficiencia debido a su propia experiencia. La curva de aprendizaje describe el grado de éxito obtenido durante el aprendizaje en el transcurso de tiempo.

Figura 31. Curva de aprendizaje



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

La curva de aprendizaje muestra en la variable independiente el número de veces que se repite la misma acción, es decir, el número de repeticiones del procedimiento de preparación en manufactura de vegetales y para la variable dependiente se tiene el tiempo, que representa la duración que toma realizar dicho procedimiento, el cual se observa que mejora conforme más se adquiere experiencia.

A continuación, se representará la gráfica de curva de aprendizaje que se proyecta para cada una de las partes calificadas durante la aplicación del proceso del SMED. Para ello, se requiere del uso de la siguiente fórmula.

Fórmula

$$T_N = T_1 N^{\left(\frac{\text{Log}L}{\text{Log}2}\right)}$$

Donde:

$T_N$  = tiempo para la realización del procedimiento (n)

$T_1$  = tiempo para realizar el primer procedimiento

$N$  = # de evento que se desea descubrir

Log L = logaritmo de coeficiente de aprendizaje

Log 2 = constante

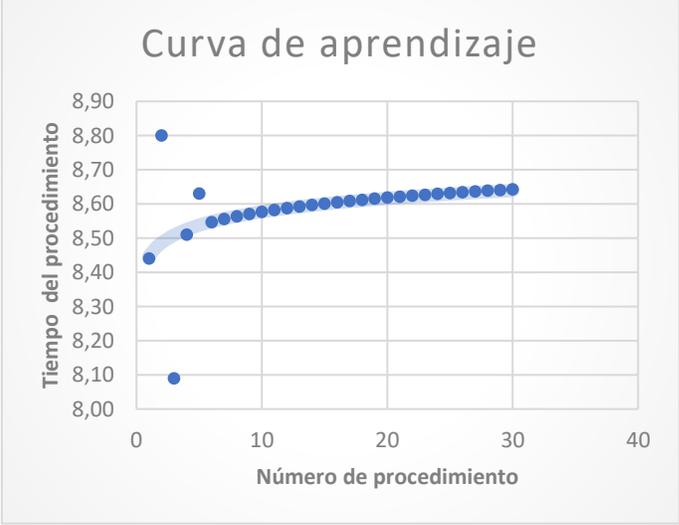
Tabla XLIX. **Análisis de calificación de Manuel Ramírez**

Número de procedimiento	Tiempo unitario para realizar el procedimiento (min)	Gráfica
1	76,89	<div data-bbox="724 527 1427 1010"> <p style="text-align: center;">Curva de aprendizaje</p> <p style="text-align: center;">Óptimo</p> </div>
2	74,35	
3	72,90	
4	71,89	
5	71,12	
6	70,49	
7	69,97	
8	69,52	
9	69,12	
10	68,77	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

De acuerdo con el comportamiento de la gráfica se puede observar que el primer candidato disminuye el tiempo conforme al número de repeticiones realizadas a una escala de magnitud mediana.

Tabla L. **Análisis de calificación de Víctor Muñoz**

Número de procedimiento	Tiempo unitario para realizar el procedimiento (min)	Gráfica
1	8,44	 <p data-bbox="873 1094 1057 1125">No muy óptimo</p>
2	8,80	
3	8,09	
4	8,51	
5	8,63	
6	8,55	
7	8,56	
8	8,56	
9	8,57	
10	8,58	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

De acuerdo con el comportamiento de la gráfica se puede observar que el segundo candidato aumenta el tiempo conforme al número de repeticiones realizadas a una escala de magnitud muy pequeña.

Tabla LI. **Análisis de calificación de José Mendizábal**

Número de procedimiento	Tiempo unitario para realizar el procedimiento (min)	Gráfica
1	11,87	<div data-bbox="734 579 1422 1012"> <p data-bbox="873 604 1276 651">Curva de aprendizaje</p> <p data-bbox="769 688 799 961" style="transform: rotate(-90deg);">Tiempo del procedimiento</p> <p data-bbox="997 953 1263 978">Número de procedimiento</p> <p data-bbox="993 1033 1166 1058">No tan óptimo</p> </div>
2	12,63	
3	11,13	
4	13,44	
5	13,71	
6	13,94	
7	14,13	
8	14,30	
9	14,45	
10	14,59	

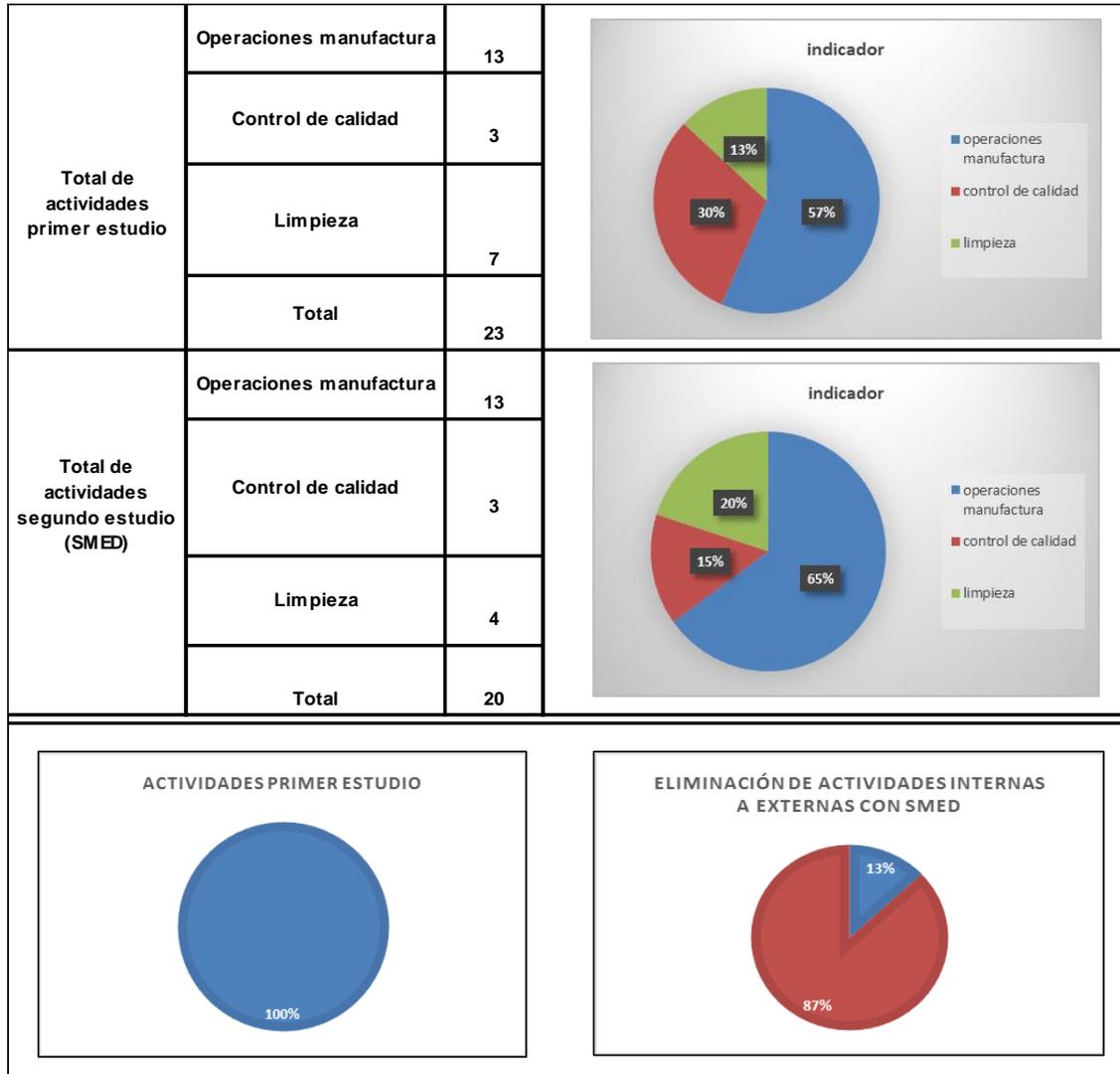
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

De acuerdo con el comportamiento de la gráfica se puede observar que el tercer candidato aumenta el tiempo conforme al número de repeticiones realizadas a una escala de magnitud pequeña.

#### 4.4. **Medición del trabajo**

A continuación, se detallan los indicadores con base en las actividades que se realizaron en el primer procedimiento y el segundo procedimiento en el que se ejecutó el SMED, donde se descartaron las actividades que se convirtieron en externas para lograr un procedimiento más corto.

Tabla LII. **Medición del trabajo**



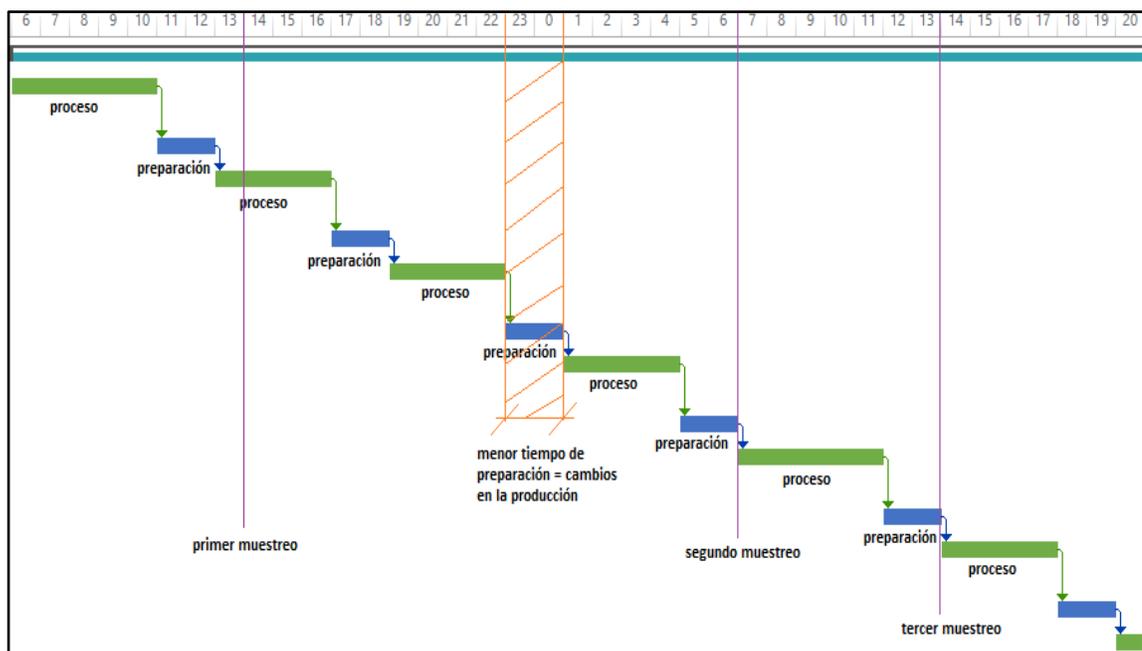
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

#### 4.4.1. Tiempos de cambio en la producción

Al momento de ajustar el nuevo tiempo de preparación al programa de la producción, se obtienen nuevos modelos para la planificación de manufactura en vegetales, teniendo en cuenta la relación de los horarios de análisis de patógenos que realiza el laboratorio.

Nuevo tiempo de preparación = cambios en los tiempos de producción. Después de determinar el nuevo tiempo estandarizado, se debe ejecutar un modelo ideal, como se muestra en el modelo propuesto a continuación.

Figura 32. **Modelo adecuado**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2013.

#### 4.4.2. Evaluación de despilfarros

Como se puede observar en el capítulo 3, se determinaron los tiempos de despilfarro más comunes de la productividad en el procedimiento de estudio.

Los despilfarros ocasionados por el trayecto, en el área de proceso lograron ser reducidos considerablemente por el equipo de trabajo después de ir adecuando mejor las rutas de trayecto conforme las repeticiones del procedimiento e ir acomodando mejor los espacios de trabajo junto con la metodología de las 5'S.

Tabla LIII. Evaluación de despilfarros

	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<b>Personal manufactura</b>	102	2,08
<b>Limpieza</b>	111	4,15
<b>Control de calidad</b>	64	2,20
<b>Total</b>	581	8,43

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Los despilfarros se han reducido a un 63,37 %, 87,05 % y 82,22 % respectivamente y reducido al 75,81 % y 70,71 % en su totalidad.

#### 4.5. Aumento de productividad

Se medirá como la razón entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas o insumos (como mano de obra, capital o administración) con el fin de verificar si el proceso fue útil para la empresa. En cuanto más eficiente se haya

hecho la transformación del procedimiento, más productivo será el flujo de manufactura y con mayor valor agregado al producto.

Con el objetivo de manufacturar a un menor costo, por medio del trabajo eficiente de los recursos primarios de la producción: máquinas, personal y materiales. Es importante para la empresa aumentar el índice de productividad actual y reducir los mayores costos posibles. Para lograr esto con la ayuda del SMED, se aumenta el producto y se reduce el insumo. En términos generales a mayor tiempo de producción = más producto y a menor tiempo = menos insumo.

Fórmula:

$$Productividad = \frac{\textit{producción}}{\textit{insumos}}$$

Fórmula:

$$Productividad = \frac{\textit{recursos obtenidos}}{\textit{recursos empleados}}$$

#### **4.5.1. Eficiencia obtenida**

Con el fin de determinar el contenido del estudio implementado a través de las nuevas tareas que se desarrollaron para fijar el tiempo en que los trabajadores normales invirtieron en llevarlas a cabo, se presenta la comparación del trabajo completo por las tres partes (operaciones manufactura, calidad y laboratorio) que se obtuvo tras el primer y segundo estudio de tiempos con el desarrollo del SMED, contemplando que aún existe tiempo que no agrega valor al procedimiento (desperdicio) que no se pudo eliminar.

Tabla LIV. **Eficiencia obtenida**

<b>Trabajo</b>	<b>Medición<sub>(min)</sub></b>	<b>Desperdicio<sub>(min)</sub></b>	<b>Total</b>	<b>Eficiencia %</b>
Primer estudio de tiempos	Tiempo estándar = 141,60	12,77	128,83	$Eficiencia = \frac{128,83}{110,37}$ $= 0,84$ $Eficiencia = 1 - 0,84 =$ $0,16 \times 100 = \mathbf{16 \%}$
Segundo estudio de tiempos (SMED)	Tiempo estándar = 118,80	8,43	110,37	$Eficiencia desperdicio$ $= \frac{8,43}{12,77} = 0,66$ $Eficiencia = 1 - 0,66 =$ $0,34 \times 100 = \mathbf{34 \%}$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Se logró una eficiencia del proceso del 16 % más eficiente y una eficiencia de la disminución del desperdicio del 34 %, como se puede mostrar en la tabla.

#### 4.5.2. **Eficacia obtenida**

La eficacia que se obtuvo tras el primer y segundo estudio de tiempos con el desarrollo del SMED se presenta en la siguiente tabla.

Tabla LV. **Eficacia obtenida**

<b>Trabajo</b>	<b>Medición<sub>(min)</sub></b>
Primer estudio de tiempos	Tiempo estándar = 141,60
Segundo estudio de tiempos (SMED)	Tiempo estándar = 118,80

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

### **4.5.3. Efectividad obtenida**

Como se puede observar en las tablas LIV y LV mostradas anteriormente, conforme a la toma de tiempos y determinando el número del tamaño de muestra “n” a tomar para un nivel de confianza exitoso, podemos considerar que se logró una efectividad de: 22,80 minutos más efectivo en cuanto al proceso y 4,34 minutos en cuanto al desperdicio, para un total de 27,14 de efectividad total. Sin embargo, se analizarán la obtención de estos tiempos vs los tiempos proyectados de acuerdo con la curva de aprendizaje en un proceso con cada trabajador y así poder determinar el rendimiento para acoplarse a una nueva metodología.

### **4.6. Planes de acción de mejora continua**

Específica las actividades que se plantearon en la lluvia de ideas y los análisis del equipo SMED, que se pretenden ejecutar para seguir mejorando el proceso constantemente, con cronograma (inventar un cronograma sin fechas) solo a corto, mediano y largo plazo. Se utilizará para dar seguimiento a las ideas que aumentarán la productividad en la empresa y así disminuir aún más el tiempo estándar de 1,98 h = 118,80 min.

Este debe ser implementado constantemente ya que siempre hay que buscar la forma de seguir mejorando en la filosofía Lean que introduce al SMED.

## **4.7. Trabajo**

Para completar el desarrollo de la propuesta de estandarización, en el presente apartado se desarrolla el plan de trabajo propuesto a corto, mediano y largo plazo, para la empresa Exportadora de Productos Perecederos.

### **4.7.1. Trabajo a realizar corto plazo**

Se denomina así a toda la actividad de implementación inmediata. Como la aplicación de las 5'S, el nuevo trayecto de recorrido planteado por el diagrama de *spagetti*, la lluvia de ideas y en si todo el SMED tal y como se plantea.

### **4.7.2. Trabajo a realizar mediano plazo**

Toda la actividad que requiera no más de un mes será darle mejoras encontradas en el camino de la ejecución del proceso, que el mantenimiento productivo cumpla su función y que se cumplan los estándares requeridos

### **4.7.3. Trabajo a realizar largo plazo**

Seria todo el trabajo que tenga una duración mayor a un mes, acá depende mucho el factor económico ya que, si los anteriores son promovidos efectivamente, traería consigo la posibilidad de que se implementen aún mejores alternativas. Todo con el fin de disminuir aún más el tiempo estándar obtenido en el SMED (118,56 min).

## 5. SEGUIMIENTO O MEJORA

### 5.1. Resultados obtenidos

El presente apartado se desarrollará la fase de seguimiento o mejora de la propuesta para la empresa Exportadora de Productos Perecederos, que engloba la importancia de la interpretación y aplicación de resultados, seguidamente se muestran las ventajas y beneficios en la aplicación de la misma, por último, se presentan las acciones correctivas sugeridas para la empresa objeto de estudio. Una vez completado el proceso de medición del trabajo, aumento de la productividad realizado, se presentan los resultados obtenidos con las evaluaciones ya realizadas en el proceso del presente trabajo de evaluación.

Tabla LVI. **Resultados obtenidos con la propuesta**

<b>Indicador</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Observación</b>
Tiempo estándar del primer estudio de tiempos (situación actual).	2,36 h = 141,77 min	Es el tiempo que estaba antes de implementar el estudio SMED propuesto.
Tiempo estándar del primer estudio de tiempos (con aplicación SMED).	1,98 h = 118,56 min	Estudio aplicado que hizo que se acortara el tiempo de paro y aumentara el tiempo productivo.
La totalidad es una diferencia de 23,21, se logró acortar el tiempo muerto y convertirlo en tiempo productivo.		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Es imprescindible, para lograr visualizar los resultados a futuro, considerar que los procesos de evaluación se realicen después de 6 meses de llevar a cabo los procesos de cambio de la propuesta, con el fin de identificar y experimentar los beneficios que se han logrado con la implementación de la misma.

Luego de transcurridos los 6 meses, se podrán realizar las evaluaciones y para ello se contará con la hoja de control, se considerará evaluar a los mismos colaboradores a Manuel Ramírez del área de operaciones de manufactura, a Víctor Muñoz del área de control de calidad y a José Mendizábal del área de limpieza. En las siguientes tablas se pueden visualizar los controles mencionados.

Tabla LVII. **Hoja de evaluación de resultados del área de operaciones de manufactura**

Hoja de seguimiento de operaciones de manufactura							
Empresa exportadora de productos perecederos							
Fecha: _____			<b>Nombre operario:</b> Manuel Ramírez				
Estudio Núm.			<b>Sección:</b> Operaciones manufactura				
Hoja Núm.			<b>Línea:</b> 1				
Jornada:			<b>Máquina - equipo:</b> Blancher, Bandas/fajas, Air collar, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.				
			<b>Producto de cambio:</b> brócoli a brócoli				
<b>Análisis set up</b>	Núm.	Actividad/Elemento	Tiempo de actividad (min)				
			T1	T2	T3	T4	T5
	1	Desalinear maquinaria					
	2	Desarmar tuberías de cloro					
	7	Lavado de los equipos con jabón, por medio de mangueras					
	8	Lavado de los equipos con agua, por medio de manguera de alta y baja presión					
	12	Desinfección de los equipos con cloro					
	13	Alineación de los equipos					
	14	Desinfección de los equipos con amonio					
	15	Armazón de tuberías					
	17	Desprender la bomba que alimenta a la maquinaria de agua					
	19	Destapar los motores					
	20	Arranque de la maquinaria para procesar el lote de producción (se empieza a calentar aproximadamente 8 minutos)					
	21	Colocación de bandejas para residuos y de caja tote grande en su lugar correspondiente					
23	Guardar mangueras y utensilios de limpieza						
		<b>Total</b>					
Nota: los primeros datos totales son parecidos en tendencia a que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos tres totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad	+ 0,06 C1 Buena		<b>Observaciones:</b>		
		Esfuerzo	0,00 D Regular				
		Condiciones	+ 0,00 D Regulares				
		Consistencia	+ 0,01 C Buena				
		<b>Total</b>		Factor de actuación			
<b>Firma de evaluador</b> _____							
<b>Firma de colaborador</b> _____							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LVIII. **Hoja de evaluación de resultados del área de control de calidad**

Hoja de seguimiento de operaciones de manufactura Empresa exportadora de productos perecederos							
Fecha: _____			<b>Nombre operario:</b> Víctor Muñoz				
Estudio Núm.			<b>Sección:</b> Operaciones manufactura				
Hoja Núm.			<b>Línea:</b> 1				
Jornada:			<b>Máquina - equipo:</b> Blacher, Bandas/fajas, Air coller, Transportador 1, Mesa de inspección pequeña, Mesa de inspección grande, Transportador 2, Vibrador, Transportador 3, Transportador 4, Detector de metales.				
			<b>Producto de cambio:</b> brócoli a brócoli				
<b>Análisis set up</b>	Núm.	Actividad/Elemento	Tiempo de actividad (min)				
			T1	T2	T3	T4	T5
	9	Se verifican que estén limpios los equipos por parte de control de calidad.					
	16	Revisión de parámetros dependiendo el producto que se procesará.					
	18	Medición de las concentraciones por parte de control de calidad.					
			<b>Total</b>				
Nota: los primeros datos totales son parecidos en tendencia a que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos tres totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad	+ 0,03 C2 Buena		<b>Observaciones:</b>		
		Esfuerzo	0,00 D Regular				
		Condiciones	+ 0,02 C Buenas				
		Consistencia	+ 0,00 C Regular				
		<b>Total</b>	Factor de actuación				
<b>Firma de evaluador</b> _____							
<b>Firma de colaborador</b> _____							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Tabla LIX. Hoja de evaluación de resultados del área de limpieza

Hoja de seguimiento de operaciones de manufactura							
Empresa exportadora de productos perecederos							
Fecha: _____			Nombre operario: José Mendizábal				
Estudio Núm.			Sección: Limpieza				
Hoja Núm.			Línea: 1				
Jornada:			Máquina – equipo: Blancher, Bandas/fajas, Air coller, Transportadora 1, Mesa de inspección.				
			Producto de cambio: brócoli a brócoli				
Análisis set up	Núm.	Actividad/Elemento	Tiempo de actividad (min)				
			T1	T2	T3	T4	T5
	3	Limpieza en seco de materia orgánica y residuo.					
	4	Remoción de materia orgánica (se hecha toda la materia en canastas con el fin de removerla).					
	5	Limpieza y recubrimiento de motores (se coloca una bolsa sobre el motor para cubrirlo con el fin que no se moje).					
	6	Verificación y limpieza del piso.					
	10	Desinfección del piso.					
	11	Desinfección de las paredes.					
	22	Lavado y desinfección de utensilios de limpieza.					
<b>Total</b>							
Nota: los primeros tres datos totales son parecidos en tendencia a que sus lecturas fueron tomadas en todos los elementos, los últimos tres totales cambiaron ya que no se les tomó las demás lecturas.							
<b>Calificación de la actuación</b>		Habilidad		+ 0,06 C1 Buena		<b>Observaciones:</b>	
		Esfuerzo		0,00 D Regular			
		Condiciones		- 0,03 E Aceptables			
		Consistencia		0,00 C Regular			
		<b>Total</b>		Factor de actuación			
Firma de evaluador _____							
Firma de colaborador _____							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

Las hojas de control antes presentadas servirán como herramienta impresa a modo de formato, se utilizarán para recoger y compilar de forma estructurada datos asociados a los procesos en general de operaciones de manufactura, de control de calidad y del área de limpieza.

Los datos reunidos representarán la efectividad de la presente propuesta en la empresa. Es necesario tomar en cuenta que, una vez autorizada esta propuesta, se realice en forma periódica con perspectiva definida, que cuente con los responsables para su ejecución y sobre todo que el fin esencial de esta sea constructivo, de orientación y se encamine hacia la efectividad de la empresa.

#### **5.1.1. Interpretación**

Una vez implementada la propuesta de estandarización del proceso de preparado en manufactura de vegetales para la optimización de tiempos de producción con base en la metodología *Single Minute Exchange of Die* (SMED) en la Empresa Exportadora de Productos Perecederos.

Una vez analizados los resultados obtenidos, estos reflejan que fue una aplicación exitosa porque ayudó a eliminar cierta parte del tiempo improductivo en el procedimiento de preparación en manufactura de vegetales, además se logró reducir el tiempo de *set up*. En el proceso también, se aplicaron varios conceptos de la filosofía Lean que ayudaron a la mejora continua de estos.

Cabe mencionar, que el tiempo que se logró reducir no fue excesivo, ya que SMED busca reducir tiempos a solo una cifra de minutos y en la propuesta implementada se logró un total de 118,56 minutos, aun como tiempo estándar, lo cual queda bastante alto por esa cifra de un solo dígito de minuto, no

obstante, si aumentó la productividad y se crearon mejores modelos de producción ajustados al nuevo estándar.

### **5.1.2. Aplicación**

Para lograr visualizar los resultados de optimización en los procesos de preparado en manufactura de vegetales de tiempos de producción con base en la metodología *Single Minute Exchange of Die* (SMED) en la Empresa Exportadora de Productos Perecederos será por medio, del monitoreo del cumplimiento de los procesos programados, esto se identificará a través de la evaluación el proceso productivo de la implementación, al comparar lo realizado con lo planeado, se tendrá la tarea de revisar constantemente el desarrollo de las actividades que les corresponde desarrollar, verificando si se está trabajando en ello y si se realiza según lo planeado.

En la siguiente tabla, se presenta el formato de seguimiento de conocimiento de procesos nuevos por parte de los colaboradores, al evaluar los resultados de la hoja se identificará si es preciso mejorar en la implementación de la propuesta.

Tabla LX. Evaluación de aplicación de la propuesta

EMPRESA EXPORTADORA DE PRODUCTOS PERECEDEROS				
Hoja de Indicadores de evaluación de la propuesta				
Departamento:			Fecha:	
Colaborador:				
Indicadores de evaluación		Excelente	Bueno	Regular
1	Expresó con claridad La importancia de la Teoría – Productividad, Eficiencia y Eficacia en los procesos que realiza			
2	Respondió con facilidad, en qué consiste el Lean Manufacturing			
3	Entiende de forma clara el proceso de Just in time			
4	Entiende el proceso de mejora continua a través, de kaizen			
5	Comprende cómo aplicar las herramientas Lean, y la importancia de reducir los tiempos en las actividades que realiza			
6	Logró interpretar la Teoría – Metodología SMED Aplicada a los procesos que realiza en la empresa			
7	Entendió la importancia de la practica – asignación de responsabilidades y nueva metodología expuesta			
8	Entiende la productividad de generará la evaluación de medidas correctivas			
9	Le han informado con claridad de los cambios a realizar en el proceso de sus tareas laborales			
10	Desde su perspectiva, los cambios en la realización de actividades son excelentes buenos o regulares			
11	La supervisión de la participación de los altos mandos en los nuevos procesos			
12	Le han brindado asistencia en la solución de dudas de las actividades nuevas a su cargo			
<b>Observaciones:</b> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
<hr/> <b>Firma</b>				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2013.

## 5.2. Ventajas y beneficios

La empresa Exportadora de Productos Perecederos, desconocía las herramientas efectivas para la reducción de tiempos muertos y la reducción de altos costos que estos generan, el fin esencial de la propuesta es crear ciertas ventajas y beneficios para la empresa objeto de estudio.

De igual manera, buscar la mejora continua para eliminar el déficit de producción dentro de la planta de producción. Las ventajas que se lograrán con la implementación de la metodología *Single Minute Exchange of Die* SMED son:

- Mejorar tiempo de *set up*.
- Eliminación del despilfarro.
- Implementación de conceptos de mejora continua.
- Mayor productividad.
- Reducción de costos.
- Aumento de flexibilidad y adaptarse a los cambios.
- Tener menos desorden.
- Producción de lotes más pequeños.
- Mayor control de calidad.
- Reducción de inventarios.
- Tiempos más cortos de entrega.
- Ser más competitivos.

También con la implementación de la propuesta, se podrán obtener los siguientes beneficios del recurso humano, para la empresa Exportadora de Productos Perecederos:

- Permitirá dividir el trabajo, para que el personal tenga claridad en sus funciones y actividades.
- Ayudará a la corresponsabilidad en los procesos y actividades.
- El personal se ocupará de las actividades asignadas, con la visión de mejorar el trabajo asignado.
- Fomentará la creatividad del personal para realizar sus actividades y facilitará el proceso de sugerir nuevas soluciones que ayudarán a mejorar el desarrollo dentro de la empresa.
- Mejorará las relaciones entre todo el personal y las autoridades de la empresa.
- Se propiciará el trabajo en equipo por sus funciones definidas.
- Ayudará a la productividad por parte de los colaboradores para la empresa.

### **5.3. Acciones correctivas**

Las situaciones de riesgos y recomendaciones relacionadas al cumplimiento de las actividades propuestas, deberán ser abordadas de manera sistemática y adecuada, de manera oportuna y controlada. Por lo tanto, es importante mencionar que un sistema eficiente y efectivo de acciones correctivas.

Es necesario que en la empresa Exportadora de Productos Perecederos, se tomen las siguientes acciones correctivas para eliminar la causa, la no conformidad detectada u otra situación no deseable en los procesos. Se propone un plan de acción de acciones correctivas para la empresa, la Asociación de Scouts de Guatemala, donde se examinará lo siguiente:

- Identificar la causa raíz del inconveniente o inconformidad.

- Identificar y clasificar los riesgos asociados con el inconveniente.
- Evaluar el riesgo de recurrencia y ocurrencia del inconveniente.

Con base en los resultados del análisis de riesgo, se tomará una decisión en que si las correcciones serán las adecuadas para responder al inconveniente o si es necesario tomar medidas correctivas. Enfocados en el riesgo de ocurrencia del inconveniente, las acciones correctivas deben ser establecidas.

- Pasos del proceso, de las distintas fuentes señaladas en el punto anterior, el proceso de gestión de acciones correctivas incluye los siguientes pasos:
  - Crear un registro de plan de acciones correctivas.
  - Revisar y aprobar el registro de acciones correctivas para garantizar la calidad mediante el uso de herramientas como la técnica SMED.
  - Practicar las acciones correctivas.
  - Monitoreo y seguimiento de la efectividad del registro de acciones correctivas.

Parte del plan, es el adecuado registro de las acciones correctivas a tomar, y es imprescindible que cuente con las siguientes características:

- Descripción de la acción: esta debe ser clara para corregir. Para lograr mantener el estado de cumplimiento como los detalles registrados y supervisión del impacto de la técnica SMED en los procesos, deberá ser evaluada y analizada.
- Dueño de la acción: es el colaborador que lleva la acción y verifica la efectividad.
- Fecha de cumplimiento: con el objetivo de permitir una planificación

correcta, se define una fecha de cumplimiento para cada acción individual, concertada con el colaborador ejecutante. La fecha estará alineada con requerimientos y riesgos asociados a la inconformidad.

- Análisis de la efectividad: conlleva la revisión del exitoso alcance de los objetivos propuestos de las acciones correctivas; análisis de evaluación de las herramientas propuestas.

Las verificaciones de efectividad serán imprescindibles según sea el riesgo asociado al inconveniente que surja en la empresa y sean mandatorios para:

- Inconvenientes clasificados como altos o medios.
- Inconvenientes recurrentes.

Las métricas para verificar la efectividad serán establecidas al inicio de la creación de las acciones correctivas. La verificación de la efectividad del plan de acciones correctivas, será establecida con base a criterios mensurables y resultados alcanzables para mejorar el proceso de ejecución y mantenimiento de los resultados a largo plazo.

- Aprobación del registro de acciones correctivas, conlleva cada registro con la aprobación de las distintas áreas:
  - Supervisor del área involucrada para la aceptación de la conducción de las acciones correctivas planteadas.
  - Aseguramiento de calidad respecto de la adecuada propuesta de las acciones, del período planteado para su ejecución y efectividad, cuando corresponda.
  - Considerando la naturaleza de las acciones correctivas, se pueden plantear otras funciones para mejorar.

- Implementación del plan de acciones correctivas.

Una vez que el registro plan de acciones correctivas sea aprobado por la gerencia de la empresa objeto de estudio, cada delegado asegurará la implementación de las acciones preventivas en el período establecido.

Los resultados del plan de acciones correctivas, se documentarán, adjuntos al registro o referenciados, para un control posterior a la implementación de la propuesta.

Si la implementación del plan de acciones correctivas se demora, el responsable del mismo deberá informar por escrito a recursos humanos y argumentará la razón de tal demora. Con el fin esencial de agilizar los procesos en cualquier situación de inconformidad.

- Cierre del registro del plan de acciones correctivas.

Los responsables de las actividades informarán al departamento de recursos humanos una vez finalizadas las acciones correctivas.

El personal de recursos humanos inspeccionará los resultados o los entregables documentados del plan de acciones correctivas, de tal forma que sí corresponden, aprueben el cierre del registro.

Si la revisión refleja alguna deficiencia, serán notificadas al encargado de la tarea y este tomará las medidas correspondientes.

- Seguimiento de la efectividad del plan de acciones correctivas.

- Los resultados de las revisiones de efectividad serán documentados por el asignado a las presentes actividades.
- Recursos humanos revisará resultados o entregas, documentados de las revisiones de efectividad, evaluarlos en comparación con los objetivos establecidos.

El estudio cuenta con la factibilidad de realizarse, porque la institución busca mejorar el proceso de realización de los cambios de moldura en el menor tiempo posible, manteniendo el nivel de calidad mediante el uso de herramientas como la técnica SMED, con el fin esencial de controlar las existencias al no incrementar de forma desmedida el inventario de producto, mejorará el proceso de ejecución y mantenimiento de los resultados a largo plazo, con miras a implementar un ciclo de mejoramiento continuo.

Las acciones correctivas a implementar si llegará a surgir alguna desviación en referencia a la propuesta sería a largo plazo, por lo mismo se propone plantear con el equipo SMED nuevas propuestas que ayuden al mejoramiento del procedimiento. Las acciones son:

- Considerar factores que impidieron la reducción aún más el tiempo, como el factor económico, porque no se implementaron mayores costos.
- Reforzar a los colaboradores la adaptación al nuevo cambio.
- Considerar el apoyo para el área de trabajo, los equipos deben prepararse para definir mejores trayectos en sus actividades.
- A través del uso de las herramientas automatizadas eliminar aún más el despilfarro.
- Considerar incentivar al personal a través de, bonos, actividades de recreación y regalías por esfuerzo extra.

## CONCLUSIONES

1. Se estudiaron y analizaron un total de 23 actividades que generan conjuntamente el procedimiento de preparado en manufactura de vegetales. Cada una de estas actividades fue estudiada minuciosamente para así plantear mejoras en la reducción del tiempo de este procedimiento. Una de las etapas en las que se pudo conocer mejor estos elementos, fue a través de la filmación de cada una de las operaciones ya que podía repetirse varias veces, hasta conseguir un planteamiento óptimo.
2. Se logró obtener un tiempo estándar de 118,56 minutos tras el estudio de tiempos ejecutado, tomando en cuenta que se calificó la actuación de los operarios seleccionados, quienes obtuvieron una calificación “normal” por medio del sistema Westinghouse. Además, se verificaron las características de la maquinaria involucrada en el proceso con el fin de comprender correctamente sus funciones y puntos críticos relacionadas a la producción.
3. Se identificaron restricciones que alteran la producción en gran magnitud. Las encontradas en el presente estudio son: los horarios no vinculados con el análisis de patógenos por parte de laboratorio y manufactura, la no flexibilidad de los lotes de producción, el saturamiento de producto en los cuartos fríos de almacenamiento (bodega) en las temporadas altas de producción.

4. El *Lead-time* mejoró reduciendo un tiempo estándar de 141,77 min (2,36 h) a un tiempo estándar de 118,56 min (1,98 h) aplicando SMED, es decir, se mejoró un total de 23,21 minutos (0,38 h). El objetivo de SMED se cumplió en este sentido, sin embargo, no se logró disminuir la cifra a solamente un dígito de minuto.
5. Se determinó de las 23 actividades que conforman el procedimiento de preparado en manufactura de vegetales, 20 actividades internas y 3 actividades externas. Estas fueron ampliadas a un total de 20 actividades totales las cuales algunas se pudieron eliminar, combinar, reducir o simplificar.
6. Se diseñó el modelo de producción que presenta horarios más atractivos para la producción que aumentan eficiencia en flexibilidad. Con SMED reducir el tiempo de preparación más adecuados para que el producto no quede almacenado en espera del inicio del análisis de listeria es importante ya que esto genera un mejor flujo de producción, disminuyendo continuamente el nivel *stock* en los cuartos de almacenamiento. El cuello de botella de la espera en el flujo productivo es posible reducirlo si y solo si, se hace un “*match*” entre manufactura y laboratorio.

## RECOMENDACIONES

1. Verificar que no se haya omitido ningún elemento y analizar nuevamente el conjunto de actividades para plantear mejoras futuras.
2. Incentivar al operario con estrategias, para que obtenga una mejor calificación en el desempeño. Además, ampliar y dar seguimiento al mantenimiento productivo total. Esto no significará excesos de trabajo, ni abusos, sino una alta utilización y aprovechamiento de la mano de obra estandarizando las buenas prácticas para una óptima eficiencia, así como, un equilibrado de las tareas de todos.
3. Realizar corridas de producción más cortas y ajustadas a horarios que se vinculen al análisis de patógenos que realiza laboratorio para que se cree un programa de producción más flexible.
4. Perfeccionar todas las operaciones elementales que constituyen las preparaciones internas implementando mayor número de operaciones en paralelo, utilización de anclajes funcionales, eliminación de ajustes, invertir en herramienta automatizada y mecanización para lograr disminuir el tiempo estándar del procedimiento en manufactura de vegetales.

5. Proporcionar observaciones e ideas claras a otros compañeros de equipo acerca del proceso en búsqueda de mayor eficiencia en las actividades para declarar un mayor número posible de actividades externas. Además, minimizar continuamente el desperdicio ya que esto permite hacer más con menos.
  
6. Reducir el tiempo de procesado. Con mayor rapidez se recuperará la inversión realizada en la materia prima y los procesos, eliminando inventarios innecesarios y tiempos de espera inútiles. Es importante mantener un ajuste adecuado entre los involucrados del proceso productivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BAUTISTA ARROYO, Juan Manuel; BAUTISTA CAMPILLO, Alejandro; ROSAS CAMPILLO, Salvador. *Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua*. Tesis graduación de Ing. Mecánica, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México. 2010. 180 p.
2. CHASE, Chase; JACOBS, Robert; ALQUILANO, Nicholas. *Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. 12a ed. México: McGraw-Hill. 2009. 776 p.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos*. 2a ed. México: McGraw-Hill. 1998. 459 p.
4. GEORGE, Michael. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw-Hill. 2002. 89 p.
5. GONZÁLEZ, Walter. *Estudio de tiempos y movimientos para optimizar los costos de mano de obra en una industria*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 2009. 130 p.
6. HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos; VIZÁN IDOIBE, Antonio. *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI. 2013. 174 p.

7. JEREZ BAUTISTA, Luis Rafael. *Manual del participante – SMED Single Minute Exchange of DIE*. México: Solutions Consulting Learning S.A. de C.V. 40 p.
8. MAGALHAES, José. *Los 7 desperdicios en la manufactura esbelta* [en línea]. <<http://manufacturaesbelta.blog.com/2010/11/15/los-7-desperdicios-en-lamanufactura-esbelta-2/>>. [Consulta: 2 de septiembre de 2020].
9. MÜLLER, Jesica. *SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 2015. 195 p.
10. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. Andris Freivald. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 880 p.
11. PALAPA, Josefina. *Propuesta de estandarización de procesos*. Trabajo de graduación de Maestría en Administración. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México. 2012. 126 p.
12. REY, Francisco. *Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción*. España: Técnica Industrial. 2009. 70 p.

13. REYES, Primitivo. *Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones*. México: Contaduría y Administración. 2002. 69 p.
14. WILLIAM, Feld. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use Them*. New York: Santa Lucie. 2002. 252 p.



# APÉNDICE

## Apéndice 1. **Mantenimiento**

### 1. **Plan de mantenimiento**

Periodicidad de las medidas. Si las medidas se espacian demasiado, es posible que se pierda la capacidad de detectar determinados tipos de fallo de desarrollo rápido. Por el contrario, si se pretende tomar medidas de supervisión con demasiada frecuencia, se estará malgastando recursos.

Número de puntos por máquina. Para supervisar una máquina no se necesita tanta información como cuando se diagnostica, por ello, el número de puntos medidos para supervisarla es menor que los utilizados para el diagnóstico.

Configuración de las medidas. Igualmente, la configuración de las mediciones para la supervisión de maquinaria ha de facilitar suficientes datos para la detección de anomalías, pero no es conveniente obtener muchos datos, para no consumir demasiado tiempo en las tareas de recolección de datos.

Técnicas predictivas. El RCM (*Reliability Centered Maintenance*) recomienda aplicar las técnicas adecuadas para detectar los posibles modos de fallo identificados en cada activo crítico. Además del análisis de vibraciones, conviene estudiar si la termografía, el análisis de aceites, la escucha de ultrasonidos o el análisis del circuito de corrientes aportan información relevante sobre los modos de fallo.

Continuación apéndice 1.

Inspecciones visuales. Es conveniente documentar el procedimiento de cómo se reportan las anomalías encontradas en los equipos inspeccionados. Por ejemplo, si el verificador detecta una fuga de lubricante cuando está midiendo vibraciones, ha de reportarlo para que se genere una orden de trabajo que corrija ese fallo detectado visualmente.

## **2. Diagnóstico predictivo**

A veces se confunden las funciones de supervisión y diagnóstico. Mediante la supervisión predictiva se detectan los problemas, mediante el diagnóstico predictivo se detallan los fallos encontrados para que puedan ser corregidos. El diagnóstico de maquinaria requiere analistas cualificados y equipados con herramientas de análisis adecuadas. En referencia a la técnica del análisis de vibraciones, las gráficas aplicadas para el diagnóstico de la maquinaria son los espectros, ondas y otras gráficas típicas obtenidas a partir de la señal dinámica de la vibración.

## **3. Generación de informes predictivos**

Los informes predictivos generan órdenes de trabajo para programar las reparaciones de los fallos encontrados, estos informes han de ser precisos y fiables para que los coordinadores del mantenimiento basen sus programaciones en el estado de los activos reportados. Es fundamental la coordinación entre los departamentos predictivos y coordinación o programación de mantenimiento para que los trabajos preventivos se gestionen a partir de la información del estado de los activos.

Continuación apéndice 1.

#### **4. Verificación de los trabajos de reparación**

Cuando se interviene un equipo para su reparación, existe un riesgo de que la reparación no se haya realizado correctamente. El departamento de mantenimiento predictivo dispone de medios para evaluar el estado de la máquina reparada para aceptar o rechazar su puesta en producción e identificar la causa del problema, en el caso de que sea rechazada. Para que las tareas de verificación puedan realizarse con éxito, es necesaria una coordinación entre el departamento de mantenimiento predictivo y el departamento de mantenimiento correctivo o taller de mantenimiento.

Se recomienda procedimentar todas estas tareas y articular las relaciones interdepartamentales para evitar descoordinaciones que impidan la realización de estas funciones propias de los departamentos de mantenimiento predictivo.

Fuente: elaboración propia.

