

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ENVASADO
EN UNA INDUSTRIA DE AGROQUÍMICOS POR MEDIO DE LA
APLICACIÓN DEL SISTEMA OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE
EQUIPOS) Y MANUFACTURA ESBELTA

AUTOR:

JORGE OSWALDO VILEMA ROMERO

Guayaquil - Ecuador

2018

DEDICATORIA

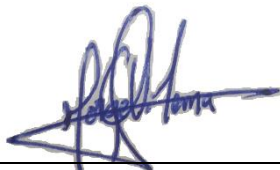
Son muchas las personas a las que me gustaría dedicar este trabajo y agradecer su amistad, apoyo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. A mis padres Jorge y Teresa por su apoyo incondicional y amor. A mi familia y amigos por su amistad y ayuda. Y a todas las personas que me apoyaron en la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo primeramente a Dios por la vida y las bendiciones que me ha otorgado, a mi familia por su apoyo y esfuerzo incondicional en las diferentes etapas de mi vida, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones y al MSc. Pablo Vallejo por la colaboración en este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Postgrado** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

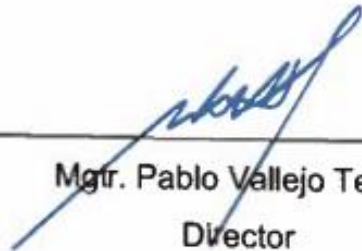


Ing. Jorge Vilema R.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Omar Ruiz Barzola, Ph.D.
Presidente



Mgr. Pablo Vallejo Tejada
Director



Mgr. Wendy Plata Alarcón
Vocal



Sandra García Bustos, Ph.D.
Vocal

AUTOR DEL PROYECTO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Vilema R.', is positioned above a horizontal line.

Ing. Jorge Vilema R.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	XI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO 1.....	1
1.1. Análisis Situacional	1
1.2. Análisis de datos	2
1.3. Estructura del proyecto.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2.1. Marco teórico	5
2.1.1 Envasado de sustancias químicas	5
2.1.2 Sistemas de llenado manual	5
2.1.3 Sistemas de llenado semiautomático	6
2.1.4 Sistemas de llenado automático.....	7
2.1.5 La importancia de la productividad.....	8
2.1.6 La automatización en la calidad del producto	10
2.1.7 Factor humano y satisfacción laboral.....	12
2.1.8 Mejora de la eficiencia (oee).....	15
2.1.9 Manufactura esbelta.....	19
2.2. Marco conceptual	21
CAPÍTULO 3.....	24
3.1. Descripción de los productos.....	24
3.2. Descripción de la planificación de la producción	25
3.2.1 Formulación	26
3.2.2 Envasado.....	28
3.3. Análisis de las pérdidas en las líneas de producción	31
3.4. Reclamos del mercado por producto con defectos	34
CAPÍTULO 4.....	39
4.1. Plan de implementación	39
4.2. Programa 5's.....	39
4.2.1 Definición de problemas en el área.....	39
4.2.2 Preparación de materiales y herramientas	39
4.2.3 Alimentación de envases a mesa giratoria.....	40
4.2.4 Colocación de tapas, etiquetas e instructivos	41
4.2.5 Almacenamiento y paletizado de producto	42
4.2.6 Diseño del mapa del sitio de trabajo	42
4.2.7 Almacenamiento de sustancias químicas y residuos peligrosos.....	44
4.2.8 Señalización de áreas	45
4.2.9 Implementación de limpieza e inspecciones.....	47
4.2.10 Limpieza al final de producción	47

4.2.11 Limpieza de inspección inicial	48
4.2.12 Limpieza con mantenimiento	48
4.2.13 Mantener el estado del área de envasado	49
4.2.14 Compromiso y mejora.....	50
4.3. Construcción y montaje de planta.....	51
4.3.1 Distribución de planta, orientación y tamaño	52
4.3.2 Layout de las áreas de proceso	53
4.3.3 Rediseño en el sistema de cargue de materias primas a tanques de formulación	58
4.3.4 Rediseño del sistema de bombeo de tanques de formulación a envasadoras 60	
4.4. Programa de mantenimiento.....	61
4.5. Mejora de rendimiento en el taponado de envases.....	68
4.5.1 Principio de medición de un torquímetro digital para botellas	69
4.5.2 Selección y justificación del tipo de gráfica de control a usar y tamaño de muestreo.....	71
4.5.3. Análisis de capacidad para variables.....	75
4.5.4. Formulación del plan de acción.....	77
4.5.5. Implementación de plan mejoras.....	77
4.6. Medición del impacto	78
4.6.1 Evaluación de resultado del plan 5s	78
4.6.2 Evaluación de resultados del plan de mantenimiento	80
4.6.3 Evaluación de cumplimiento del plan producción	83
4.6.4 Resultados obtenidos en oee de la envasadora lel-6.....	84
4.6.5 Evaluación de la productividad envasadora lel-6 y reclamos de producto no conforme	87
CAPÍTULO 5.....	90
5.1. Conclusiones	90
5.2. Recomendaciones	92
6 BIBLIOGRAFÍA	94
7 ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Devoluciones 2016-2017.....	3
Tabla 2 Seis grandes pérdidas.....	16
Tabla 3 Producción por área 2017	24
Tabla 4 Cumplimiento de actividades segundo trimestre 2017	32
Tabla 5 Código de colores de planta.....	50
Tabla 6 Observaciones de torque de tapas 38mm.....	72
Tabla 7 Resumen de OT de mantenimiento	82
Tabla 8 Formato para registro diario OEE	85
Tabla 9 Indicador OEE en LEL-6	86
Tabla 10 Reclamos por problemas de envasado 2017	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Indicador OEE.....	16
Figura 2 Cálculo de OEE	18
Figura 3 Estrategia manufactura esbelta	20
Figura 4 Productos elaborados en él 2017	25
Figura 5 Línea envasadora de líquidos	30
Figura 6 Taponadora mecánica horizontal.....	30
Figura 7 Cumplimiento de actividades segundo trimestre 2017.....	33
Figura 8 Reclamos de clientes.....	34
Figura 9 Ishikawa de empaque	35
Figura 10 Materiales y herramientas en desorden.....	40
Figura 11 Accesorios ajenos al proceso	41
Figura 12 Tanques sin rótulos y mal posicionados	41
Figura 13 Material de envase a la intemperie	42
Figura 14 Plano de instalaciones km.1,5 vía Duran-Tambo.....	43
Figura 15 Señalética de seguridad.....	46
Figura 16 Señalización de pisos	47
Figura 17 Áreas limpias y ordenadas.....	48
Figura 18 Desmontaje y traslado de equipo.....	51
Figura 19 Cubierta de planta km.9 vía Duran-Tambo	52
Figura 20 Bodega de materia prima Km.9	54
Figura 21 Layout planta km.9.....	56
Figura 22 Plataforma para cargue de materia prima.....	59
Figura 23 Montaje de tanque en plataforma	59
Figura 24 Sistema antiguo de abastecimiento a envasadoras.....	60
Figura 25 Sistema nuevo de abastecimiento a envasadoras.....	61
Figura 26 Trabajos de mantenimiento generados en enero 2017.....	64
Figura 27 Mejoras realizadas en molinos de perlas.....	66
Figura 28 Mejoras realizadas en molinos de pines	67
Figura 29 Mejoras realizadas en reactores de formulación.....	67
Figura 30 Torquímetro digital	69
Figura 31 Bloques de funcionamiento de torquímetro digital	70
Figura 32 Gráfico de control de media	73
Figura 33 Gráfico de control de rangos.....	74
Figura 34 Análisis de capacidad para variables.....	76
Figura 35 Llenadora LEL-6 posterior a los trabajos de implementación	78
Figura 36 Resultados de implementación 5´s	79
Figura 37 Indicador de eficiencia de mantenimiento	80
Figura 38 Cumplimiento de actividades de envasado en naves 1 y 2.....	84
Figura 39 Indicador OEE en LEL-6	86
Figura 40 Índice de productividad en LEL-6.....	88

ABREVIATURAS O SIGLAS

TQM:	Calidad total
TPM:	Mantenimiento productivo total
JIT:	Justo a tiempo
TOC:	Teoría de las restricciones
OEE:	<i>Overall equipment effectiveness</i> o eficiencia global de los equipos
OP:	Orden de producción
OT:	Orden de trabajo
MP:	Materias primas
ME:	Material de empaque
kg:	Kilogramos
L:	Litros
gal:	Galones
km:	Kilómetros
mm:	Milímetros
USD:	Dólares americanos
PT:	Producto terminado
ERP:	Sistema de planificación de recursos empresariales
LEL:	Línea envasadora de líquidos
KPI:	Indicador clave de desempeño
SAE:	Servicio de acreditación ecuatoriano
m ² :	Metros cuadrados
ISO:	Organización internacional de normalización
OSHAS:	Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional

ibc:	Contenedor para almacenamiento intermedio
mA:	Miliamperios
V:	Voltios
Cpl:	Capacidad de un proceso inferior
Cpu:	Capacidad de un proceso superior
σ :	Desviación de la muestra
μ :	Media de la muestra
KP:	Kilos producidos en dólares.
CMO:	Costo de mano de obra
CEE:	Costo de energía eléctrica
SMED:	<i>Single Minute Exchange of Die</i> o cambio de troqueles en menos de diez minutos

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo fundamenta la investigación para el mejoramiento del proceso de producción de la línea de envasado en una planta de agroquímicos. Para el análisis se tomó la información de los siete últimos meses del año 2016 y los tres primeros del 2017. Se han encontrado procesos y operaciones rutinarias y empíricas que no generaban valor a la línea, creando desperdicios en tiempo y recursos y ocasionando pérdidas en las ventas por no disponer de producto justo a tiempo o devoluciones por parte de clientes. Se estudió la situación actual de la compañía en su cadena de valor y se utilizaron diferentes metodologías y herramientas como el ciclo de Deming, diagrama de Pareto y control de procesos. Se analizó a detalle cada una de las etapas, iniciando desde la creación de la orden de fabricación hasta el proceso de envasado, se diseñó planes de acción con mejoras en corto tiempo y a bajo costo, se propuso la implementación de sistemas de control mediante registros entre las áreas de producción, planificación y mantenimiento, se diseñó controles durante la producción como rutas de inspección por parte de analistas de calidad para el muestreo de producto. Por otra parte, para el año 2017 la empresa de agroquímicos pone en marcha las propuestas planteadas, obteniendo resultados positivos como el aumento en el cumplimiento de las actividades de envasado de un 68% a 82%, se redujeron los problemas de producto no conforme y desperdicios lo cual se ve reflejado en el indicador OEE el cual paso de 59% a 74%, se mejoró el rendimiento de las líneas de envasado, aumentando la eficiencia de mantenimiento de un 75,57% en enero del 2017 a 92,91% en agosto del mismo año, todo esto conllevó a mejorar los tiempos de entrega de producto a los clientes y evitar tener problemas de exceso de inventario en las bodegas. Además de incrementar el índice de productividad en un 17%, todas estas mejoras realizadas finalmente redujeron los reclamos de producto no conforme generados por problemas de derrame de envases en 45% al final de este proyecto.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge como resultado de los constantes reclamos que recibió la compañía por parte de sus clientes, generando en muchos casos problemas de devolución, reprocesos, e incluso pérdida de clientes. Las empresas locales deben lograr mantener un alto nivel de calidad en sus productos y para lograrlo es preciso tomar medidas desde los niveles iniciales del proceso productivo, que es donde centramos nuestra atención.

Dentro de los principales reclamos emitidos por clientes, referentes a los diez últimos meses se encontraron no conformidades con respecto a controles de procesos administrativos o servicio, fechas de caducidad, empaque y problemas de etiquetado.

Los reclamos en referencia a empaque son determinados por problemas con envases y en su mayoría con el taponado de los mismos, debido a que un mal tapado puede involucrar el desperdicio de lotes de producción por contaminación de los productos terminados.

El presente proyecto contempla sólo los reclamos relacionados a problemas que se pueden presentar en el envasado en las 3 líneas de llenado de líquidos que tiene la compañía, en el cual se busca mejorar los controles dentro del proceso de envasado, en la preparación de los equipos y el mantenimiento de estos a fin de reducir los reclamos por parte de clientes. Teniendo en cuenta que la devolución de estos productos conlleva gastos adicionales debido a que, al ser agroquímicos, el tratamiento para su disposición final tiene que llevarse según normas establecidas.

El proyecto realizado se debe al problema de la baja productividad en el área de envasado de una planta de agroquímicos ubicada en la ciudad de Guayaquil. Además, existen no conformidades en el proceso de llenado de los envases y esto conlleva a recibir reclamos realizados por clientes, también existe el aumento del índice de accidentabilidad por causa de los procesos llevados de forma manual.

La mejor opción para incrementar la productividad y mejorar la competitividad es la implementación de mejoras en las máquinas envasadoras, capacitación al personal por mala manipulación de envases, determinación de los factores que originan el derrame del producto para incrementar las unidades producidas, dando así más precisión en el llenado.

Los sistemas de envasado que se utiliza actualmente en la industria química están basados en necesidades técnicas, medioambientales y de seguridad, derivada por la gran variedad de productos a envasar y exigencias de clientes.

El objetivo general del proyecto es:

Optimizar el sistema de envasado de una industria agroquímica, realizando un análisis e implementación de mejoras en los diferentes factores que intervienen en la productividad de la empresa, minimizando las no conformidades de los productos terminados.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Elevar la confiabilidad de la calidad del proceso de envasado mediante la aplicación de controles en el proceso para reducir el producto no conforme.
- Minimizar los reclamos que se generan por derrame de producto para evitar devoluciones.

- Establecer las condiciones adecuadas de trabajo para los operadores, realizando análisis de las operaciones manuales, con el fin de aplicar diseños y tecnología que aumenten la productividad.

El alcance de este proyecto se aplicará en una empresa de agroquímicos ubicada en la ciudad de Durán, provincia de Guayas, Ecuador; La gerencia de la compañía ha facilitado la información que se requiere en este proyecto, sin embargo, solicita que se reserve la identidad de la misma, es por eso que se denominará a la empresa como “La Compañía” y el proyecto abarcará desde la recepción de materias primas en almacén hasta el área de producción que termina en la entrega del producto final, en las fases que componen el proceso de envasado de líquidos.

El material de empaque es la principal materia prima para el envasado, por lo tanto, es importante evaluar los insumos desde que ingresan a la planta antes de ser introducida al proceso productivo, estableciendo buenas prácticas para su recepción, almacenamiento y traslado, ya que con esto también se asegurará el cumplimiento de la planificación, logrando proporcionar la cantidad de materiales requeridos al proceso de producción en el lugar y tiempo adecuado.

La evaluación periódica de los proveedores de materias primas y repuestos nos ayudará a que los insumos requeridos sean acordes a los niveles planificados de producción y calidad. A la materia prima que entregan los proveedores, se les hará un muestreo, para verificar si el producto llena los requisitos mínimos de calidad, contemplados.

Para el control de calidad en el proceso de producción de envasado, se realizará un control estadístico del proceso por medio de gráficos de control que permitan analizar de una forma eficaz la variabilidad del proceso y poder verificar cuando se encuentre fuera de control. Además de establecer parámetros de funcionamiento para los equipos que intervienen en el sellado de inducción de las botellas para los distintos formatos que se envasan en las líneas.

Las condiciones del equipo deben ser óptimas, pues las máquinas trabajando periódicamente se desajustan, por lo que se hace necesario contar con mantenimiento preventivo. Para un control estricto del equipo, se requiere llevar un historial de registros de reparaciones, que servirá de guía para conocer las condiciones en que este se encuentra. La información se recabará por medio de los diferentes programas de mantenimiento con que cuenta la empresa, como son el preventivo, predictivo y correctivo.

El presente proyecto está dividido en cinco capítulos, en el primero se realiza un análisis situacional de la empresa y se expone factores sobre los cuales se aplicarán las acciones correctivas para alcanzar los objetivos planteados. En el segundo capítulo se mencionan los conceptos de productividad, eficiencia global de equipos y manufactura esbelta. En el tercer capítulo se analiza el estado actual de la empresa, se identifica las principales causas que afectan a la cadena de valor y terminando con la priorización de los problemas. En el cuarto capítulo se propone una serie de actividades y planes de acción, que ayuden a reducir o eliminar los desperdicios, generar valor agregado y elevar la productividad, posteriormente se reflejan los resultados obtenidos y una explicación de estos. Por último, en el capítulo quinto se mencionan todas las conclusiones y recomendaciones relacionadas con este proyecto.

CAPÍTULO 1

1.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

La empresa donde se desarrolla este proyecto de graduación se encuentra ubicada en el cantón Durán de la provincia del Guayas. Elaborar insumos para los cultivos de arroz fue el negocio inicial de “La Compañía”, una firma que está en el país desde 1987. La empresa fabrica 65 productos en su planta de la vía a Durán-Tambo, al norte de Guayaquil. Allí se elaboran insecticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes foliares y para suelos. También produce abonos orgánicos, con base en ácidos húmicos que mejoran suelos y fomentan la germinación de semillas. Actualmente exporta a República Dominicana, Costa Rica, Panamá, Colombia, Perú y Bolivia.

El primer país al que llegó fue Chile en 1996, aunque ya no lo hace, luego agrego otros destinos. Desde 1996, la firma vendió USD 45 millones a esos países. Localmente, los productos son usados principalmente para los cultivos de banano, arroz, flores, papa, maíz, palma africana, cacao e incluso, para los potreros. Las ventas de “La Compañía” llegaron a USD 16 millones el año pasado. La empresa sintetizaba propanil, un herbicida para el control de malezas en el arroz. Se lo hacía en un área alquilada en la vía a Daule (norte de Guayaquil). Sin embargo, en 1990 la empresa invirtió USD 1,2 millones, para adquirir un terreno, construir infraestructura y comprar máquinas para la planta actual. Así, en 1992, la empresa también comenzó a sintetizar glifosato.

El proceso de síntesis consiste en agrupar dos moléculas y mediante un proceso tecnológico obtener otras nuevas. Hasta 1995, elaboraba siete productos propios. Técnicamente, en la compañía se hace la síntesis de cuatro productos y la formulación de más de 60 productos. La compañía tiene un laboratorio designado por el SAE y forma parte de la red de laboratorios de Agrocalidad, debido a su competencia para hacer análisis de agroquímicos. Hoy, los terrenos de la empresa tienen casi una hectárea. De ese total, 3500 m² son de la planta, 1000 m² bodegas de productos terminados y 300 m² de oficinas. En la firma laboran 150 personas.

Además, la compañía cuenta con un sistema de gestión integrado certificado en normas ISO 9001, ISO 14000 y OSHAS 18000, así como estar en el programa “*Responsible Care*” debido a su compromiso para que, en el desarrollo de sus actividades, logren alcanzar mejoras continuas en relación con la seguridad, la protección de la salud y del medio ambiente de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible.

En la actualidad la empresa adquirió un terreno en la zona industrial de Durán ubicada en el km 9 de la vía a Durán-Tambo, donde se construye las nuevas instalaciones y estarán concentradas todas sus operaciones productivas la misma que estaría lista a finales del 2017.

1.2. ANÁLISIS DE DATOS

Este estudio se basa en el análisis de reclamos de los siete últimos meses del año 2016 y los tres primeros del 2017, lo cual abarca desde junio 2016 a marzo 2017, en los cuales se determina la directa relación con devoluciones de productos a razones como fechas de caducidad, envases y empaques, rotación entre otras. Actualmente se tiene muchos reclamos por derrame de producto en los envases definido por ventas como “Problemas de envasado” que al momento representa el 19,95% del total de reclamos por su frecuencia, ver Tabla 1.

Tabla 1 Devoluciones 2016-2017

Motivo de reclamo2	Motivo de reclamo	Valores		
		Suma de cantidad de producto no conforme en litros	Cuenta de número reclamo	Suma de cantidad de producto no conforme en unidades
Grupo4	Baja rotación acuerdo comercial	20.915,18	88	16,16%
	Producto despachado con vencimiento corto	130,00	4	0,22%
	Producto para disposición final	10,00	2	0,02%
	Producto próximo a caducar	70,50	1	0,47%
Total grupo4		21.125,68	95	16,88%
Grupo2	Cantidad despachada errada	48,10	2	0,41%
	Cliente cancela pedido	473,40	27	1,86%
	Error en toma de pedido	2.067,31	11	4,26%
	Pedidos entregados incompletos		2	0,00%
	Producto despachado no solicitado	84,00	3	0,44%
	Producto entregado cambiado	3,00	3	0,05%
	Unidades incompletas	504,00	1	0,85%
Total grupo2		3.179,81	49	7,86%
Grupo3	Cliente requiere cambio de factura	496.447,37	165	26,54%
	Factura con datos errados	1.353,00	21	10,63%
	Factura con error en precio	1.368,24	10	0,67%
Total grupo3		499.168,61	196	37,83%
Grupo1	Contenido incompleto en envase	9.516,00	2	4,02%
	Envase	3.258,00	7	5,15%
	Etiqueta	11,05	6	0,02%
	Tapa	434,41	71	0,66%
	Tapa (sin devolución)	6.000,00	2	10,10%
Total grupo1		19.219,45	88	19,95%
Grupo5	Especificación no cumple apariencia	10.049,00	6	0,12%
	Incumplimiento de normativa en etiqueta	3.520,55	115	15,40%
	No cumple eficacia en campo	1.167,00	3	1,97%
Total grupo5		14.736,55	124	17,48%
Total general		557.430,11	552	100,00%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.3. ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Es clave para el proyecto identificar los factores que originan la baja productividad en la empresa envasadora de agroquímicos a fin de determinar la mejor alternativa, la solución más viable para su implementación y puesta en marcha.

Este proyecto pretende determinar los procesos y controles de llenado adecuados para la reducción de los tiempos de producción y de esta manera mejorar los niveles de productividad. Además, al determinar los niveles de capacitación del personal, se establecerán criterios necesarios para estructurar la propuesta más factible en este proyecto.

CAPÍTULO 2

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1 ENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Hoy en día gran parte de los sistemas de envasado de sustancias químicas incorporan en mayor o menor medida una importante parte de automatización, pero todavía existen industrias que continúan llevando a cabo el envasado con sistemas manuales, por factores como las características del producto, variedad de productos y cantidades por pedido.

Debido a la variedad de productos químicos, las altas exigencias de calidad y el cuidado del medio ambiente y la seguridad de los trabajadores que realizan estas actividades, las industrias han creado una amplia gama de sistemas de envasado, con características especiales para cada necesidad, llegando incluso a realizarse sistemas con medida de peso si es necesario.

2.1.2 SISTEMAS DE LLENADO MANUAL

Hace algunos años atrás los sistemas de envasado manual de los productos químicos ha quedado desplazado por sistemas cada vez más actualizados y automatizados, esto se debe a que las industrias con alto índice de producción tienen la necesidad de envasar sus productos finales de forma continua.

A pesar del creciente uso de los sistemas de envasado automáticos, el sistema de envasado manual no ha dejado de ser utilizado en algunas industrias debido a su gran flexibilidad y sencillez, por ello se caracterizan en ser utilizados para el envasado de formatos pequeños y mediano formato además de tener frecuentes variaciones en producto y envase. Por lo tanto, en las industrias químicas que tienen una carga productiva relativamente pequeña no se compensa la inversión que conlleve la automatización del sistema. Además, para este tipo de llenado se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El tapado y etiquetado de los envases se realiza de forma manual, al igual que el paletizado de estos.
- La verificación del peso de los envases y producto se debe realizar manualmente mediante una balanza.
- La dosificación del producto a los envases se lo controla manualmente mediante una válvula, por lo que el operador debe estar pendiente en todo momento del proceso.
- Es necesario de una persona para que controle todo el proceso de envasado manual.

2.1.3 SISTEMAS DE LLENADO SEMIAUTOMÁTICO

Estos sistemas se pueden considerar como el paso intermedio entre los sistemas manuales y los totalmente automatizado y tienen como ventaja de poderse acoplar a las características particulares de cada industria y producto.

Entre las técnicas de estos sistemas se incorporan gran parte de las mejoras derivadas de la automatización, pero a su vez conservan ciertos puntos clave de forma manual. Generalmente estos aspectos suelen ser manuales por dos motivos, bien por los elevados costos de instalación, o bien por la falta de medios técnicos.

Los sistemas semiautomáticos se caracterizan por dar cabida al envasado de mediano y gran formato de producción, con envases entre 5-15 kg cada uno. Además, estos sistemas suelen ir asociados a producciones con variaciones limitadas de producto, aunque se pueden configurar de forma que proporcionen una mayor flexibilidad para realizar los cambios de producto pertinentes.

2.1.4 SISTEMAS DE LLENADO AUTOMÁTICO

Estos sistemas se han desarrollado sobre los sistemas ya existentes debido a la demanda creciente de los procesos completamente automáticos, los cuales permiten un mayor control sobre el envasado, caracterizándose por realizar el llenado de los envases de forma que no sea necesario ningún trabajo manual, con la única excepción de las actividades de mantenimiento que deban realizarse de manera periódica.

El sistema automático de llenado es de gran aplicación para procesos de gran formato con una variación mínima en los productos y envases, para obtener un incremento en la eficiencia del sistema sin tener que realizar paradas para cambios de estos.

Entre las principales ventajas de los sistemas automáticos de envasado es que permiten a los trabajadores realizar otras actividades durante el funcionamiento automático del envasado. Así como la estandarización de todo el proceso, mejorando de esta forma el sistema de calidad al no tener importantes variaciones sobre los diferentes envases. Entre estas mejoras se puede detallar las siguientes:

- Especificaciones del producto más consistentes y por ende mayor uniformidad del producto.
- Mejor control de los cambios de calidad del producto para hacer frente a la demanda.

- Menor desperdicio de productos debido a condiciones de operación anormales o averías.
- Menos lotes y en general menos producto fuera de especificaciones.
- Mejor reputación ante los clientes.

Para los sistemas de llenado automático se incorporan todas las automatizaciones parciales que ya incorporan los sistemas semiautomáticos, añadiendo al mismo tiempo otras mejoras que todavía se ejecutaban de forma manual, como las siguientes:

- La regulación automática de la altura del cabezal de llenado para ajustarse a la altura de cada envase.
- El movimiento de los envases por medio de un sistema de carga y transporte a la estación de llenado, posterior vaciado y almacenado de forma automática.
- El centrado de las boquillas de envasado con las bocas de los envases se realiza por medio de un sistema óptico.
- Todo el conjunto de válvulas es gobernado de forma automática.
- La apertura, cierre y etiquetado automático de los envases.

2.1.5 LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad puede definirse como el equilibrio de todos los factores de la producción tales como talleres, máquinas, equipos de trabajo y los empleados, que dará el mayor rendimiento con el menor esfuerzo. En otras palabras, la productividad es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

La productividad se la puede emplear a todo tipo de empresas o economía, ya que donde se utilizan recursos para obtener producción hay productividad, dado que aumentando esta productividad mediante un adecuado uso de los recursos se forma el camino para que el negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad, teniendo en cuenta que esta sea obtenida a base de una planificación científica mediante la utilización de

métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios y no al azar.

La productividad en los equipos y maquinarias viene dada en sus características técnicas en donde se determina la cantidad de unidades producidas en un intervalo de tiempo. Mientras que la productividad de la mano de obra es sinónimo de rendimiento, se puede decir que algo o alguien es productivo cuando con una cantidad de insumos en un periodo de tiempo dado logra obtener el máximo de productos.

Hoy en día no se puede considerar competitivo quien no cumpla con calidad, producción, costos, eficiencia, innovación, nuevos métodos y algunos otros conceptos de trabajo que hacen que cada día la productividad sea un punto de cuidado en los planes a corto y largo plazo de las empresas.

En toda industria se establecen objetivos de ingresos por ventas, y su gran mayoría parece estar enfocadas solo en la revisión de niveles de ventas. Dejando de lado la supervisión de la productividad, siendo rara vez tomada en cuenta, pudiendo aportar muchos beneficios para las empresas sea cual sea su tamaño o sector de actividad ya que nos permite deshacernos de aquellos elementos innecesarios para la consecución de nuestros objetivos. (Chalen, 2014)

Se debe medir y controlar de forma permanente la evolución de la productividad, la calidad, los costos, el nivel de los servicios, los grados de satisfacción, entre otros, pero lo más importante es ir definiendo tendencias por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en nuestras empresas, realizar las correcciones necesarias, todo esto es fundamental si se pretende lograr una ventaja competitiva sostenida, aumentar la eficiencia y ser más rentables.

2.1.6 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO

La calidad se define como el conjunto de propiedades inherentes de un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas y le permite ser comparado con cualquiera de su misma especie. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad de este para satisfacer sus necesidades.

Con la competitividad en el mercado nacional e internacional se está haciendo cada vez más necesaria la automatización en los equipos y máquinas de la planta, con el fin de reducir costos unitarios y aumentar la calidad y productividad, por tal razón en la actualidad se procura automatizar la mayor parte posible de los procesos para no perder la competencia con los mercados nacionales e internacionales.

Al realizar la automatización de procesos de producción hay que tomar en cuenta todas las operaciones que se llevan a cabo en el área, ya que en caso de encontrar algunos procesos separados se busca unificar o combinarlos con el resto del proceso, ya que al hacerlo de esta forma, las necesidades de materiales a utilizar son menores, lo que reduce el capital sin movimiento en bodegas de una manera considerable, al igual que se reducen tiempos que van desde la recepción de la orden de trabajo hasta que la producción este completa.

La automatización de los procesos de fabricación tiende a mejorar la productividad y promueve un mejoramiento del nivel de vida laboral, pudiendo decir que la productividad se basa en la producción hora-hombre, justificando los incrementos salariales si se mejora esa producción.

La razón principal de la automatización de los procesos de producción es la de mejora la calidad de los productos. Claro está que el rendimiento humano es variable y esto influye en el buen funcionamiento de los procesos automatizados, ya que, a consecuencia de la naturaleza humana, este rendimiento esté gobernado por la motivación, el vigor, la emoción, el cansancio, aburrimiento, el grado de dificultad, entre muchos más. El resultado será una variación en la calidad.

La automatización de los procesos industriales se ha convertido en un medio fundamental que nos ayuda a mejorar el rendimiento y la eficacia de las funciones operacionales de una industrial moderna. Además de permitir obtener datos exactos de forma automática, al integrarse al ciclo de procesamiento de información nos permitirá tomar decisiones operacionales y tácticas, además se deberán buscar estrategias más eficaces para cualquiera que sea la naturaleza de la empresa. (Chalen, 2014)

a) Con la automatización de procesos en las industrias se busca incrementar eficiencia de sus operaciones. Incrementar la productividad del personal mediante:

- Automatizar las actividades manuales y repetitivas
- Suministrar procedimientos, equipos y sistemas que permitan disponer de la información en forma oportuna y confiable en el instante y lugar requerido.

b) Al realizar la integración de los puntos anteriores más las modernas tecnologías de la electrónica, informática y telecomunicaciones pretende transformar la forma de operar los sistemas de producción, para ello se precisa de nuevos métodos en el análisis de los procesos.

2.1.7 FACTOR HUMANO Y SATISFACCIÓN LABORAL

Es muy importante tener en cuenta el factor humano porque por el grado de responsabilidad en cada una de las áreas de las industrias, y de esta manera aumentar su nivel laboral y de conocimientos en el desarrollo progresivo al que se encuentran sometidas las industrias para aumentar la productividad y calidad de sus productos. Siendo este decisivo debido al rol que tiene cada uno de los colaboradores de las industrias que pueden generar impacto en los resultados productivos o de servicios, dado esto por la gran variedad de ideas, innovaciones, mejoras y aporte en las tomas de decisiones sobre los cambios que se necesiten realizar en los procesos de producción.

El cambio del concepto “recurso humano” al de “capital humano” no es un simple canje de nombre, lo que se busca es enfocar a las personas, no sólo como la simple mano de obra básica para producir o brindar servicios, sino que se las debe de ver como el elemento esencial que garantiza la creciente competitividad que requieren las empresas. Para ello es necesario que el colaborador incremente su sentido de pertenencia a la misma, claro que para esto se debe proveer de acciones que propendan a dicho objetivo.

Se debe tener en cuenta, que el factor humano es el elemento esencial de una industria o empresa, Es por esta razón que los directivos deben conocer y evidenciar la gran importancia de las características generales y particulares de sus colaboradores, si dejar a lado el grado de satisfacción laboral que sienten cada uno de ellos.

Según investigadores se considera que la satisfacción laboral debe constituir los objetivos esenciales de la organización. También se deberá considerar diferentes y significativos aspectos tales como el grado de participación de los trabajadores en la toma de decisiones, la capacitación del personal, los sistemas de estimulación que reciben; etc. Algunos investigadores están de acuerdo en que: “Una persona con un alto nivel

de satisfacción en el puesto tiene actitudes positivas hacia el mismo; una persona que está insatisfecha con su puesto tiene actitudes negativas hacia él. Cuando en la industria se habla de actitudes de los empleados, lo más usual es que se refiera a la satisfacción en el puesto.

Los investigadores del comportamiento humano en las organizaciones insisten en la importancia que para el mejor desenvolvimiento de éstas tiene la satisfacción laboral de sus trabajadores y, por tanto, lo necesario que resulta la evaluación periódica de la misma. Con el resultado de estas evaluaciones se permite a los directivos de la empresa, evaluar los efectos que producen las políticas, normas, procedimientos y disposiciones generales de una organización en el personal. Así se podrán mantener, suprimir, corregir o reforzar las políticas de la empresa, según sean los resultados que ellos están obteniendo.

En ocasiones resulta no creíble que la satisfacción laboral que sienten los trabajadores depende de varios aspectos relacionados directamente con su presencia en la organización, algunos de estos aspectos tienen que ver tanto en los puestos de trabajo que ocupan y también pueden encontrarse en otros elementos que los rodean. Otro aspecto que interviene en la satisfacción laboral y que por lo general se encuentra siempre presente son las motivaciones individuales, lo que hace más complejo la medición y evaluación de la satisfacción laboral.

Cuando el personal se siente satisfecho en el propio puesto de trabajo ocurren aspectos importantes en el proceso de medición de la satisfacción laboral, porque su impacto está relacionado con el nivel de ausentismo, por lo que se ha demostrado que los trabajadores insatisfechos con su puesto de trabajo suelen ausentarse más que los que sienten satisfacción con el mismo e, incluso, pueden llegar a renunciar, incrementando así el nivel de rotación.

De acuerdo a estudios realizados se ha podido demostrar que la satisfacción con el puesto de trabajo está relacionada directamente con la

buena salud del trabajador, lo cual trasladan a la vida personal del mismo fuera del centro. El aumento del salario y otras retribuciones como los bonos son los que permiten el crecimiento del personal y también le sirve a motivarse para asumir mayores responsabilidades, ya que con esto lo que se logrará es aumentar el estatus social del trabajador. Es de suma importancia que todo el personal tenga un adecuado nivel de justicia de acuerdo a las políticas que tenga la organización. Si estas políticas son claras, justas y libres de cambios inesperados, impactarán favorablemente en el grado de satisfacción de los implicados. (Bohan, 2003)

Las buenas instalaciones y condiciones del área de trabajo resultan también una dimensión importante. Los trabajadores requieren de un buen ambiente laboral de trabajo que les garantice bienestar personal y les facilite el poder realizar un buen trabajo. Todo esto favorecerá la satisfacción del empleado.

Mientras que las relaciones humanas que se mantienen con los jefes, los subordinados y los trabajadores de igual nivel resultan significativos. De acuerdo a encuestas se determina que el comportamiento de los jefes es uno de los principales determinantes de la satisfacción. Estudios realizados demuestran que los empleados con jefes pasivos y respetuosos sienten más satisfacción que con aquéllos fundamentalmente autoritarios o déspotas hacia los subordinados. (Chalen, 2014)

Mejorando la satisfacción laboral en una organización resulta esencial para establecer medidas de perfeccionamiento en su gestión ya que se ha evidenciado en la práctica que la insatisfacción laboral genera actitudes negativas en los trabajadores con el consecuente impacto en su actividad.

2.1.8 MEJORA DE LA EFICIENCIA (OEE)

El concepto de OEE o eficiencia global de los equipos nace como un KPI asociado al programa estándar de mejora de la producción TPM, y asocia la eficiencia de un proceso o de una máquina, como la relación que existe entre la producción real obtenida y la producción máxima teórica. Las pérdidas del proceso son todo aquello que impide que la eficiencia sea del 100% y se clasifican en 3 grandes grupos. (Chang, 1996)

- a) Pérdidas por disponibilidad. Aparecen siempre que se produce una parada de la máquina (averías, cambio de formato, falta de material, falta de personal, arranque de máquina, entre otros).
- b) Pérdidas por rendimiento. Cuando la máquina no ha parado, pero fabrica a una velocidad inferior a la teórica. Incluye las micro paradas (paradas de muy poca duración, pero muy frecuentes) y el funcionamiento degradado (reducción de velocidad por problemas de calidad, por inicio de fabricación, entre otros).
- c) Pérdidas por calidad. Cuando fabricamos un producto no conforme, hemos consumido tiempo de la máquina y hemos incurrido en pérdidas por calidad. También ocurre cuando reprocesamos el producto defectuoso.

El OEE también se puede entender como la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado. (Triana Cortes, 2018)

Las características que tiene el indicador OEE, que lo hacen imprescindible se ejemplifican en la Figura 1 y son:

- 1) Constituye una forma estructurada y estandarizada de conocer la eficiencia de un proceso y lo que es más importante, la composición de las pérdidas de este.
- 2) Prioriza las líneas de actuación, consiguiendo elevar la eficiencia, con los mínimos recursos.

- 3) Guía la actuación de los grupos de mejora continua, permitiendo cuantificar rápidamente los avances conseguidos.
- 4) Se trata de un indicador universal, que permite la comparación entre procesos totalmente distintos.

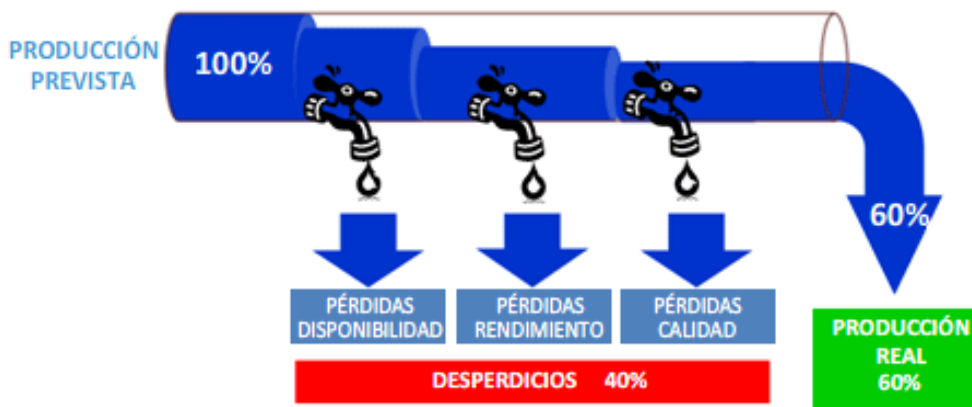


Figura 1 Indicador OEE

Fuente: Internet

Entre los principales objetivos del sistema de mejora continua TPM y del OEE es reducir lo que se denomina “Seis Grandes Pérdidas”. En la Tabla 2 mostrada continuación se categorizan estas pérdidas, estas son las causas más comunes de pérdida de eficacia en la manufactura. (Harrington , 1995)

Tabla 2 Seis grandes pérdidas

Perdidas categorizadas por OEE	Seis Grandes Perdidas	Paros que deben de atenderse de inmediato
Pérdidas de Tiempo Muerto	Paros no programados	Paros que deben de atenderse de inmediato
	Ajustes, Preparaciones para producir	Incluyen todos los paros para otros modelos o presentaciones de producto
Pérdidas de Velocidad	Pequeños paros	Típicamente son paros menores a 5 minutos que no requieren atención
	Velocidad reducida	Cualquier evento que aleje la velocidad real respecto a la ideal
Pérdidas de Calidad	Desperdicio por arranque de producción	Desperdicios por arranque o producción temprana
	Velocidad reducida	Rechazos encontrados durante la corrida normal de producción

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.- Averías – Producen inesperadas pérdidas de tiempo.

- Algunos ejemplos son: mantenimientos correctivos y no planificados, fallos en utillaje, fallos de equipos
- Hay flexibilidad en donde fijar el umbral entre una avería y una pequeña parada

2.- Puesta a punto y ajustes – Producen tiempos muertos | iniciar una nueva operación.

- Algunos ejemplos son: tiempo de calentamiento de máquina, calibraciones/cambios de formato, falta de personal operativo, ajustes mayores, falta de materiales.
- Esta pérdida es normalmente tratada con técnicas de reducción de tiempo de alistamiento de máquinas como el SMED

3.- Micro paradas – Impacta en la eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento.

- Ejemplos: trabamiento de partes, obstrucción del flujo de productos, alimentaciones incorrectas, problemas de instrumentación, pequeñas obstrucciones, limpieza, verificaciones.
- Típicamente se incluyen las paradas de menos de cinco minutos y que no requiere la intervención del personal de mantenimiento.

4.- Velocidad reducida – Impacta en la eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento.

- Ejemplos: funcionamiento áspero, debajo de la capacidad diseñada o estándar, desgaste de máquina, ineficacia del operador.
- Cualquier cosa que evite que el proceso funcione a su capacidad máxima.

5.- Rechazos en el arranque – Impacta como una pérdida de Calidad

- Ejemplos: rechazos por ajustes, completar actividades no terminadas, reprocesos de productos defectuosos, daños internos del proceso, caducidad del proceso, montaje incorrecto.
- Los rechazos durante las calibraciones, cambios de formatos en arranques o cualquier otro durante el inicio de producción y pueden ser debidos a Alistamiento incorrecto, etc.

6.- Rechazos de producción – Impacta como una pérdida de Calidad

- Ejemplos: reparaciones, re-trabajos, re-procesado, daños internos del proceso.



Figura 2 Cálculo de OEE

Fuente: Internet

La Figura 2 resume los puntos a considerar para el cálculo de la eficiencia global de equipos, cada uno de ellos se calcula de la siguiente manera:

Cálculo del índice de disponibilidad. - este indicador se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo de producción neto}} \quad (2.1)$$

Donde:

Tiempo de producción neto = horas de trabajo – descansos y mantenimiento planificados

Tiempo operativo = tiempo de producción neto – tiempos de paradas por averías y ajustes

Cálculo del índice deficiencia. - fórmula para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo operativo eficiente}}{\text{Tiempo operativo}} \quad (2.2)$$

Tiempo operativo eficiente = tiempo operativo – paradas por baja velocidad – paradas cortas

Cálculo del índice de calidad. - se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total piezas producidas} - \text{piezas para muestras o defectuosas}}{\text{Total de piezas producidas}} \quad (2.3)$$

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. (Cortes, 2018)

OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.

65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la *World Class*. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.

85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores *World Class*. Buena competitividad.

OEE > 95% Excelencia. Valores *World Class*. Excelente competitividad.

2.1.9 MANUFACTURA ESBELTA

También llamada fabricación ajustada, fabricación ágil, pero lo más común es el término anglosajón *lean manufacturing*.

Las filosofías de manufactura esbelta buscan la forma de mejorar y optimizar el sistema de producción, tratando de eliminar o reducir todas

las actividades que no añadan valor dentro en el proceso de producción.
Se basa en los siguientes sistemas de producción:

- TQM: Calidad total
- JIT: Justo a tiempo
- Kaizen: Mejora continua
- TOC: Teoría de las restricciones
- Reingeniería de procesos

Esta filosofía trata de eliminar o reducir las actividades que no añaden valor al producto y son las que no aportan nada al cliente, ni tampoco contribuyen a avanzar en el proceso de producción. Este tipo de actividades, hacen menos eficiente el proceso de producción y son llamados desperdicios o despilfarros. Las estrategias de manufactura esbelta identifican lo que no agrega valor al cliente y tiende a reducirlo o eliminarlo, se busca utilizar los recursos necesarios y el tiempo mínimo para hacer justo lo que haya que hacer y cuando haya que hacerlo. (Ballesteros Silva, 2008)

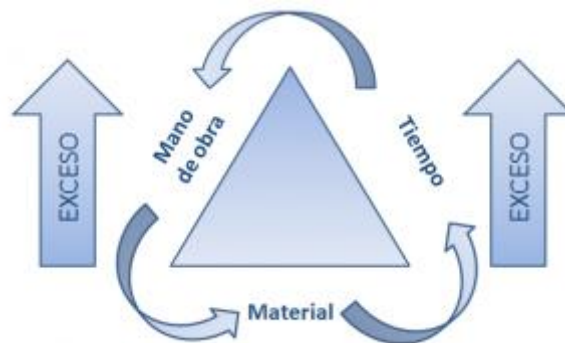


Figura 3 Estrategia Manufactura Esbelta

Fuente: Internet

Las claves del éxito de esta metodología implican la colaboración y comunicación plena de todos los niveles de la empresa: directivos, mandos intermedios y operarios. Proponiendo esta cultura se tiende a encontrar la forma de aplicar mejoras continuas utilizando los mínimos recursos, eliminando el despilfarro, mejorando la calidad y reduciendo tiempos de producción y el coste, ver Figura 3.

Para seguir siendo competitivos y creando valor para el cliente, muchas empresas en el segmento industrial o de servicios, deciden adoptar la metodología de manufactura esbelta, lo cual les genera un aumento de la competitividad que se da a partir de una serie de beneficios que la empresa pasa a experimentar internamente en los diferentes niveles de la jerarquía. Ejemplo de estos beneficios son:

- Incremento de la productividad
- Incremento de la calidad
- Incremento de las ganancias
- Incremento de las ventas
- Incremento de valor de la empresa
- Reducción de *change over*
- Reducción de inventario
- Reducción de plazo de entrega
- Reducción de los costes de producción

Vale mencionar importancia de un liderazgo comprometido en la empresa, proporcionando condiciones para que los resultados citados se alcancen. Por lo tanto, para disfrutar de los beneficios que la aplicación de manufactura esbelta ofrece, es necesario un entorno o proceso que ayuda a sus empleados a:

- Identificar los problemas
- Subsanan los problemas

Si los operadores están aptos a ver las pérdidas en su trabajo diario, ellos podrán proponer mejoras simples que optimizarán sus actividades.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Automatizar: Mejorar y simplificar los procesos, integrar procesos internos, ahorrar tiempo y dinero a través de los sistemas de información.

Embalaje o empaque: Es un recipiente o envoltura que sirve para contener productos de manera temporal, se utiliza principalmente para

agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

Envase: Un envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, distribución o venta.

Calidad: Velocidad a la cual los bienes y servicios se producen especialmente por unidad de labor o trabajo.

Costo de operación: Dinero desembolsado por una empresa u organización en el desarrollo de sus actividades.

Fiabilidad: probabilidad de buen funcionamiento de algo.

Lealtad: Espera pasiva pero optimista de que mejoren las condiciones. Incluye hablar en favor de la organización ante las críticas externas y confiar en que la organización y su administración “harán lo correcto”.

Mejora continua: Es una herramienta de mejora para cualquier proceso o servicio, la cual permite un crecimiento y optimización de factores importantes de la empresa que mejoran el rendimiento de esta en forma significativa.

Máquina envasadora: Se conoce como máquina de envasado a las líneas de producción destinadas a la instrucción del producto en un envase y a la instrucción de los envases en sus embalajes.

Negligencia: Permitir pasivamente que empeoren las condiciones. Incluye el ausentismo o retrasos crónicos, esfuerzos pequeños y un mayor porcentaje de errores”.

Parámetro: Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación.

Precisión: Capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Esta cualidad debe evaluarse a corto plazo.

Productividad: Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el

rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien son productivos cuando con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

Productividad laboral: Es la relación entre el valor de la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en el proceso de producción.

Realimentación: Método de control de sistemas basado en la reinsertión en los mismos de funciones de la variable de salida.

Seguridad: se puede referir a la seguridad como la ausencia de riesgo o también a la confianza en algo o alguien. Sin embargo, el término puede tomar diversos sentidos según el área o campo a la que haga referencia.

Variable: Variable es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable.

CAPÍTULO 3

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

El área de producción donde se desarrolla el proyecto cuenta con áreas para formulación y envasado para dosificar agroquímicos tanto líquidos como polvos, estas áreas se encuentran separadas para evitar contaminación cruzada entre sus distintos tipos de productos, dentro del área se trabaja con 85 tipos de productos en diferentes presentaciones como se puede observar en el Anexo 1, en el mismo que muestra los volúmenes de producción durante el año 2017.

En la Figura 4 se muestra que los productos herbicidas representaron un 48% de la producción de la empresa con respecto a los demás elaborados por la empresa esto es debido al Glifosato y Paraquat productos herbicidas no selectivos de contacto muy utilizados para el marchitamiento gradual de maleza en las cosechas, a pesar de esto los productos fungicidas tienen un mayor margen bruto para la compañía siendo el Mancozeb el más producido debido a que es un fungicida de amplio espectro para más de 400 tipos de hongos en casi un centenar de cultivos siendo su principal uso el control de la Sigatoka Negra en las plantaciones de banano.

Tabla 3 Producción por área 2017

Producto	Año 2017 real LITROS	Dólares	MB %
Fungicidas	68.979,37	\$ 429.938,76	41.73%
Herbicidas	99.170,71	\$ 480.977,99	32.46%
Insecticidas	25.738,90	\$ 325.903,88	34.74%
Nutrientes	10.491,42	\$ 42.172,18	37.77%

Fuente: Documentos Internos, 2018.

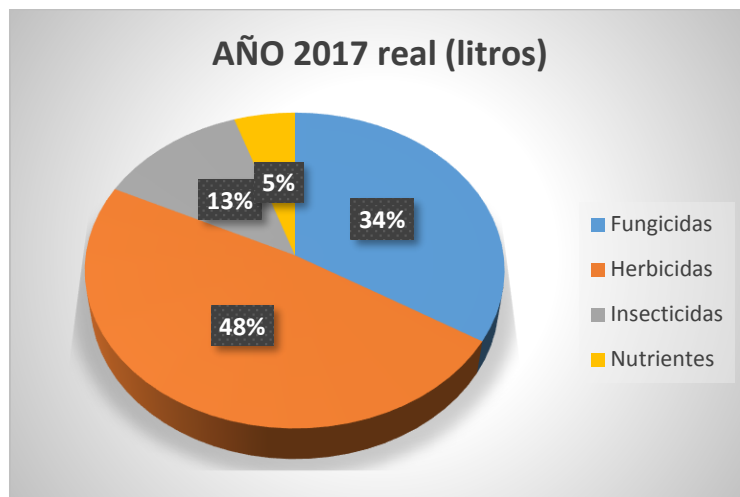


Figura 4 Productos elaborados en él 2017

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACION DE LA PRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de agroquímicos tiene 2 etapas importantes las cuales se realizan de manera continua dentro de las áreas de producción, para ello toda la materia prima a emplearse en la producción de los productos para el campo debe ser aprobada por el laboratorio de aseguramiento y control de calidad. En el último día laborable de la semana anterior, planificación define como arrancarán la semana siguiente, las OP generadas en la programación son entregadas al asistente de almacén de MP para que asigne lotes y materiales; luego se las entrega al laboratorio para su validación en el caso que lo amerite.

Todos los días antes de empezar las actividades de ejecución, los coordinadores de planta tienen una breve reunión con su personal para dar los lineamientos a seguir con relación al *Pull* de producción y temas de seguridad según sea el caso. El *Pull* de producción debe ser distribuido, publicado en el área de producción, y analizado por cada coordinador, para tal efecto revisan y hacen seguimiento en el monitor de

producción del ERP las OP lanzadas y coordinan las actividades programadas.

1. Cada coordinador de planta, con sus actividades ya programadas coordina con los asistentes de almacén de materia prima, el material de empaque y la secuencia de las órdenes de producción para su respectivo despacho.
2. Cada coordinador de planta, solicita al asistente de almacén respectivo que realice la entrega del material (MP o ME) que se vaya a trabajar durante la jornada o el día siguiente y debe firmar la OP como constancia de que realizó actividad. Solo en los casos en que los procesos son continuos se despachara inventarios para más de un día.
3. El operario responsable de línea revisa la línea de producción, confirma que los materiales y la cantidad entregada de la bodega de MP y ME son correctos en función a la OP y acepta a conformidad lo recibido colocando su firma, caso contrario debe notificar la novedad al coordinador de planta, por otro lado, se elabora una OT en caso de que la línea tenga algún problema técnico. En determinadas materias primas por el nivel de riesgo o naturaleza del producto se procede a manejar el pesaje en el momento del cargue.

3.2.1 FORMULACIÓN

Previo al cargue, el operario responsable de la formulación revisa los equipos constatando que todo esté limpio y habilitado, para esta actividad el personal involucrado debe usar debidamente el equipo de protección personal y luego firmar la OP. En caso de existir alguna novedad se informa al coordinador de formulación y realiza el cargue de la materia prima en el equipo de formulación programado.

Al término del cargue el operario responsable de la formulación deberá dejar debidamente rotulado de acuerdo a procedimientos establecidos por la empresa el envase de las materias primas que resulten como saldo para la entrega de este al almacén.

Para iniciar la formulación, el operario responsable de la línea sigue las instrucciones del instructivo para la formulación correspondiente y procede de acuerdo a las actividades descritas, luego debe tomar una muestra representativa del lote y solicitar a la coordinadora técnica el correspondiente análisis del producto, esto se hace con el fin de comprobar que el producto cumple con las especificaciones técnicas requeridas. El operario responsable gestiona el registro de la entrega de la muestra.

La coordinadora técnica recepta la solicitud del análisis de la muestra y gestiona la entrega de los resultados físicos químicos de la muestra. En caso de que el producto no cumpla con las especificaciones técnicas requeridas, se procederá a ajustar la formulación con las respectivas indicaciones del coordinador de formulación y se repite el proceso anterior hasta que el producto cumpla con las especificaciones de calidad. Los ajustes se registran con firma de responsabilidad del coordinador de formulación en la hoja de proceso. En caso de que la muestra no cumpla con las especificaciones se procede de acuerdo al “Procedimiento de control producto no conforme” de la empresa.

Luego que la formulación obtiene los resultados requeridos se colocan los datos del laboratorio en la OP. El responsable técnico debe firmar la OP aprobando el producto.

El operador debe verificar el estado de los recipientes ya sean ibc o tambores, que serán usados en el envasado del semielaborado quedando debidamente identificados, todos los envases

resultantes de proceso de formulación deben quedar debidamente identificados incluyendo el rombo de seguridad.

El cargue lo realizan cumpliendo con las disposiciones de seguridad industrial con los equipos de protección personal (uniforme, casco, overol, botas, gafas, guantes, petos, respirador, etc.), ver el flujo de proceso de formulación en el Anexo 2.

3.2.2 ENVASADO

Con el semielaborado aprobado por el laboratorio se puede proceder a trabajar el envasado. El coordinador de envasado hace entrega de las OP y la hoja de control de envasado al operario responsable de línea. Es responsabilidad del operario designado cerrar las actividades relacionadas en cada etapa del proceso de envasado.

El coordinador de envasado, en conjunto con el auxiliar de MP y ME coordinan el despacho y ubicación de los materiales para las actividades programadas acorde a la secuencia del *Pull* de producción semanal.

Una vez que se dispone de todos los materiales de empaque y producto, el coordinador de envasado le entrega al operario responsable de línea la orden de producción y según sea la naturaleza del proceso de envasado se utilizarán el instructivo respectivo.

El operario designado es responsable de llevar y mantener durante las operaciones de llenado y empaçado el método de semaforización, necesario para el control de pesos y tolerancias establecidos.

El operario designado es responsable de llevar el control de que los saldos queden debidamente rotulados con el nombre del producto, lote, cantidad y demás información necesaria para la continuación del proceso.

El operario designado es responsable de revisar y verificar que la entrega de producto terminado para re-procesos sean los requeridos en la orden de producción y de revisar y controlar el cambio o alimentación de las etiquetas durante el proceso de envasado.

En los casos en que el rendimiento de un producto envasado no esté dentro de los valores establecidos, el operario responsable de la línea junto con el coordinador de envasado revisará el proceso y solicitarán en los casos que sean necesarios el soporte del laboratorio de aseguramiento de calidad con la finalidad de analizar y corregir las desviaciones.

Estas desviaciones pueden ser de varios tipos:

- Falla en la calibración de equipos
- Error en los cálculos de conversión
- Errores en la tara de los materiales
- Rango de tolerancia a envasar

El operario responsable de la línea gestiona el ingreso de la información de los residuos en el archivo “Ingreso de residuos y desechos”. Todos los residuos generados se reportan en el formato respectivo y los tambores resultantes del consumo de las materias prima y semielaborado son rotulados y gestionados de acuerdo con el “Instructivo clasificación de tambores en operaciones”.

El proceso de llenado inicia con la colocación de los envases en una mesa giratoria que se encarga de dirigirlos hacia la banda

transportadora. La envasadora de líquidos cuenta con un sistema de bandas transportadoras, la cual dirige el envase para el posterior llenado automático, como se observa en la Figura 5, este proceso se da mediante una programación de la máquina, que consiste en calibrarla de acuerdo al tamaño del envase y el tiempo que demorar obtener el peso requerido.



Figura 5 Línea envasadora de líquidos

Fuente: La Compañía.

El tapado de los envases se lo realiza de una forma automática, un operador es el encargado de colocar las tapas en una tolva que las ordena y las posiciona en el envase, y a continuación taponadora mecánica horizontal realiza el sellado completo del envase, como se observa en la Figura 6.



Figura 6 Taponadora mecánica horizontal

Fuente: La Compañía.

Una vez tapado el envase la banda transportadora lo dirige hacia el área donde se realiza el etiquetado, el cual consiste en que un operador coloca la fajilla termo-encogible en la tapa del envase y posteriormente la etiquetadora se encarga de adherir la etiqueta de identificación del producto. Posteriormente, en algunos productos

se coloca un instructivo doblado junto con el envase, esto puede ser realizado por una o dos personas.

El último paso para obtener el producto terminado es almacenarlos en cartones, el número de unidades que se almacenen en un cartón dependerá del tamaño o la presentación de los envases. Este paso es realizado por un operador que también forma parte del equipo de personas que se necesitan para que se complete el proceso.

Los paquetes o cajas son movidos de manera manual a pallets formado 4 pisos, se identifica el pallet con número y fecha, por medio de montacargas son llevados y entregados al área de logística donde se entregan a la bodega de producto terminado, ver flujo de proceso de envasado y empaclado en el Anexo 3.

3.3. ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Como se indicó anteriormente en la planificación se asignan las actividades dentro de la fábrica que deben cumplir los operadores con cierto número de litros o unidades a producir, con los tiempos estándares ya incurridos en fabricaciones anteriores por cada producto.

La Tabla 4 muestra el cumplimiento de las actividades tanto de formulación y envasado durante el segundo trimestre del año 2017 (semana 14 a la 26 correspondiente a los meses de abril-mayo-junio), en el cual se tuvo un promedio general de todas las líneas del 80% y se ve reducido por:

- 4% Prioridades: Generados cambios de última hora en la planificación, extensión de lote, exportaciones, reprocesos.
- 6% Materiales: Ordenes de trabajo que no pudieron ser cumplidas por ingresos pendientes o a destiempo de etiquetas o material de

empaque, falta de semi o alguna materia prima como amoniaco para la elaboración de la orden de trabajo.

- 2% Maquinaria: Principalmente por problemas en sistema de enfriamiento, daños en bombas neumáticas o mangueras obstruidas, trabajos correctivos en equipos.
- 3% Mano de obra: Representadas por falta de personal por permisos o renuncias o errores en los procesos o de calibración de equipos.
- 3% Método: Tiempos programados no fueron considerados a lo requerido por el producto, ordenes de producción no están de acuerdo con la planificación, cambios en la concentración del producto.
- 2% Semi: Productos fuera de especificaciones o atrasos de otras órdenes de trabajo.

Tabla 4 Cumplimiento de actividades segundo trimestre 2017

Año	2017		
Factores	# Actividad	Suma de Litros Programados	Litros Producidos
Cumplido	885	1.747.519,82	1.717.238,35
Materiales	65	104.735,00	31.744,66
Prioridades	48	116.337,42	25.379,91
Método	37	58.931,14	39.337,02
Mano obra	28	47.894,00	20.820,50
Maquinaria	24	78.031,28	25.705,12
Semi	23	41.380,54	9.402,64

Fuente: Documentos Internos, 2018.

Los coordinadores de producción registran de manera diaria todos los acontecimientos que afectan a la utilización de las líneas, donde se indica los tiempos por los diferentes tipos de paradas registradas en el proceso productivo. El análisis de las causas que ocasionan los retrasos en la producción se obtuvo de la información de la base de datos que maneja el área de operaciones.

Para analizar el impacto de cada uno de los aspectos que generan atrasos operacionales y que afectan el porcentaje total de este indicador se ha procedido a la elaboración del siguiente diagrama de Pareto para identificar cuáles son a las que hay que dar mayor atención pues serán consideradas como vitales, se muestran en la Figura 7 y se la presenta a continuación:

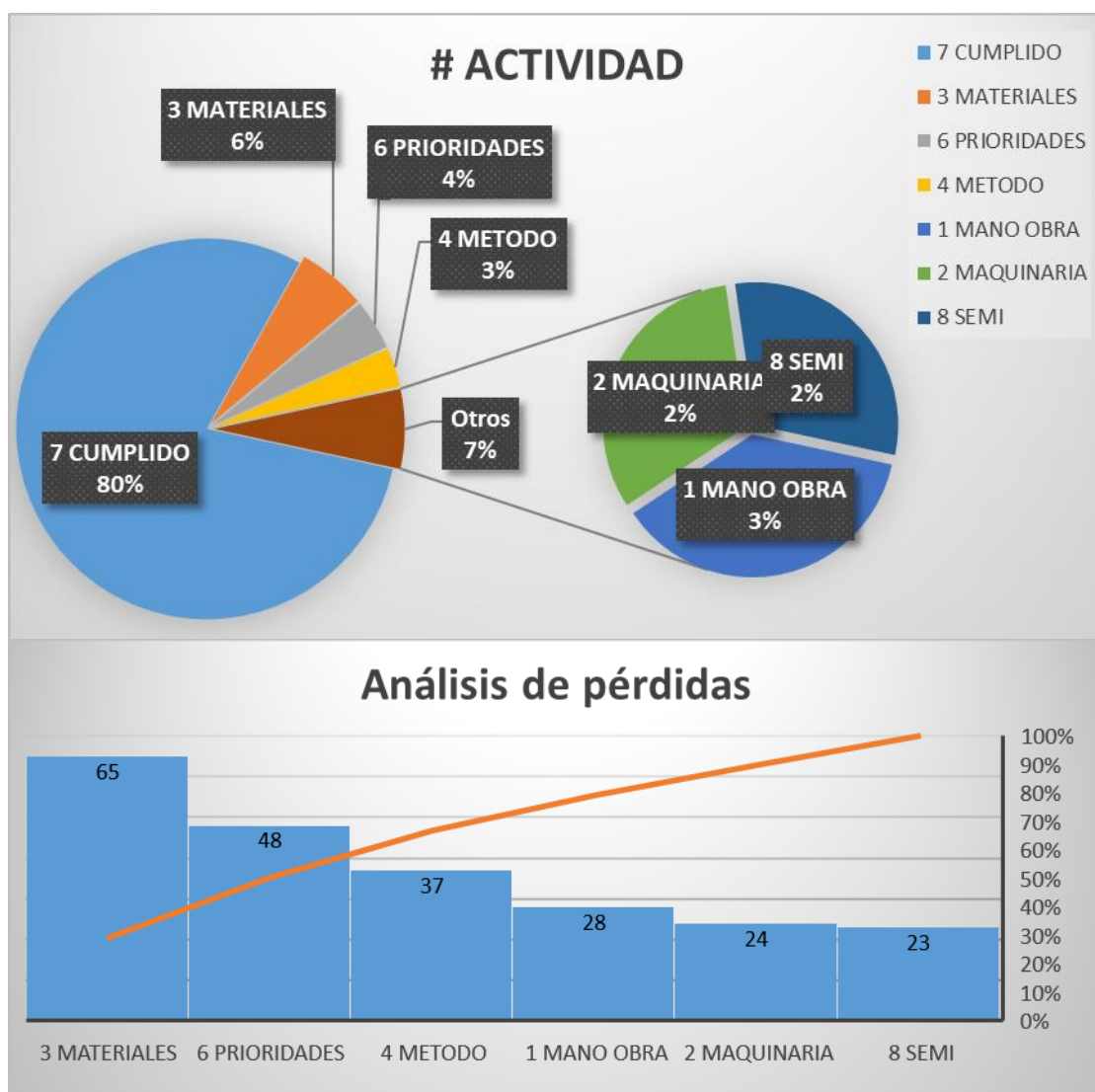


Figura 7 Cumplimiento de actividades segundo trimestre 2017

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como se puede apreciar en el diagrama de Pareto las principales causantes y a las que hay que dar mayor atención son las ocasionadas por: mano de obra, maquinaria y semi, lo cual realizaremos en el siguiente capítulo.

3.4. RECLAMOS DEL MERCADO POR PRODUCTO CON DEFECTOS

De la Tabla 1, para poder poner en manifiesto las causas más importantes sobre las que se deben concentrar los esfuerzos de mejora, se han utilizado dos herramientas para el control de la calidad siendo estas el diagrama de Pareto y diagrama de causa-efecto (espina de pescado, o de Ishikawa). “Un 20 % de las fuentes causan el 80% de cualquier problema” bajo este concepto se determinó el diagrama de Pareto como una herramienta válida para identificar las áreas con mayor relación a los reclamos estudiados.

En la Figura 8 se puede observar que los reclamos se deben con mayor frecuencia a procesos administrativos o servicio (37,83%), mientras que los despachos incorrectos (7,86%) y empaque (19,96%), siendo este último al que se enfocara este proyecto.

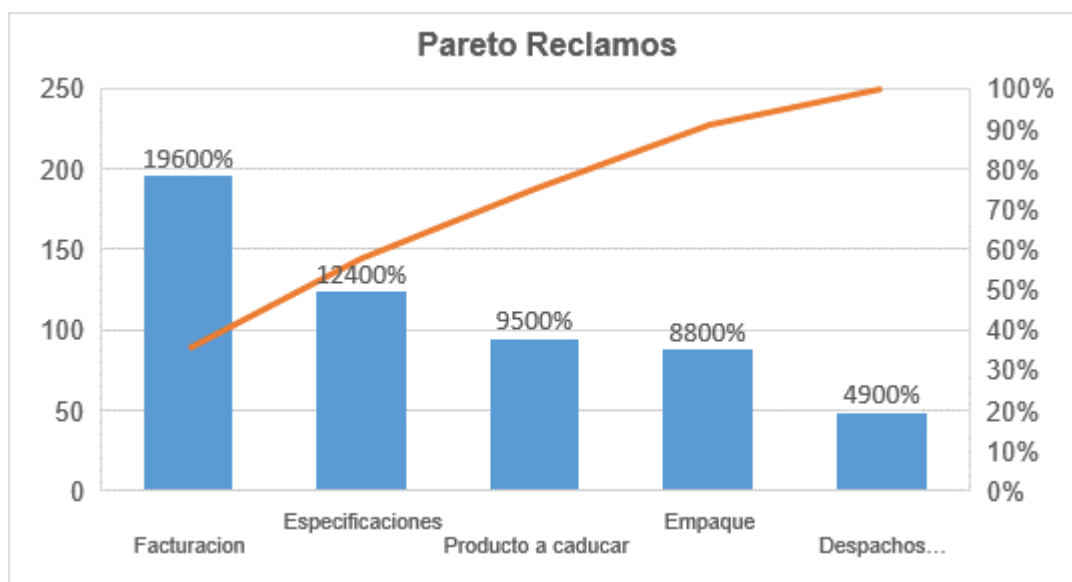


Figura 8 Reclamos de clientes

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De los diferentes productos que se fabrican en la compañía, los tipos de productos fungicidas, insecticidas y herbicidas se fraccionan en las 6 líneas de llenado LEL en la compañía, máquinas que tienen el mismo

sistema de llenado, variando solo en los formatos que pueden llegar a envasar y el tipo de producto en específico para evitar contaminación cruzada por sus componentes, por lo tanto en estas líneas de producción se enfoca el proyecto, ya que las mejoras realizadas en estas líneas tendrán un gran impacto en el beneficio de la empresa con respecto a los ingresos.

Una vez definido la causa del problema con el método de causa-efecto Ishikawa se realizará un análisis más profundo de las causas, la Figura 9 presenta que una de las principales causas generadoras de reclamos o devoluciones es el empaque, incluyendo como primordial actividad el tapado de los envases, mismos que causan derrames de producto.

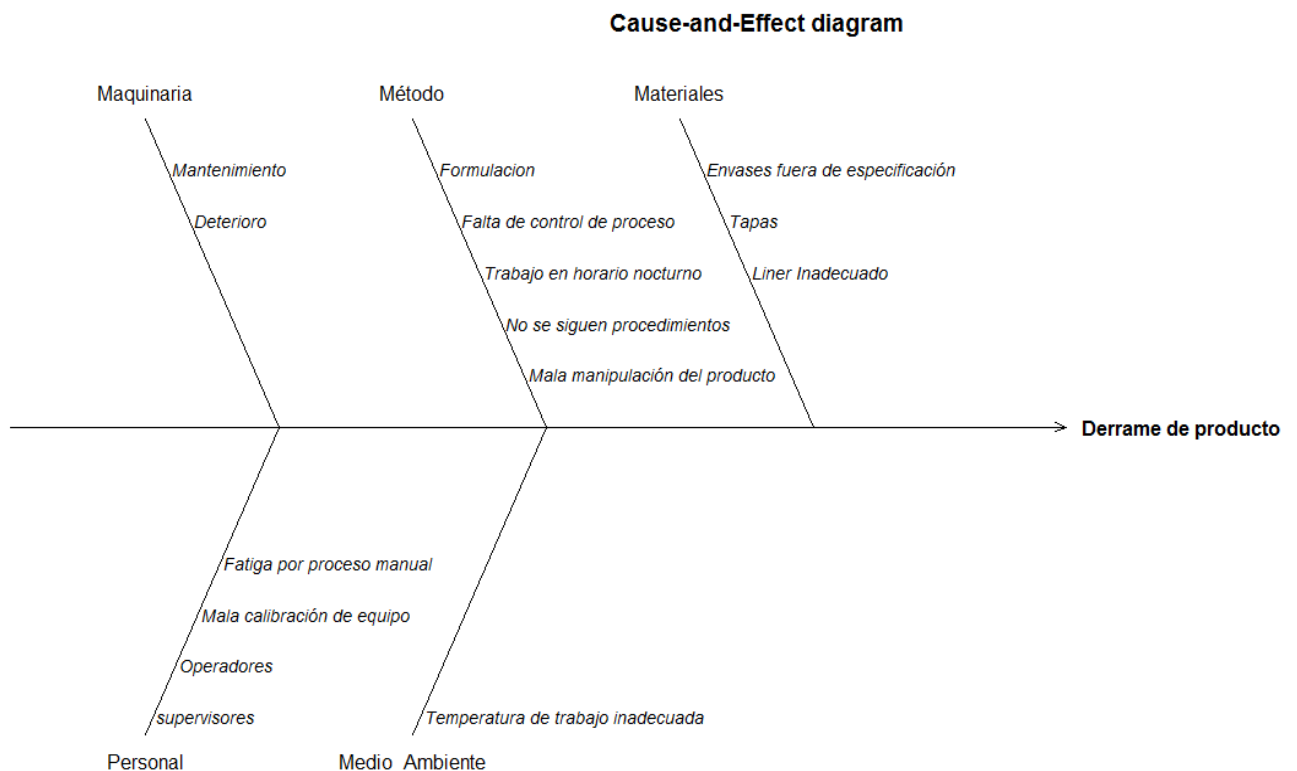


Figura 9 Ishikawa de empaque

Fuente: Elaboración propia, 2018.

A partir del uso de herramientas como el diagrama de Pareto y de causa-efecto, se detectó que una de las causas de mayor impacto en las no conformidades, son los derrames de producto en los envases debido a la

falta de control durante el proceso productivo, lo que provoca fallas en el envasado.

La calidad de los envases utilizados en la industria agroquímica reviste especial importancia desde el punto de vista de la seguridad. Esta se relaciona con la capacidad que tiene el envase de mantener al producto en su interior en condiciones óptimas, de tal manera que no se modifiquen sus propiedades, no se altere su estabilidad, ya sea protegiéndolo del medio ambiente o del mismo envase como tal. (Escaleras , 2016)

La hermeticidad o la capacidad de sellado entre una botella elaborada con material plástico y su tapón es garantizada en gran parte por la taponadora de la línea de envasado, es posible que una mala calibración en la maquina tapadora provoque que la tapa no quede ajustada, al no tener 100% contacto el *liner* con el pico del envase no ocurre el sellado o bien puede darse el caso que la tapa quede demasiado apretada que dañe el *liner*.

Al no haber una buena adherencia del *liner* se pueden producir derrames del producto en el cargue y manipulación del mismo, el derrame de un solo envase puede contaminar el resto por la toxicidad del químico a envasar produciendo devoluciones de producto y un reproceso del mismo. Adicionalmente los envases contaminados no se pueden manejar como desechos ya que se tiene que realizar una gestión con gestores externos para su disposición final al tratarse de productos químicos altamente contaminantes, generando costos más altos para la compañía. (Ministerio del Ambiente , 2013)

A continuación, describiremos las causas obtenidas del análisis realizado en la Figura 9:

MÁQUINAS:

- Desgaste en coronadores. - El coronador de botellas presenta desgaste en cada uno de sus cabezales lo que provoca que estas

al avanzar a poner la tapa en algunas ocasiones no la coloque de manera correcta.

- Transportadores de botellas averiados. - Los transportadores de salida del coronador presentan desgaste en las cadenas lo que provoca que a alta velocidad la botella vaya inestable y las que no estén bien tapadas o con bajo contenido neto no sean rechazadas por el inspector de botellas. Además, que no permiten variar la velocidad de sus motores haciendo imposible la regulación del tiempo de permanencia de a botella en el túnel de sellado magnético de la tapa, teniendo en consideración que en una misma línea de envasado se trabaja con diferentes productos y presentaciones.

MÉTODOS:

- Falta de mantenimiento. - Esto debido a la demanda que pueda existir en ciertas épocas del año y debido a la baja eficiencia de la línea lo cual provoca que las paradas para mantenimiento se vean reducidas para poder cumplir el *PULL* de producción.

MANO DE OBRA

- Capacitación. - Los operadores de las líneas no reciben una capacitación correcta para indicarles cómo se deben realizar los ajustes y calibraciones finas de las máquinas y esto se agudiza más cuando los operadores titulares se ausentan por diferentes razones.
- Descuidos. - En ocasiones los operadores de la llenadora se distraen en otras actividades ajenas a la de la máquina que están operando lo que provoca que no se den cuenta cuando empiezan por cualquier circunstancia a salir botellas mal tapadas.

MATERIALES

- Falta de herramientas. - Los operadores titulares tienen herramientas viejas y deterioradas, mientras que los operadores que hacen de reemplazo carecen de herramientas y pierden tiempo al ir a conseguir las mismas para realizar los trabajos de cambio.
- Tapas dañadas. - Las tapas plásticas muchas veces se dañan en la tolva de tapas o vienen averiadas desde fábrica lo que provoca que se atoren en la carrilera y se desajuste la máquina. O bien el lugar y la forma de almacenamiento en la planta no es el adecuado y puede producir el deterioro o la deformación del material de empaque.

Para denotar en forma de cifras el torque aplicado a las tapas (presión de tapado) se ha desarrollado instrumentos especiales denominados torquímetros, en este caso se empleará un torquímetro digital para botellas.

CAPÍTULO 4

4.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Con el objetivo de proponer medidas de mejora que permitan aumentar la productividad de las líneas de producción, a continuación, se establece una serie de actividades con todas las áreas involucradas en la mejora continua.

4.2. PROGRAMA 5'S

4.2.1 DEFINICIÓN DE PROBLEMAS EN EL ÁREA

El área donde se trabajará con la metodología 5S, son las áreas de formulación y envasado de insecticidas y herbicidas, para ello se hace uso de un formato de inspección, ver Anexo 3.

Dentro del proceso se cuenta con actividades como: preparación de materiales y herramientas, alimentación de envases a las mesas giratorias, colocación de tapas, fajillas e instructivos a los envases llenados, almacenamiento y apilado del producto terminado.

4.2.2 PREPARACIÓN DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Al inicio de cada jornada, los operadores verifican cuáles son las actividades del día para alistar los materiales necesarios, en muchas ocasiones los materiales, selladoras de inducción, mesas de trabajo, balanzas, no se encuentran en el lugar asignado como

se puede observar en la Figura 10, lo que provoca pérdidas de tiempo al inicio del día.



Figura 10 Materiales y herramientas en desorden

Fuente: La Compañía.

4.2.3 ALIMENTACIÓN DE ENVASES A MESA GIRATORIA

Se tienen áreas designadas donde almacenan los envases vacíos que se usarán a lo largo la jornada, los operadores se encargan de alimentar los envases en las mesas giratorias para el dosificado posterior. En muchas ocasiones se ha notado que el área para estos envases y demás insumos utilizados están siendo ocupados por materiales ajenos al proceso como se observa en la Figura 11, esto provoca una falta de espacio y a la vez desorden en el área de trabajo. Además, en esta área no se dispone de un lugar específico para colocar tanto equipos y utensilios de producción como bombas neumáticas, filtros y gavetas lo cual agrava más el asunto.



Figura 11 Accesorios ajenos al proceso

Fuente: La Compañía.

4.2.4 COLOCACIÓN DE TAPAS, ETIQUETAS E INSTRUCTIVOS

Estas actividades generan desorden al no estar estandarizado el lugar y ubicación de los operadores e implementos necesarios, además que dentro de este proceso se pueden observar mesas, cartones, envases a lo largo de la línea que no son necesarios, para el mismo y deberían ser reubicados. En este sitio también se puede observar recipientes que no se encuentran debidamente etiquetados como lo muestra la Figura 12.



Figura 12 Tanques sin rótulos y mal posicionados

Fuente: La Compañía.

4.2.5 ALMACENAMIENTO Y PALETIZADO DE PRODUCTO

Las actividades en la etapa de almacenamiento son la colocación de los envases llenos, sellados y etiquetados, en cajas o en pallet. En el área donde se almacenan los envases se puede observar que no están correctamente almacenados ni resguardados, en esta área el sol pega directamente a los envases lo cual puede causar que se deformen afectando en los procesos de envasado y la integridad del producto, así como una inadecuada organización, ver Figura 13.



Figura 13 Material de envase a la intemperie

Fuente: La Compañía.

4.2.6 DISEÑO DEL MAPA DEL SITIO DE TRABAJO

En la Figura 14 se muestra el diagrama general de la planta km1.5 Vía Duran-Tambo, identificando en las líneas de envasado y formulación con que cuenta la empresa, así como las áreas de almacenamiento de materias primas, material de empaque y producto terminado.

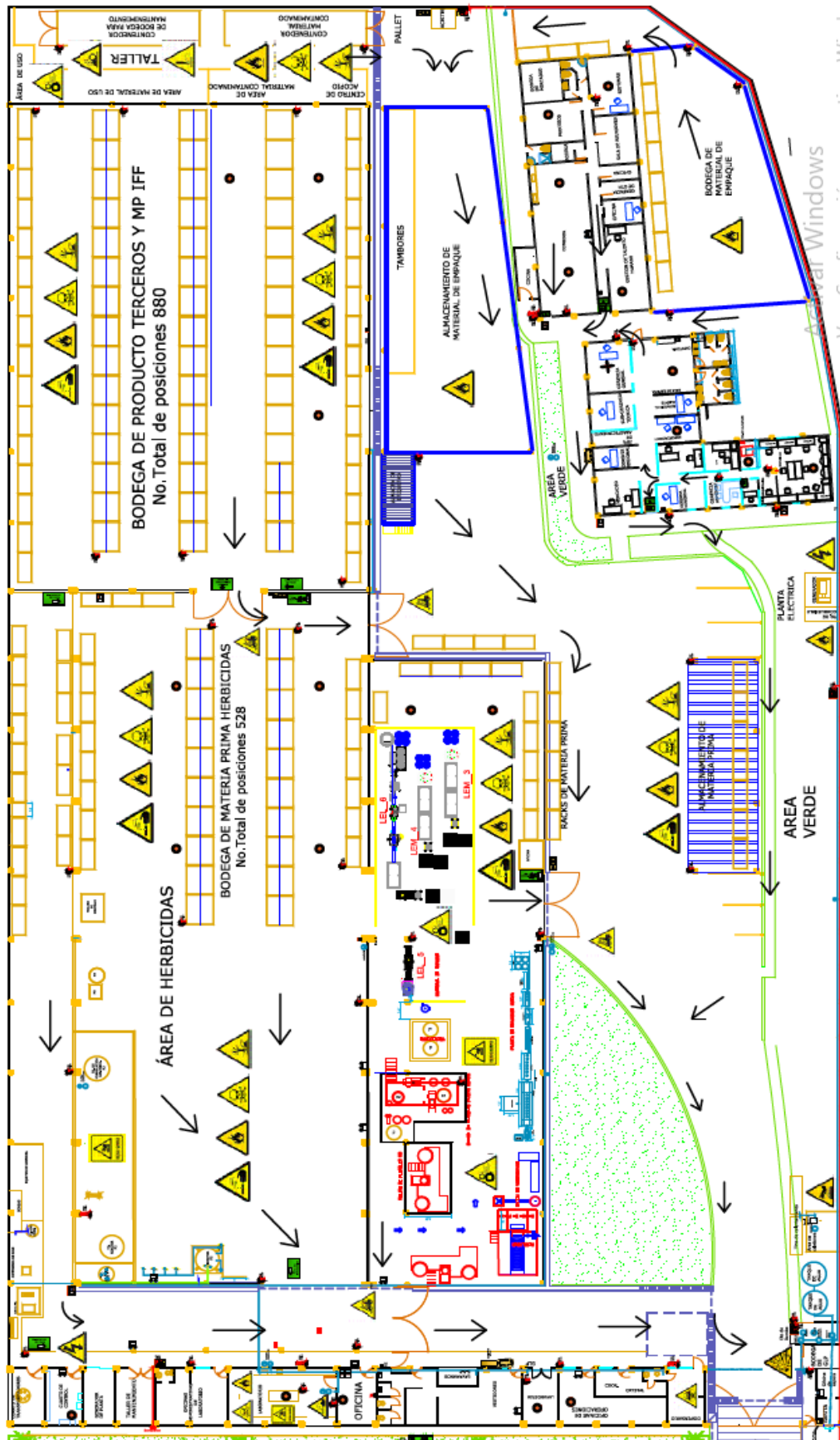


Figura 14 Plano de instalaciones Km.1,5 vi Duran-Tambo

Fuente: Documentos Internos, 2018.

Se puede evidenciar que no hay una distribución de las áreas que favorezca el flujo del proceso y esto puede llegar a causar pérdidas de tiempo en las actividades diarias u obstrucciones que se dan en el momento de realizar las actividades de limpieza y preparación de equipos, este punto se buscara corregir posteriormente al diseñar las instalaciones de la nueva planta en el km9 vía Durán-Tambo, ya que el objetivo es trasladarse a las nuevas instalaciones sin llevar las mudas actuales, pero para ello es muy importante tenerlas ya identificadas.

4.2.7 ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y RESIDUOS PELIGROSOS

Dentro de este punto se tuvo que considerar que el almacenamiento de químicos y demás implementos utilizados en los procesos se realice de tal manera que cause el menor impacto posible. (Ministerio del Ambiente, 2013)

Para ello fue necesario implementar las siguientes actividades:

- Proveer de hojas de seguridad de las sustancias a almacenar en las bodegas de almacenamiento y disponer de las mismas antes del ingreso de estas sustancias en caso de ser un nuevo producto.
- Asegurarse que las sustancias que se suministran sean adecuadamente clasificadas y etiquetadas.
- Asegurarse que las instalaciones sean las adecuadas para el tipo de sustancias o residuos que se requiere almacenar.
- Hay que confirmar que los sistemas de emergencias son adecuados y se inspeccionan constantemente.

- Verificar que los trabajadores son competentes para asumir el almacenamiento seguro.
- Asegurarse que el prestador de servicio de transporte de productos de la empresa reciba formalmente la información de la peligrosidad de las sustancias químicas y las recomendaciones para el manejo seguro e instrucciones en caso de derrame.
- Entregar información sobre teléfonos de emergencia a los que recurrir en caso de derrames, incendios o intoxicaciones.
- Evitar drenajes abiertos en sitios de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos.

4.2.8 SEÑALIZACIÓN DE ÁREAS

Esta actividad consistió en establecer colores y señales normalizadas y todo lo requerido en el área de trabajo que advierta a los trabajadores la presencia de un riesgo o la existencia de una prohibición u obligación, permitiendo así posicionar de manera adecuada los equipos, herramientas, materiales y productos para así saber qué lugar ocupan y en qué cantidades. Además, ser guías para que los trabajadores y visitantes sepan los lugares por donde deben circular en la fábrica sin correr riesgos o afectar a los activos de la compañía.

UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL			
RECUERDA			
<p>SEÑAL DE PROHIBICIÓN: señal de seguridad que indica que un comportamiento específico está prohibido.</p> <p>SEÑAL DE ACCIÓN OBLIGATORIA: señal de seguridad que indica que un determinado curso de acción debe ser tomado.</p> <p>SEÑAL DE PRECAUCIÓN: señal de seguridad que indica una fuente específica de daño potencial.</p> <p>SEÑAL DE CONDICIÓN SEGURA: señal de condición que indica la ruta de evacuación, ubicación del equipo de seguridad o una instalación de seguridad o la acción de seguridad</p> <p>SEÑAL DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS: señal de seguridad que indica la ubicación o identificación de un equipo contra incendios.</p>			
COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD			
FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	EJEMPLOS DE USO
 CIRCULO CON BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	   PROHIBIDO HACER FUEGO NO USAR EN CASO DE SISMO O INCENDIO PROHIBIDO EL INGRESO CON CELULARES O RADIOS
 CIRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	   USO OBLIGATORIO DE TACHOS Y CESTOS DE BASURA SERVICIOS HIGIÉNICOS SILENCIO
 TRIANGULO	PRECAUCIÓN	AMARILLO	   PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE CUIDADO PISO RESBALOSO ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	   SALIDA PUNTO DE REUNIÓN EN CASO DE EMERGENCIA SALIDA
 CUADRADO	EQUIPO CONTRA INCENDIOS	ROJO	   EXTINTOR ALARMA CONTRA INCENDIOS PANEL ELÉCTRICO PARA EL CORTE DE ENERGÍA

Figura 15 Señalética de seguridad

Fuente: Internet

Esta señalización se realizó de manera vertical mediante placas, letreros o rótulos, y también de manera horizontal con guías pintadas para identificar secciones, rutas de tránsito, rampas o áreas especiales. En las distintas áreas de la planta se ubicaron letreros, ejemplo de estas señaléticas se ilustra en la Figura 15. Indicando lugares de almacenamiento, equipo de protección a utilizar, riesgos identificados en estas áreas, rutas de evacuación, equipos contra incendios. (Suarez , 2012)

También se señalizó los corredores, áreas de maquinaria, y las vías de circulación de montacargas y otros vehículos utilizando franjas continuas y de color blanco, respetando las distancias necesarias

de seguridad entre vehículos, objetos próximos y peatones, ver Figura 16.



Figura 16 Señalización de pisos

Fuente: La Compañía.

4.2.9 IMPLEMENTACIÓN DE LIMPIEZA E INSPECCIONES

La fase de limpieza está programada en 3 fases conforme a la ejecución de las actividades del día a día realizadas por las personas dentro de la planta, esto no solo significa mantener el área libre de polvo, grasas y demás, hay que trabajar en evitar que se vuelva a ensuciar. A la par se realizan inspecciones que garanticen que esto se está llevando a cabo aportando así mayor confort en el área de trabajo.

4.2.10 LIMPIEZA AL FINAL DE PRODUCCIÓN

Es realizada por operadores al final de la jornada de trabajo, considerando enjuagar las mangueras, las cañerías de la envasadora, bombas y filtros de circulación de producto y el piso. También se encargarán de ordenar balanzas utilizadas, las mesas de trabajo, selladoras de inducción en sus respectivos lugares, posteriormente realizar el pesado y colocar los desechos del proceso en el centro de acopio.

4.2.11 LIMPIEZA DE INSPECCIÓN INICIAL

Consiste en revisar puntos específicos en la envasadora y taponadora, buscando puntos que sean susceptibles a daños o desajuste, como las boquillas de llenado, recogedor de líquidos, acoples de manguera y pernos de sujeción. De esta manera se realiza una inspección del estado de la máquina al inicio de la producción la cual estará a cargo del responsable de la línea.

4.2.12 LIMPIEZA CON MANTENIMIENTO

Para esta etapa se requiere mayor conocimiento con respecto a mantenimiento de las máquinas. Posterior a la inspección realizada en la etapa anterior, si se encuentra alguna eventualidad que pueda afectar el buen funcionamiento de la línea se debe gestionar de inmediato el mantenimiento del equipo para así garantizar el correcto funcionamiento del equipo cuando este arranque. Para ello se debe contar con una planificación de mantenimiento preventivo de equipos que permita que la misma no sufra mayores daños, ver Figura 17.



Figura 17 Áreas limpias y ordenadas

Fuente: La Compañía.

4.2.13 MANTENER EL ESTADO DEL ÁREA DE ENVASADO

Esto va relacionado con la estandarización y es un pilar importante para mantener el orden y la limpieza obtenida por las actividades anteriormente detalladas, con el fin de conservar este estado es necesario fue necesario establecer las siguientes actividades:

- Escoger un responsable o grupo responsable de controlar, vigilar y asegurar el cumplimiento de lo estipulado en los puntos anteriormente mencionados.
- Convertir en hábito las actividades de orden, limpieza y mantenimiento, constituyendo las actividades relacionadas con la 3S a la limpieza diaria del área de envasado, concientizando a los colaboradores mediante charlas programadas por los coordinadores de producción.
- Realizar el seguimiento de las actividades, calificando si la gestión realizada en las 3S es compartida por todos los operadores de la línea y tomar las medidas respectivas.

Para hacer del orden, la limpieza del área y máquinas un hábito, se deben asegurar algunas de las actividades:

- Instructivos de uso de equipo y máquinas para que exista un mejor uso de estas.
- En cada máquina colocar una identificación con la manera ubicar la zona de trabajo de la máquina.
- Colocar rótulos en los envases de químicos y las precauciones que se deben tomar al manipularlos.

Con respecto a herramientas usadas en la calibración y cambio de formatos, se etiquetó y se colocó por cada área de producción un color diferente para que las herramientas usadas en cada área

permanezcan en el lugar correspondiente, y se pueda tener mayor visualización de estas, ver Tabla 5.

Tabla 5 Código de colores de planta

Área de producción	Código de colores
Herbicidas	Verde
Insecticidas	Rojo

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Todos estos puntos están detallados en el Anexo 4 y se evalúa con un sistema todo o nada, sí o no cumple las expectativas de los diferentes puntos detallados en el formato en el momento de la inspección. Haciendo uso de las listas de verificación, el equipo 5S formado por 2 personas que realiza estas inspecciones de manera quincenal y evaluarán la aplicación de las 3S, los resultados son mostrados posteriormente de manera porcentual para el cumplimiento de cada pilar en las diferentes áreas de la cadena de valor, de lo cual el resultado final es el promedio de los distintos ítems evaluados.

4.2.14 COMPROMISO Y MEJORA

Para garantizar la mejora continua, debe formarse y auto disciplinar a los colaboradores de las distintas áreas, este cambio en la cultura de trabajo toma su tiempo. Para este efecto como ya fue mencionado el equipo 5S será el encargado de ejecutar auditorías 5S, esta auditoría va a tener una frecuencia quincenal, y se revisara el cierre de las novedades encontradas en la visita anterior para llevar un control del cumplimiento de las actividades 5S y de esta manera generar disciplina ante el cumplimiento de estas actividades, al final el equipo debe emitir un informe con las novedades encontradas en su inspección. Posteriormente se pueden ir disminuyendo la frecuencia dependiendo de la efectividad que se haya logrado conseguir, haciendo las 3 primeras

S parte del proceso de control del departamento de producción.
(Imai, 1989)

4.3. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE PLANTA

Para efecto de diseño de las nuevas instalaciones de la planta en el km9 vía Durán-Tambo se llevó a cabo con la colaboración del arquitecto con el ingeniero gerente de planta, que conocen las exigencias de los procesos de la empresa, y el ingeniero civil que efectuó el estudio de la estructura del edificio.

Considerando que los equipos y procedimientos de fabricación se vuelven obsoletos más pronto que los edificios y deben sustituirse por otros más modernos, en el diseño y en la ejecución se tuvo presentes las posibilidades de variación y ampliaciones con el máximo aprovechamiento de los espacios.

Teniendo en cuenta que la construcción y movilización de equipos para su montaje en la nueva planta formo parte de la segunda etapa del proyecto macro de construcción de la compañía (se tiene planificada una tercera etapa para construcción de un bloque de oficinas administrativas), se vio la necesidad de disponer de espacios libres para futuras ampliaciones de empresa, ver Figura 18.



Figura 18 Desmontaje y traslado de equipo

Fuente: La Compañía.

4.3.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, ORIENTACIÓN Y TAMAÑO

Teniendo en cuenta que durante el flujo de las actividades se cuentan con muelles de carga y descarga tanto de materias primas como de producto terminado en los que el esfuerzo físico y estancia del personal pueden ser importantes, se buscó orientar que este flujo sea lineal y de oeste a este, teniendo en consideración disminuir también la incidencia de la irradiación solar.

Dentro de las naves de producción se aprovechó la luz natural mediante la instalación de planchas traslúcidas en los techos y conductos de ventilación en el techo justo debajo de este teniendo en cuenta para esto la dirección del viento y mejorar la ventilación dentro de la planta, tal como se muestra en la Figura 19.



Figura 19 Cubierta de planta Km.9 Vía Duran-Tambo

Fuente: La Compañía.

El equipo que participo en el diseño de la planta definió las superficies útiles necesarias identificando las siguientes:

- Ubicación de los equipos y/o máquinas
- Puestos de trabajo
- Almacenes de materia prima, material de empaque y producto terminado

- Laboratorios
- Centro de acopio
- Taller de mantenimiento
- Áreas de equipos auxiliares

Posteriormente con el ingeniero civil a cargo de la obra se definió las áreas o superficies auxiliares tales como:

- Escaleras
- Servicios higiénicos
- Vestuarios
- Pasillos
- Comedor
- Espacios ocupados por racks

Siendo la suma de todas estas superficies un dato fundamental para la distribución de la planta y el mayor aprovechamiento de espacios y eficiencia de sus procesos.

4.3.2 LAYOUT DE LAS ÁREAS DE PROCESO

Para definir la elección de la forma del edificio, se realizaron visitas a la obra para reconocer el espacio y posteriormente realizar reuniones con todas las áreas que participan en la cadena de valor de la empresa a fin de que se aporte con puntos de vista técnico, productivo, económico y de seguridad considerando que, al ser una empresa de agroquímicos, los productos que se procesan son de alto riesgo por ser inflamables, explosivos y corrosivos, siendo la reunión de todas las áreas lo más conveniente previo al trabajo de construcción para asegurar una adecuada protección e identificación de productos y materiales, buscando rutas de transporte que economicen gastos, faciliten la supervisión y se

disminuya posibles riesgos de seguridad y protección contra incendios, ver Figura 20 en la cual se observa vías de tránsito amplias, materiales correctamente almacenados y rotulados que facilitan su despacho producción. Detalles que anteriormente no se daban en las antiguas instalaciones.



Figura 20 Bodega de materia prima Km.9

Fuente: La Compañía.

En las reuniones realizadas para definir el arreglo físico de los elementos que intervienen en el proceso productivo se consideró el producto y el material con el que se trabaja. Primero se tuvo en cuenta los equipos y herramientas para producción incluyendo equipos auxiliares como compresores de aire y agua helada, balanzas, bombas neumáticas, filtros, mangueras y paneles de control. Segundo se tuvo en cuenta los espacios que va a disponer el personal, las condiciones de trabajo y las necesidades de mano de obra. Otro punto fue los materiales a utilizarse y su factor de movimiento buscando reducir distancias, revisando métodos de manejo y equipos en espera. Finalmente, las distancias que existirán con los servicios auxiliares como almacenes, su método de almacenaje y dispositivos de seguridad, sistema contra incendios, iluminación, control de calidad, oficinas, control de

producción, mantenimiento, control de rechazos y mermas, ventilación, así como vías de acceso a instalaciones para uso del personal como servicios sanitarios, comedor. Buscando siempre obedecer los siguientes principios.

- Integrar al personal (mano de obra), materiales, equipos y/o máquinas y actividades auxiliares.
- Permitir al material o al personal desplazarse una distancia mínima entre operaciones.
- Arreglar el área de trabajo para cada operación o proceso en el mismo orden o secuencia en que se forma, trata, o monta el producto siguiendo en lo posible el diagrama de flujo.
- Obtener la mejor economía utilizando efectivamente todo el espacio disponible, tanto el vertical como el horizontal.
- Hacer el trabajo satisfactorio, cómodo y seguro a los trabajadores.
- Ser flexible de acuerdo a condiciones variables con la mayor facilidad y a un costo mínimo.

De acuerdo a las características anteriormente mencionadas y a los procesos a desarrollar, se procede a hacer el respectivo diseño de *layout*, mediante una distribución racional y lógica de los equipos de procesamiento. Este diseño condiciona la distribución de las áreas de la fábrica como: laboratorios, almacenes, depósitos, salas de máquinas, servicios higiénicos, oficinas, talleres. Buscando la distribución adecuada de los ambientes considerando factores como evitar la contaminación cruzada entre productos herbicidas con insecticidas o fungicidas, posibles cambios de los productos, materiales, demanda, cambios en los procesos o métodos.

Dado que los productos en ambas naves se elaboran en áreas ya determinadas y obedecen a un procesos ya normalizados o

constantes, además de tener una gran cantidad de productos a elaborar con poca diversificación. En esta parte se optó por un *layout* por tipo de producto o en línea. El producto es el que se mueve. Esto significa que cualquier equipo de fabricación, independiente de la función que realice se arregló de acuerdo a la secuencia de operaciones.

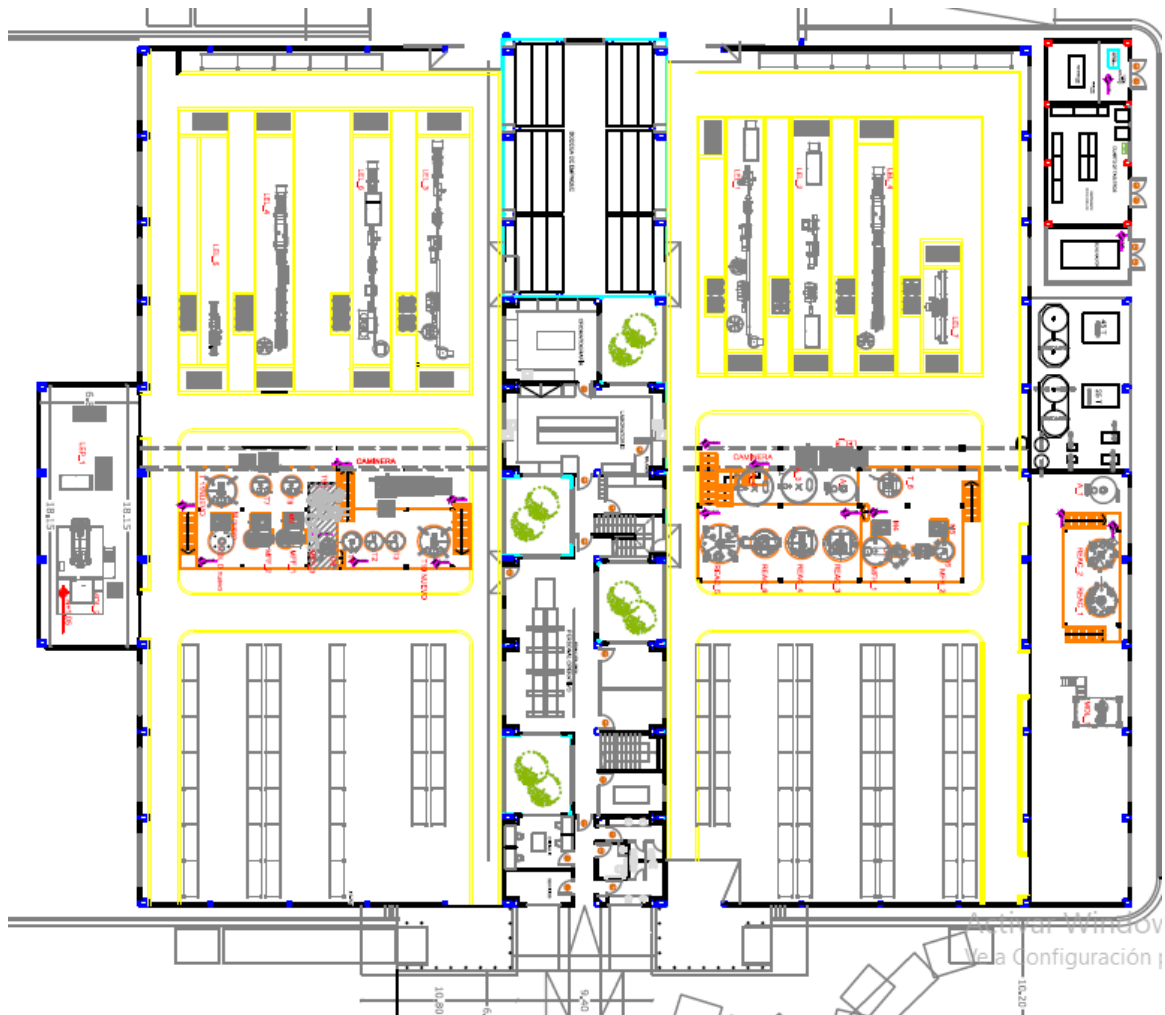


Figura 21 Layout planta Km.9

Fuente: Documentos Internos, 2018.

La Figura 21 representa el *layout* de la nueva planta, donde en el lado izquierdo, se señalan cada una de las áreas requeridas para la producción de insecticidas, y en el lado derecho herbicidas y todos los equipos requeridos para su proceso, en la parte central se distribuyen los laboratorios y áreas administrativas. Este fue el resultado de varios

análisis de pruebas alternativas de disposición de áreas, hasta encontrar el que sea más eficiente. La cual implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación ya practicada incluye lo siguiente:

- El almacén de materia prima se ubica cerca al punto inicial del proceso.
- El almacén de producto terminado, cerca al punto final del proceso.
- El almacén de envases, cerca al punto donde se realiza el llenado.
- Los tres almacenes, cuentan con una pista para vehículos con acceso a ellos, para las operaciones de carga y descarga.
- Área de equipos auxiliares ubicada fuera de la planta.
- Taller de mantenimiento ubicado en la parte posterior de la planta.
- Los laboratorios ubicando en el centro de las naves cerca de los puntos de muestreo para ambas.
- Espacios y pasillos necesarios para el movimiento del personal.
- Las oficinas de gerencia y administración ubicadas en el bloque central ambas con vista a la sala de procesos y la oficina de administración recomendable cerca al control de entrada y salida de los trabajadores.
- Los servicios higiénicos de los trabajadores para hombres y mujeres se encuentran separados, con armarios con cerraduras, separados de los vestíbulos, los cuales cuentan con entradas y salidas independientes.

A base de este plano y de acuerdo a las exigencias de funcionamiento de cada área, se deben realizar los planos de instalaciones básicas como son: plano de agua y desagüe, plano de instalación eléctrica, líneas de aire comprimido, máquinas, líneas de agua helada para reactores de formulación y pre-dispensadores.

Todo ello se realiza persiguiendo los siguientes beneficios dentro de la planta:

- Facilitar flexibilidad y expansiones futuras.
- Lograr eficacia en el recorrido de materia prima, mano de obra.
- Permitir la utilización adecuada del espacio.
- Mejorar las condiciones de trabajo y seguridad.
- Facilitar la supervisión y mantenimiento.
- Permitir aprovechar las condiciones naturales de los edificios.
- Lograr armonía con la organización general de la empresa.

4.3.3 REDISEÑO EN EL SISTEMA DE CARGUE DE MATERIAS PRIMAS A TANQUES DE FORMULACIÓN

Las maniobras de cargue se realizaban mediante levantamiento de sacones por montacargas, debido a que cada tanque de formulación contaba con plataformas independientes como se pudo observar en la figuras, lo cual significaba un peligro tanto para la seguridad, como una pérdida de tiempo y de recurso humano ya que el operador del montacarga debida permanecer en el montacargas hasta que se termine de vaciar el sacón al tanque, lo cual podía tardar hasta 15 minutos, actividad que se la realizaba repetidas veces en el día por los distintos tanques de formulación que se hayan programado en el turno. Lo cual significo otro punto que se podía mejorar en el proceso.

Para esto se proyectó una plataforma común para cada nave donde se ubicó estratégicamente los distintos tanques de formulación como se muestra en la Figura 22, con lo cual el sacón era dejado por el montacargas en la parte superior de la plataforma y se procedía a realizar la dosificación por cargadores de vacío al tanque, y el montacarguista podía realizar otras actividades durante la jornada.



Figura 22 Plataforma para cargue de materia prima

Fuente: La Compañía.

Esta disposición en ambas naves simplifico el movimiento de materiales empleados, así como facilitar la inspección de la formulación durante el proceso, pero para ello fue necesario realizar varias modificaciones a estos equipos a fin de poder dimensionar una sola plataforma a las medidas y volúmenes de los distintitos tanques, tal como se muestra en la Figura 23.



Figura 23 Montaje de tanque en plataforma

Fuente: La Compañía.

4.3.4 REDISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE TANQUES DE FORMULACIÓN A ENVASADORAS

Las maniobras de abastecimiento de producto a las llenadoras era otro punto que se trató en este proyecto, considerando que el mismo se realizaba anteriormente mediante el descargue de producto de los tanques de almacenamiento hacia un tanque ibc de 1000 litros, posteriormente se trasladaba este tanque ibc cerca de la envasadora programada y se procedía a bombear el producto hacia el tanque de llenado de la envasadora como se observa en la Figura 24. Lo cual suponía tiempos perdidos por movilización y cargue, retrabajos, mayor cantidad de implementos para el bombeo e incluso pérdidas económicas debido a que para reutilizar estos tanques se necesitaba previamente realizar una limpieza lo cual suponía generar aguas de lavado, las mismas que por políticas ambientales no podían ser direccionados a los sumideros. Estas debían ser almacenadas para su posterior reutilización en formulación en el mejor de los casos, o enviar a disposición final por un gestor externo de desechos, lo cual suponía costos adicionales.



Figura 24 Sistema antiguo de abastecimiento a envasadoras

Fuente: La Compañía.

Este punto fue tratado en el diseño de la planta y se implementó un sistema de tuberías el cual partía desde los distintos tanques de

formulación hacia las diferentes líneas de envasado por medio de tuberías independientes al tipo de producto que se vaya a dosificar y su compatibilidad, haciendo uso de la gravedad por canales en el interior de la planta como se observa en la Figura 25. Posteriormente se realizaba el abastecimiento a los tanques de las llenadoras por medio de bombas neumáticas ubicadas para cada línea, el uso de bombas neumáticas dentro de estos procesos es con el fin de evitar sistemas eléctricos que pudieran ocasionar chispas y conatos de incendio al contacto con los productos altamente inflamables que se procesan en la planta.



Figura 25 Sistema nuevo de abastecimiento a envasadoras

Fuente: La Compañía.

4.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento de la empresa tiene como objetivo mantener en óptimas condiciones los distintos equipos de la planta, teniendo como principal responsable de esta gestión al coordinador de mantenimiento, con el siguiente personal a cargo:

- Un supervisor de mantenimiento mecánico
- Un supervisor de mantenimiento eléctrico
- Un técnico eléctrico
- Un técnico electrónico
- Un técnico mecánico lubricador/ soldador

- Un técnico mecánico de torno
- Dos técnicos de mantenimiento de líneas de producción
- Un técnico para equipos auxiliares (shiller, compresores, fundición)

Con esta plantilla del departamento se da soporte a las áreas de llenado, formulación fundición, cuarto de control de máquina, transformadores, cuarto de bombas, aguas residuales, edificio.

Dentro del sistema de manufactura esbelta se busca integrar a los operadores de línea como una posesión valiosa, buscado incluirlos en las actividades de mantenimiento y capacitándolos ya sea de forma interna o externa. Apuntando a cosechar mayores resultados tanto en rendimiento como calidad a corto y mediano plazo en las actividades productivas, asegurando que todo el personal de las líneas de producción esté capacitado para mantenimiento autónomo de cada puesto.

Dentro de lo que se pudo observar en cuanto a los operadores de las máquinas de envasado se puede decir que:

- No efectúan chequeos regulares a las máquinas.
- La limpieza de los equipos es de manera superficial
- No todos los operadores saben cuándo y dónde se debe lubricar la máquina y cuanto aceite usa.
- Existe desinterés por parte del personal operativo cuando detectan algún problema no buscan entenderlo, o se ausentan durante la reparación, lo cual entorpece la retroalimentación.
- No hay capacitación por parte de facilitadores a operadores.
- Producción y mantenimiento actúan en forma independiente.
- Gran número de repuestos en bodega que no eran usados, lo cual supone un elevado costo de mantenimiento tanto en repuestos.

El propósito final es el de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” en la planta industrial. Dentro del plan de mantenimiento de planta se detallan los siguientes:

Mantenimiento preventivo: Trabajos enfocados a revisar las condiciones de la maquinaria para asegurar que sus piezas y partes estén en buen estado y trabajen correctamente.

Mantenimiento correctivo: Se subdividen en correctivo planificado y no planificado, el primero comprende actividades de mantenimiento que buscan corregir fallas en elementos de las máquinas que puedan llegar a provocar la detención de esta cuando se encuentre en producción y se coordina su ejecución con el área de producción. Por otro lado, el mantenimiento correctivo no planificado son actividades destinadas a corregir averías que haya parado alguna máquina en producción.

Mantenimiento mejora: Son actividades que se desarrollan individualmente o con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objetivo de maximizar la efectividad global de equipos y procesos, eliminando despilfarros que se presenten.

Todas estas actividades se generan y se registran en la base de datos del departamento, para ello se elaboró el formato de orden de trabajo de mantenimiento en el cual se indica personal técnico que realizará el mantenimiento, el tipo de mantenimiento, la actividad a realizar, el nombre de la línea, el equipo a intervenir, horas de trabajo planificadas, los repuestos que pueda utilizar, fecha de inicio y finalización, ver Anexo 5. En la Figura 26 que se observa a continuación se muestra el resumen de las OT realizadas durante el mes de enero del 2017 cuando se inició la actualización del plan de mantenimiento de planta con un 25% de órdenes de mantenimiento correctivo generadas.

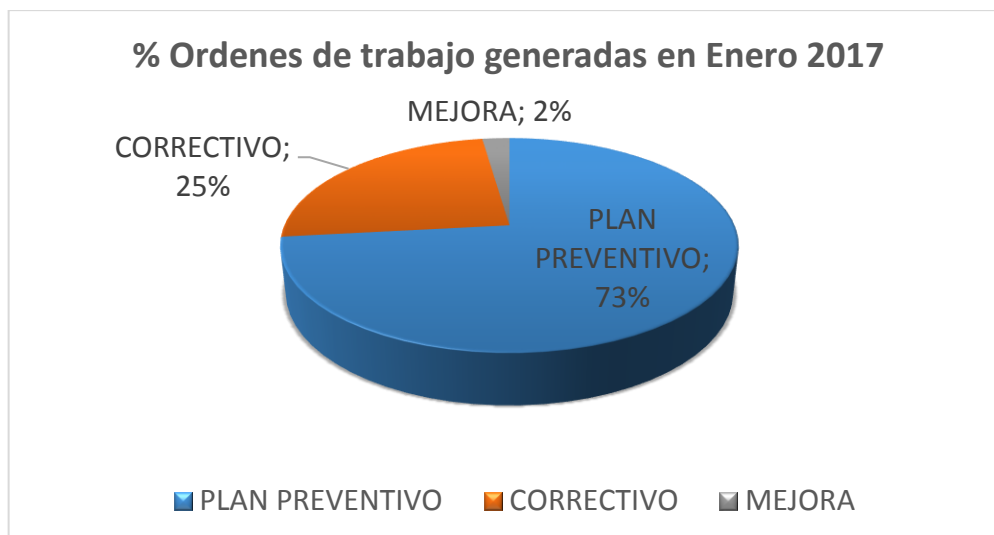


Figura 26 Trabajos de mantenimiento generados en enero 2017

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Dentro de la compañía todas las máquinas y equipos que forman parte del proceso productivo (llenadoras, taponadoras, etiquetadoras, reactores, tanques de almacenamiento) o se encuentran como equipos de soporte (shiller, compresores de aire, transformadores, etc.) están ingresadas en el plan de mantenimiento, en el mismo se identifica hasta nivel de componente las partes de máquina de manera que se puede conocer los elementos que son considerados como principales y necesarios de mantenimiento, con sus respectivas frecuencias las cuales pueden ser semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, definido conforme a las fichas técnicas de los equipos y la experiencia del personal de mantenimiento, ver Anexo 6.

Debido a que el plan de mantenimiento con el que contaba la empresa se encontraba desactualizado y las actividades que detallaban eran tales que no se podían cumplir en su totalidad de manera mensual, fue necesario actualizar esta herramienta, buscado optimizar la carga de mantenimiento preventivo de dos maneras.

- Tercerización de actividades de mantenimiento, el objetivo de este paso es reducir la carga de trabajo al departamento de mantenimiento en las actividades preventivas que no requieran de:

calibraciones finas de sincronización de máquina y conocimiento del funcionamiento exacto de máquina como pueden ser el mantenimiento de los motorreductores principales de los reactores de formulación y de líneas de envasado y trabajos que duren más de una jornada laboral para su culminación.

- Transfiriendo actividades preventivas a los operadores que con capacitaciones que se fueron dando en todo este proceso y la participación de ellos en los mantenimientos que realizaba el personal técnico pueden revisar las máquinas y equipos como parte de sus actividades de mantenimiento autónomo. Para elegir estas actividades se lo hizo en conjunto con las áreas de mantenimiento y producción para evaluar qué actividades serían transferidas a los operadores, de lo cual se planteó que sean las actividades semanales las cuales son de revisiones básicas e implican pequeños ajustes, limpieza y verificación que pueden realizar sin ninguna complicación, en caso de encontrar novedades estas deben de ser reportarlas con un criterio técnico que ayude al departamento de mantenimiento a realizar sus actividades de manera ágil y efectiva.

Para la optimización del plan de mantenimiento preventivo previamente se realizó un levantamiento de todos los equipos por los que están formadas las líneas de producción, Se pudo evidenciar que las líneas presentan una infraestructura deteriorada debido a lo agresivo que puede llegar a ser el producto con el que se trabaja, también se evidencio que no existe un conocimiento detallado de cómo y dónde realizar las actividades de limpieza de los equipos lo cual termina disminuyendo la vida útil de sus piezas por corrección de las mismas. Se instalaban guardas para evitar salpicaduras en molinos de perlas de formulación, las cuales por su diseño y vibración del equipo en trabajo se aflojaban y producían fugas de productos o de perlas del interior del molino, obligando a parar las máquinas para reparar las guardas o retirar las perlas y evitar daños mayores. Se realizó el rediseño de estas guardas que permitan una fácil

limpieza durante producción, así como su ajuste periódico en proceso, eliminar salpicaduras completamente, así como la fuga de perlas, tal como se muestra en la Figura 27.



Figura 27 Mejoras realizadas en molinos de perlas

Fuente: La Compañía.

Otro punto que se pudo evidenciar es que no se cumplen las rutas de lubricación de equipos ocasionando desgaste en piezas sometidas a esfuerzos mecánicos, motores que se recalienten o emitan ruidos extraños. La orientación de la maquinaria dificulta el acceso para chequeos de rutina de algunas partes, y por ende a veces los trabajos tomaban mucho tiempo o eran provisionales. En ciertos equipos se encontró materiales utilizados en su construcción que no eran los más adecuados para el proceso, como en el caso de los discos internos del molino de pines, corrosión que incluso en el proceso de formulación afecta a la pigmentación del producto final. Esto se llegó a corregir realizando el cambio de los pines por acero inoxidable 304 como se puede observar en la Figura 28 que muestra el plato del molino antes y después de la mejora realizada.

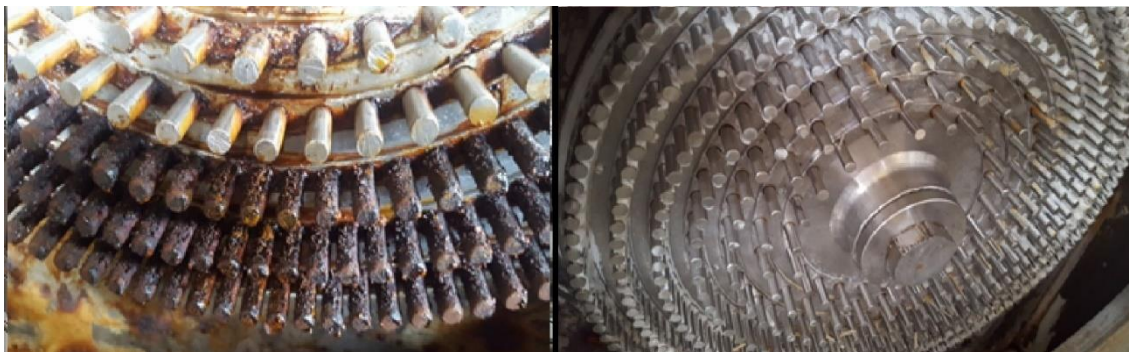


Figura 28 Mejoras realizadas en molinos de pines

Fuente: La Compañía.

Otro punto importante que se encontró fue el diseño de los agitadores de reactores, los cuales tenían las paletas aseguradas con piezas o elementos inadecuados, que en proceso se salían o se partían, llegando a averiar incluso los motores y sus matrimonios por la vibración que ocasionaban, produciendo la parada del equipo para su reparación. Lo cual tuvo que ser cambiado a fin de eliminar estos problemas de raíz, lo cual se puede observar en la Figura 29.



Figura 29 Mejoras realizadas en reactores de formulación

Fuente: La Compañía.

Para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo se debe asegurar la disponibilidad de las líneas ya que esto se puede ver obstaculizado por la planificación de producción por abastecer el mercado, muchas actividades de trabajo para el tiempo planificado para mantenimiento

preventivo y falta de ayudantes para los técnicos de mantenimiento. Lo cual produce que se averíen los equipos en el proceso de producción y disminuya la eficiencia de las líneas de envasado y formulación.

El encargado de mantenimiento verificará, que los repuestos adquiridos, llenen los requisitos de calidad, con su visto bueno estos ingresan al almacén, clasificándolos. Las empresas proveedoras serán evaluadas constantemente y cuando el producto baje de calidad, inmediatamente se rescinden los contratos y se cambia de proveedor.

4.5. MEJORA DE RENDIMIENTO EN EL TAPONADO DE ENVASES

Del análisis del diagrama de pareto y de causa-efecto, se detectó que una de las causas de mayor impacto en los desperdicios generados, son los derrames de producto en los envases debido a la falta de control durante el proceso productivo o por deficiencia en los equipos.

Este proceso inicia con el vaciado de las cajas de tapas en la tolva, en la cual las tapas son movilizadas por medio de un transportador de banda plana hasta el distribuidor, posteriormente son direccionada por medio de un ducto o carrilera la cual posiciona las tapas en el pico de los envases para su posterior ajuste en las bandas horizontales que realizan el encapsulado que gira las tapas en el sentido correcto.

Este sistema si bien es eficaz, pero no es el más eficiente debido a la inestabilidad que generan las bandas al momento de ajustar las tapas, lo cual no permite tener un control en el torque de presión de la tapa, así como también causa en ocasiones el derrame del producto en los envases si la calibración no está bien realizada. A continuación, analizaremos si el proceso de taponado está bajo control estadístico, este análisis será realizado en la línea de envasado de insecticidas LEL-5.

4.5.1 PRINCIPIO DE MEDICIÓN DE UN TORQUÍMETRO DIGITAL PARA BOTELLAS

Para denotar en forma de cifras el torque aplicado a las tapas (presión de tapado) se ha desarrollado instrumentos especiales denominados torquímetros, en este caso se empleará un torquímetro digital para botellas, ver Figura 30. El torquímetro digital se emplea para medir la fuerza de apertura y cierre en frascos y botellas con tapa.



Figura 30 Torquímetro digital

Fuente: Internet

El torquímetro digital es el más avanzado: en una pantalla, exhibe la medición de los valores gracias a su circuito electrónico. Esta herramienta, a través de vibraciones y sonidos, emite una alerta cuando se llega al ajuste que ha sido seleccionado de forma previa.

Para que el trabajo a realizar sea exitoso, es importante sujetar bien la muestra con los 4 pivotes de la prensa durante el ensayo, para ello atornille bien los pivotes en las barras de retención en la parte superior, espaciándolos de igual manera para asegurar que la muestra está centrada. Cuando las barras de retención aprieten la muestra al actuar sobre el pomo de apriete, asegúrese que esta no rote durante el ensayo.

El par aplicado al pomo para abrir la tapa es transmitido al sensor o galga extensiométrica (puente de *Wheatstone*) que cuando se someten a un esfuerzo sufren una deformación del material, y por lo tanto una variación de su resistencia interna. Posteriormente se tiene la etapa de amplificación y acondicionamiento, donde ingresa la señal del sensor con un diferencial muy pequeño el cual es excitado con un voltaje de 10V para obtener una salida máxima a plena carga de 20mA.

El microprocesador compara esta corriente de medición con un valor de referencia y registra el pico durante el ensayo antes de la apertura de la tapa. Estos resultados son mostrados en un LCD que esta interconectado con el microcontrolador por medio de un controlador para efecto de que el envío datos o comandos puedan ser mostrados en la pantalla del equipo. Por otra parte, para garantizar la precisión del ajuste, es imprescindible que el torquímetro no sea sometido a golpes, el diagrama de bloques que resume el funcionamiento del torquímetro se muestra en la Figura 31.

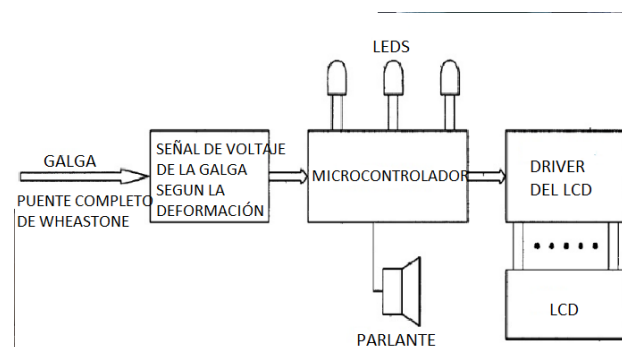


Figura 31 Bloques de funcionamiento de torquímetro digital

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

4.5.2 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TIPO DE GRÁFICA DE CONTROL A USAR Y TAMAÑO DE MUESTREO

En este trabajo se decidió utilizar la gráfica de control X-R, ya que se desea monitorear la localización y la dispersión (variación) de la variable torque dentro del proceso de tapado. En este caso, los tamaños de muestras son constantes, y no existe inconveniente en tomar tamaños de muestra mayores a uno. Todos los cálculos realizados en el desarrollo del trabajo se refieren específicamente a la medición del torque en tapas de 38mm, particularmente para *liner* de inducción con *foil* de aluminio en envases de litro fabricados en polietileno de alta densidad.

Dentro de la empresa por estándares de calidad que deben mantenerse debido a la exportación de sus productos, la toma de muestras para el control del torque se encuentra establecida en las políticas internas de la institución. Los datos para analizar están conformados por 24 muestras de tres observaciones de torque (libras/pulgadas) en tapas de 38mm, y se muestran en la Tabla 6 a continuación:

Tabla 6 Observaciones de torque de tapas 38mm

MUESTRA	OBS 1	OBS 2	OBS 3	X-barra	Rango
1	14.56	12.6	15.61	14.2566667	3.01
2	5.4	3.4	8.18	5.66	4.78
3	12.06	17.39	15.52	14.99	5.33
4	15.8	16.75	17.85	16.8	2.05
5	4.32	3.27	6.45	4.68	3.18
6	9.77	16.93	18.69	15.13	8.92
7	6.51	8.65	8.51	7.89	2.14
8	13.54	14.04	11.21	12.93	2.83
9	20.53	19.16	19.98	19.89	1.37
10	19.7	24.1	22.32	22.04	4.4
11	12.7	14.15	12.32	13.0566667	1.83
12	20.43	20.16	19.83	20.14	0.6
13	10.74	11.4	15.31	12.48333333	4.57
14	12.15	18.71	18.04	16.3	6.56
15	14.22	10.98	18.15	14.45	7.17
16	11.88	17.1	14.79	14.59	5.22
17	11.2	17.47	11.24	13.30333333	6.27
18	15.43	18.3	18.73	17.4866667	3.3
19	12.1	9.66	10.42	10.7266667	2.44
20	12.15	9.21	9.85	10.40333333	2.94
21	13.45	15.07	13.89	14.1366667	1.62
22	9.01	9.27	17.06	11.78	8.05
23	16.71	15.48	18.92	17.0366667	3.44
24	11.9	17.64	15	14.8466667	5.74

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En las figuras 32 y 33 de Xbar y en Rchart respectivamente se pueden apreciar el comportamiento de las variables a medir en este caso el torque en las tapas de 38mm. Como antes se mencionó se utilizarán 24 muestras de tres observaciones, la información se levantó tanto en el turno del día como el de la noche.

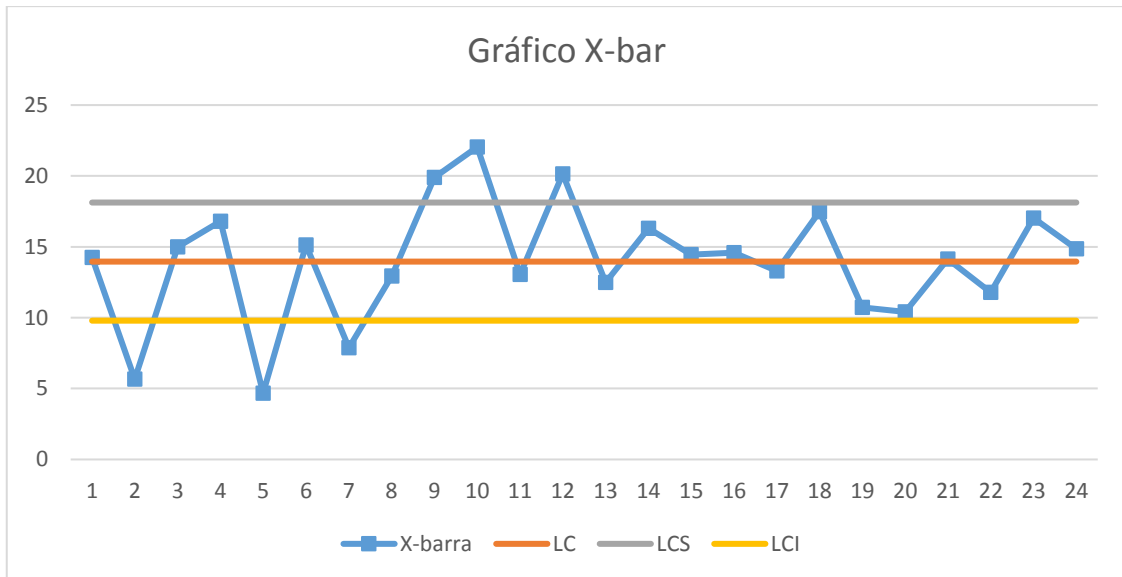


Figura 32 Gráfico de control de media

Fuente: Elaboración propia, 2018.

La Figura 32 es el gráfico de control de la media torque de tapas de 38mm medidas en libras/pulgadas, mientras que la Figura 33 describe el gráfico de control de rango.

La gráfica de control de rangos no está bajo control estadístico, es importante analizar primero está ya que al no estar bajo control los límites de la gráfica de medias no tendrían sentido. En la gráfica de control de X-bar, se observa que en las observaciones (2,5,7), el torque aplicado en las tapas fue menor al establecido como límite de control inferior, esto originó que el operador calibrará inmediatamente la taponadora de envases, dándole mayor presión y se evidencia esto en las observaciones (9,10,12) donde esta variable sobrepasó ahora el límite de control superior.

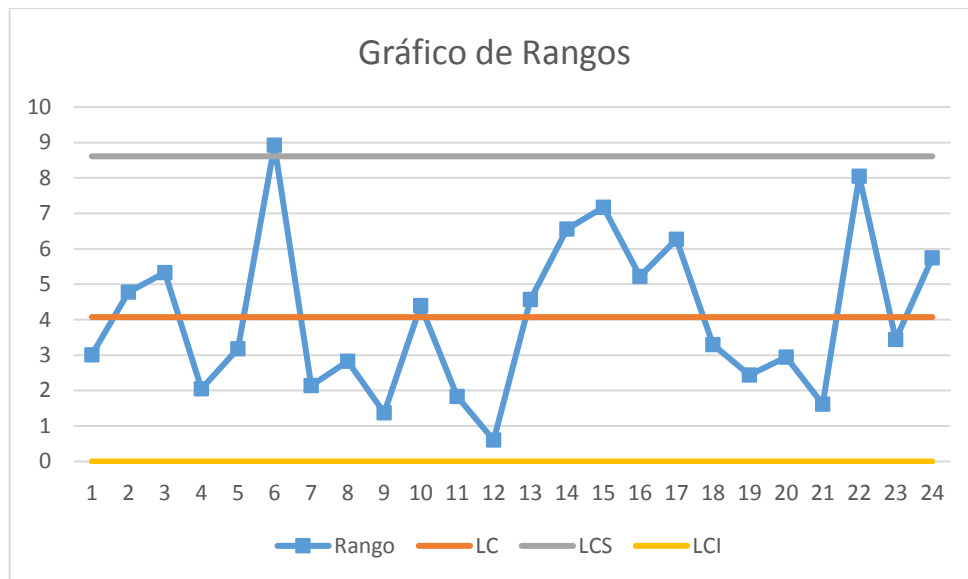


Figura 33 Gráfico de control de Rangos

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Estos valores fuera de los límites en las gráficas son indicio de que el proceso se ha desajustado y conviene encontrar la causa ya sea por calibraciones mal realizadas, distintos aparatos de medidas, introducción de nuevos trabajadores, descuido en el proceso, variaciones en la calidad de la materia prima o desgaste de maquinaria y se evidencian en la variabilidad de la gráfica de control de rangos R. Si la gráfica de Rangos estuviese bajo control, la dispersión del proceso sería estable y por lo tanto se podría analizar la gráfica de medias. (Pulido, 2013)

Luego de realizado las cartas de control es posible establecer que el taponado de envases resulta ser una etapa sumamente influyente y crítica como causa de derrames y posterior devolución de producto por parte de clientes ya que se evidencia en las cartas de control que las observaciones se encuentran fuera de los límites de control.

4.5.3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA VARIABLES

En cualquier proceso productivo resulta conveniente conocer en todo momento hasta qué punto nuestros productos cumplen los requerimientos preestablecidos. Debemos comparar la voz del proceso, dada por la variabilidad observada del proceso, y la voz del cliente representado por los límites de especificaciones. Por otra parte, debemos asegurarnos la estabilidad de nuestros procesos a fin de poder actuar sobre estos mismos en caso de que se encuentren fuera de control.

$$Cp = \frac{(ES - EI)}{(6\sigma)} = \frac{(19 - 9)}{(6 \times 2.71)} = 0,61 \quad (4.1)$$

Donde:

ES = Especificación superior

EI = Especificación inferior

σ = Desviación de la muestra

μ = Media de la muestra

Para este análisis se usó las 24 observaciones de medición de toques en las tapas de la sección 4.5.2. Se realizó el test de shapiro-wilk para evidenciar si los datos seguían una distribución normal, el resultado de este test nos dio un valor $p=0.584$ el mismo que al ser mayor que 0.05 permite concluir que los datos siguen una distribución normal, ver prueba realizada en la Figura 34.

$$Cpk = \min (Cpu, Cpl) = \frac{(\mu - EI)}{(3\sigma)} = \frac{(13,7 - 9)}{(3 \times 2.71)} = 0,58 \quad (4.2)$$

Donde:

Cpl= Indicador de capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior de una característica de calidad.

Cpu= Indicador de capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad.

σ = Desviación de la muestra

μ = Media de la muestra

En los cálculos realizados se puede concluir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones ya que el $C_p < 0.61$. Por otro lado, se nota claramente que el proceso está descentrado ya que el $C_{pk} = 0.58$ entonces $C_p > C_{pk}$. Por lo cual se debe establecer un control más estricto en el proceso, o cambiar el sistema de taponado a fin de estabilizar el comportamiento del torque de taponado de envases, ver Figura 34.

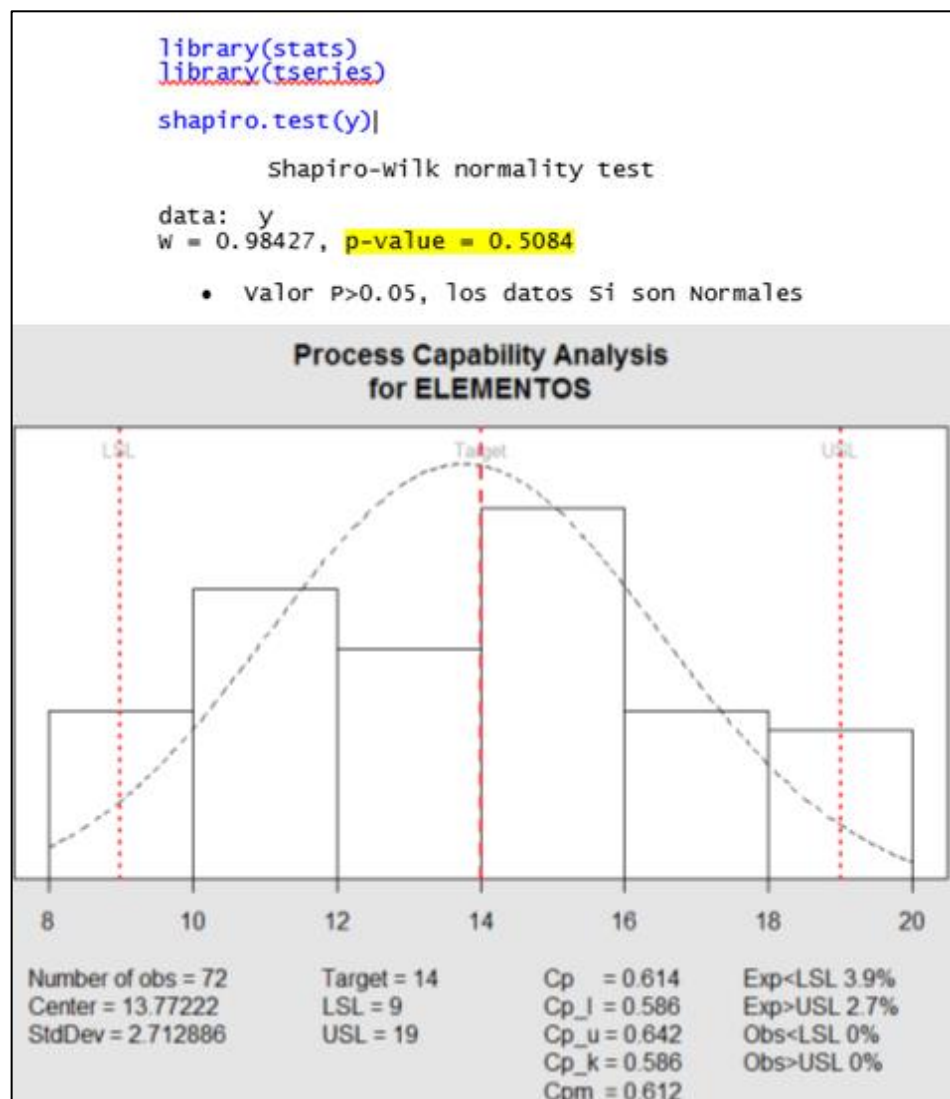


Figura 34 Análisis de Capacidad para variables

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.5.4. FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para minimizar o eliminar estas causas que afectan el rendimiento de tapas se propuso la adquisición de una taponadora neumática de 6 cabezales, lo cual supone una inversión en dólares es de USD 25.000 dólares americanos, así como USD 4.000 dólares americanos los cuales son necesarios para las actividades que se requieren de materiales físicos necesarios para diseño o construcción de partes y piezas que se van a realizar de manera tercerizada para adaptar esta taponadora a las bandas transportadoras de la línea LEL-6.

4.5.5. IMPLEMENTACIÓN DE PLAN MEJORAS

Las acciones correctivas propuestas para reducir la merma de tapas coronas se implementaron y se describe a continuación de manera resumida:

- Cambio de guías de deslizamiento en diseño y material para incrementar la vida útil, la cual se realizó en acero inoxidable y así aumentar la dureza y resistencia a la fricción.
- Rediseño de transportador, mediante trabajos por contratistas externos modifíco su estructura y la tolva para evitar el desperdicio que existían con el diseño anterior, además de la construcción de guarda para la protección contra la suciedad por polvo y producto y la del personal operativo buscando así prolongar el tiempo de vida útil de sus elementos.
- Cambio de la carrilera del distribuidor de tapas de acuerdo a la nueva taponadora neumática que fue adquirida, esto va de la mano con la capacitación del personal operativo para así poder llevar a cabo con el mantenimiento autónomo de las líneas a fin

de lograr mantener en óptimas condiciones el funcionamiento mecánico de los nuevos elementos, ver Figura 35.



Figura 35 Llenadora LEL-6 posterior a los trabajos de implementación

Fuente: La Compañía.

4.6. MEDICIÓN DEL IMPACTO

4.6.1 EVALUACIÓN DE RESULTADO DEL PLAN 5S

Los resultados obtenidos en la empresa fueron alcanzados a través del cumplimiento del formato de inspección del Anexo 4 Que permite acercarnos a los trabajadores, maquinaria y espacios de trabajo, la identificación de los hallazgos en las áreas de almacenamiento exigió profundizar sobre los aspectos previos y posteriores a tales puntos considerando que lo que importa es el éxito de la cadena productiva, evidenciando los temas de gran impacto sobre ella. Cabe resaltar que estos resultados fueron a corto plazo ya que la implementación fue llevada a cabo desde la semana 18 a la 24 del 2017 y su evolución se puede ver en la Figura 36.

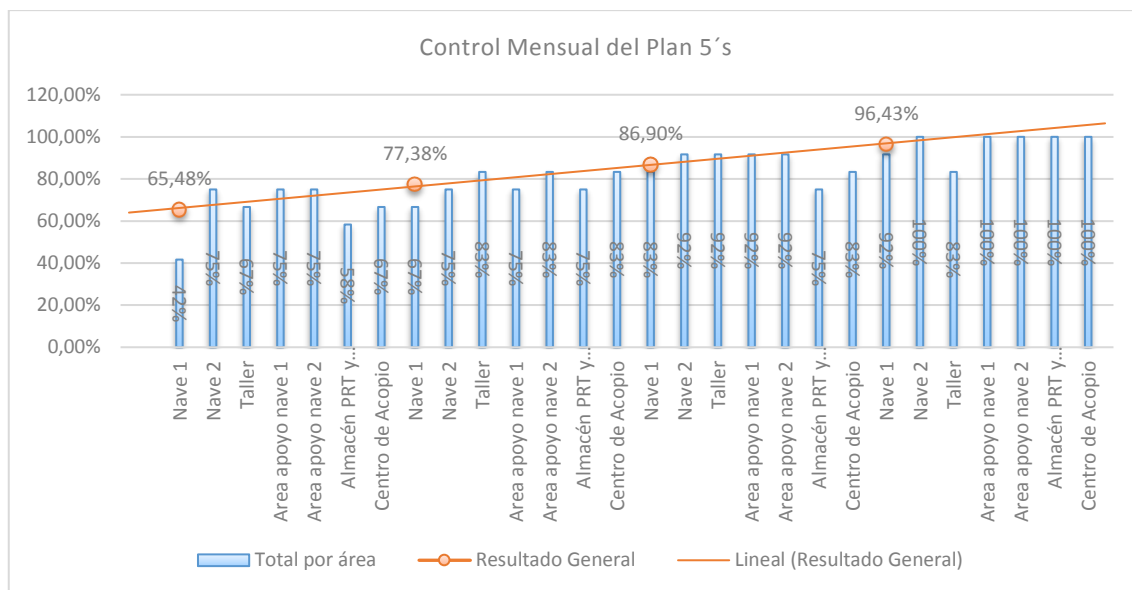


Figura 36 Resultados de implementación 5's

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Al reducir inventarios se reducen los costos de almacén y permite una ventaja financiera al disponer de materia prima que en una situación opuesta debiera ser comprada, se dispone de menos volumen de materiales por mantener y limpiar, menor número de transacciones internas, entre otras ventajas. Al diseñar los procedimientos en los cuales se estandarizaron las actividades de las áreas involucradas, se disminuyen errores de trabajo en producción, se eliminan elementos innecesarios de trabajo, aumenta la productividad en los 3 meses en comparación con los del año anterior, ahorro de tiempos importantes en el tiempo de trabajo por la disposición de los elementos y materiales para el desarrollo de las actividades, menos movimientos y traslados inútiles, se confirma que los resultados deben estar soportados con procesos que simplifiquen las funciones y que giren alrededor de los indicadores de gestión, así se construye el camino hacia los ambientes agradables donde todos los directivos observan la evolución de sus esfuerzos.

4.6.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Los resultados que se ha obtenido de llevar un plan de mantenimiento preventivo para cada uno de nuestros equipos de las líneas de producción han sido en todo momento positivo, como bien lo mencione en las ventajas nos ha ayudado a tener disponibilidad en los equipos, reducir considerablemente las averías e incluso en ciertas áreas llegar al “cero averías”, además nos ha llevado al involucramiento de mejora continua desde el técnico base de mantenimiento hasta involucrar el operador de la línea ayudando así a conocer a fondo nuestros equipos y poder reaccionar a tiempo y en forma ante cualquier suceso inesperado. Para esto se realizó un enfoque en aquellos equipos que presentan un historial de fallas elevado, y que son críticos o pueden llegar a ser un cuello de botella en las actividades productivas de la compañía. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Figura 37 a continuación.

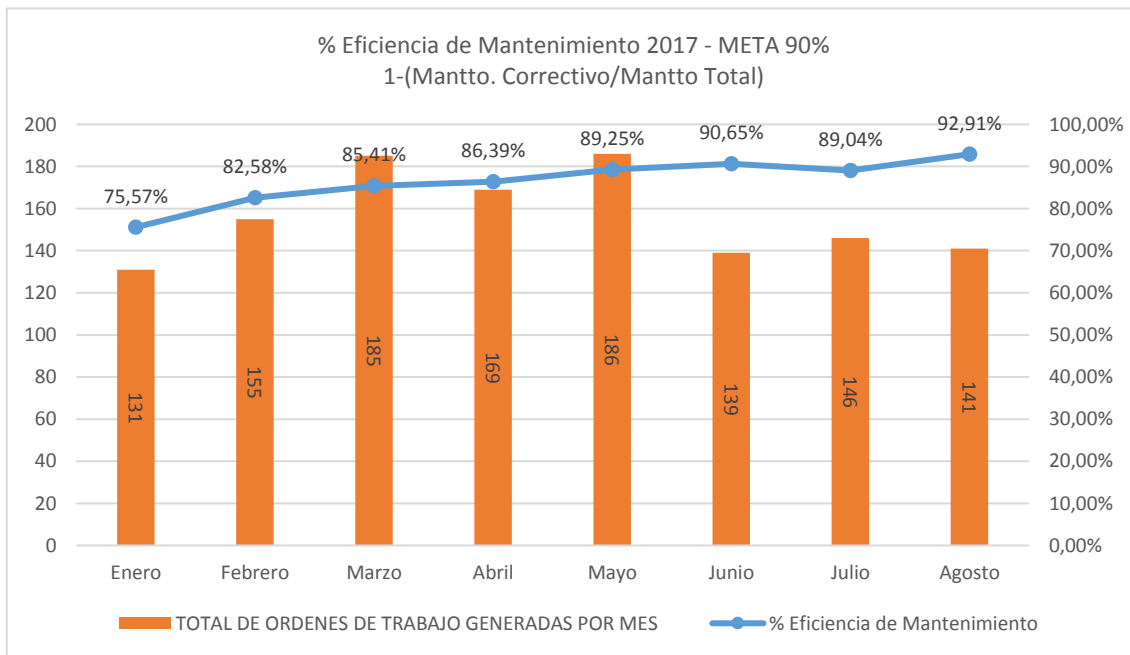


Figura 37 Indicador de eficiencia de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Estas mejoras sustanciales en el comportamiento de los equipos fueron logradas por incluir en las actividades de mantenimiento la aplicación medidas predictivas como las mediciones de los niveles de vibración de cada uno de los componentes del equipo crítico o las tomas termográficas de los equipos. Las variables de control existentes se limitaban al proceso, no se consideraban las variables de operación de cada equipo. El resumen de las OT generadas durante los meses en cuestión se muestran en la Tabla 7. En la cual se observa cómo se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 32 actividades en el mes de febrero al mes de agosto se redujo a 10, esto gracias a la identificación de averías con criterio técnico por parte de los operadores y hacían más fácil al departamento de mantenimiento observar los potenciales daños y dar una solución que evitara la detención de equipos en el proceso normal de producción y con ello se logró mejorar la confiabilidad de los mismos.

Tabla 7 Resumen de OT de mantenimiento

Resumen ordenes de trabajo 2017/ Meta 90%					
Enero					
Estado	Plan preventivo	Correctivo	Mejora	Total general	Eficacia del mto.
Concluido	93	25	3	121	75,57%
Pendiente	3	7	0	10	
Total general	96	32	3	131	
Porcentaje	73,28%	24,43%	2,29%	100,00%	
Febrero					
Concluido	118	22	3	143	82,58%
Pendiente	7	5	0	12	
Total general	125	27	3	155	
Porcentaje	80,65%	17,42%	1,94%	100,00%	
Marzo					
Concluido	155	19	1	175	85,41%
Pendiente	2	8	0	10	
Total general	157	27	1	185	
Porcentaje	84,86%	14,59%	0,54%	100,00%	
Abril					
Concluido	135	20	1	156	86,39%
Pendiente	10	3	0	13	
Total general	145	23	1	169	
Porcentaje	85,80%	13,61%	0,59%	100,00%	
Mayo					
Concluido	161	15	2	178	89,25%
Pendiente	3	5	0	8	
Total general	164	20	2	186	
Porcentaje	88,17%	10,75%	1,08%	100,00%	
Junio					
Concluido	117	11	0	128	90,65%
Pendiente	9	2	0	11	
Total general	126	13	0	139	
Porcentaje	90,65%	9,35%	0,00%	100,00%	
Julio					
Concluido	117	16	4	137	89,04%
Pendiente	9	0	0	9	
Total general	126	16	4	146	
Porcentaje	86,30%	10,96%	2,74%	100,00%	
Agosto					
Concluido	117	10	5	132	92,91%
Pendiente	9	0	0	9	
Total general	126	10	5	141	
Porcentaje	89,36%	7,09%	3,55%	100,00%	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.6.3 EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN PRODUCCIÓN

Para determinar la evolución de los indicadores después de la implementación realizada, las mediciones fueron obtenidas del departamento de planificación de la producción que son los encargados de la medición y evaluación de estos indicadores dentro de la empresa, y han sido tomadas en los meses de la implementación y posteriores de haber ejecutado exitosamente las técnicas de producción esbelta es decir los correspondientes a febrero a noviembre del 2017.

La Figura 38 ilustra los resultados para el objetivo estratégico y se puede observar que se han obtenido mejoras con respecto a los indicadores antes de la implementación, sin embargo, no han sido completamente satisfactorios los resultados, en el nivel de eficiencia de producción no se alcanzó el porcentaje de producción esperado, sin embargo, esto se puede tener relación con el nuevo método de trabajo en los cuales los colaboradores de la planta están ejecutando.

Los resultados de la gerencia de producción en el periodo analizado y podríamos concluir que el resultado en el mes fue muy satisfactorio, llegando a tener pico de hasta un 83% en el plan de producción.

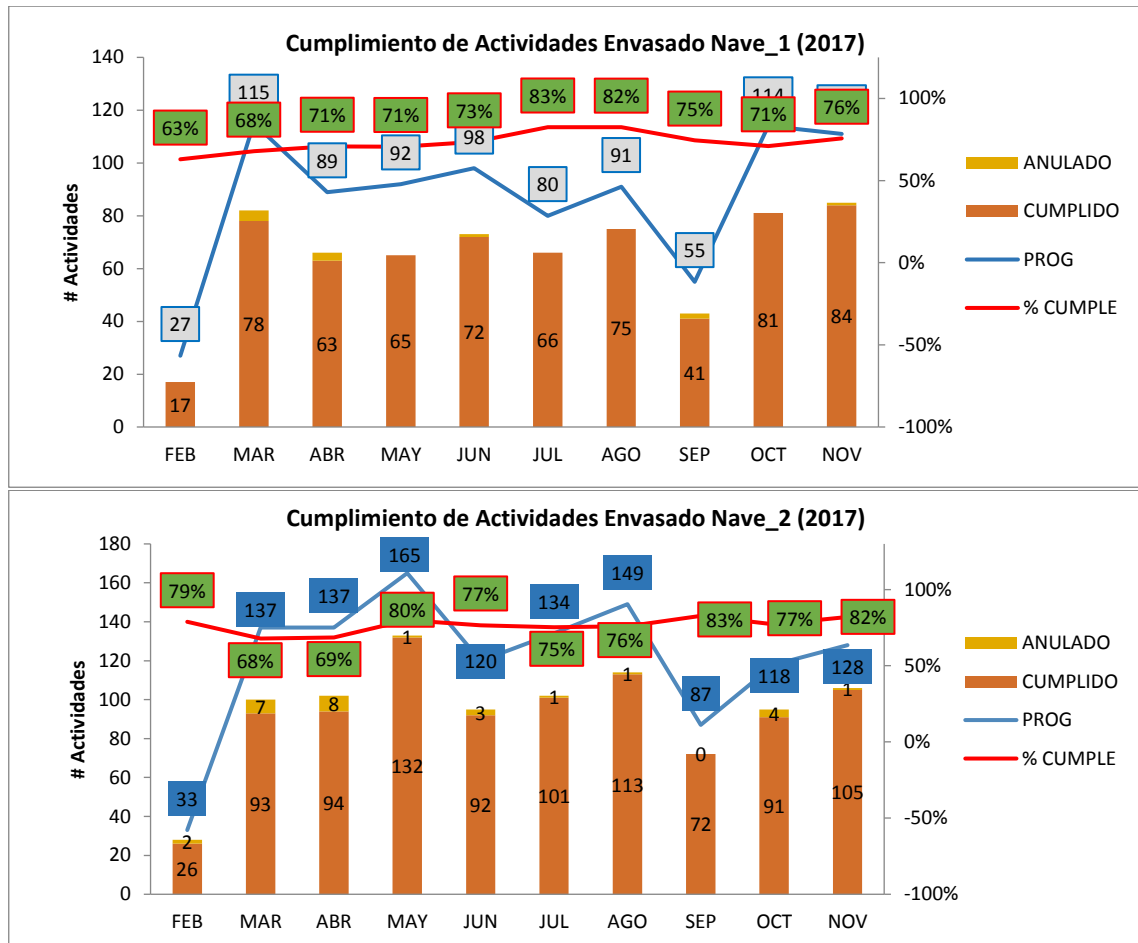


Figura 38 Cumplimiento de actividades de envasado en Naves 1 y 2

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.6.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN OEE DE LA ENVASADORA LEL-6

Los resultados aquí expuestos representan el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente productos de calidad, comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo, el OEE indica cuántos envases han salido como producto del correcto funcionamiento de la máquina a la velocidad nominal y sin averiarse. En este concepto están incluidas todas las fuentes de ineficiencia, estén o no programadas, ya que la única manera de mejorar es identificar todo para trabajar después sobre lo que es susceptible de mejora.

El OEE es un indicador que empezó a considerarse desde febrero del 2017 dentro de la compañía, para efectos de cálculo se inició en la envasadora de líquidos LEL-6, se realizó la Tabla 8 donde se registró las novedades encontradas por cada turno que era programada la línea, la toma de datos se realizó en esta línea de llenado ya que esta máquina es la que presenta mayor cantidad de horas por paradas y además es la que marca el ritmo de la producción.

Tabla 8 Formato para registro diario OEE

Datos de Producción						
Largo del Turno	12	Horas =	720	Minutos		
Pausas Programadas	2	Pausas=	15	Minutos C/U =	30	Minutos Total
Comidas Programadas	1	Pausas=	30	Minutos C/U =	30	Minutos Total
Tiempo Muerto	126	Minutos				
Corrida Ideal	20	EPM (Envases por minuto)				
Total de Envases	9.612	Envases				
Envases Rechazados	937	Envases				
Soporte Variable	Cálculo			Resultado		
Tiempo Planeado de Producción	Tiempo del Turno - Pausas			660	Minutos	
Tiempo Operativo	Tiempo Planeado de Producción - Tiempo Muerto			534	Minutos	
Envases Conformes	Total de Envases - Envases Rechazados			8.675	Piezas	
Factores OEE	Cálculo			Mi OEE%		
Disponibilidad	Tiempo Operativo / Tiempo Planeado de Producción			80,91%		
Rendimiento	(Envases Total / Tiempo Operativo) / Tiempo de Ciclo Ideal			90,00%		
Calidad	Envases Conformes / Total de Envases Producidos			90,25%		
OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad			65,72%		
Factores OEE	Clase Mundial	Mi OEE%				
Disponibilidad	90,00%	80,91%				
Rendimiento	95,00%	90,00%				
Calidad	99,90%	90,25%				
OEE	85,00%	65,72%				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se emplearon las ecuaciones presentadas en el capítulo 2 sobre el “cálculo del OEE” y se obtuvo el resumen por mes, estos resultados son mostrados en la Tabla 9 y Figura 39 a continuación:

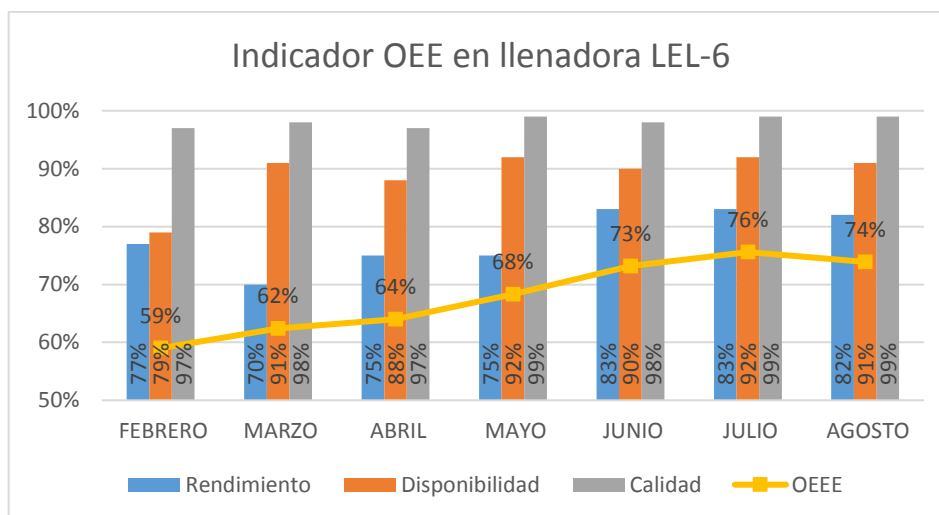


Figura 39 Indicador OEE en LEL-6

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 9 Indicador OEE en LEL-6

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Rendimiento	77%	70%	75%	75%	83%	83%	82%
Disponibilidad	79%	91%	88%	92%	90%	92%	91%
Calidad	97%	98%	97%	99%	98%	99%	99%
OEE	59%	62%	64%	68%	73%	76%	74%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como podemos observar en la gráfica el OEE de la línea de envasado posterior a las implementaciones realizadas obtuvo un valor para el mes de julio del 2017 del 76%, cuando al inicio del proyecto este valor se situaba en un 59% dando un incremento del 17%, siendo el mayor en los 7 meses medidos. Lo cual es un rendimiento aceptable para el mes en mención ya que estudios indican que el promedio de OEE para fabricantes es aproximadamente 60% considerando que:

- OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la *World Class*. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad regular.
- 85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores *World Class*. Buena competitividad.
- OEE > 95% Excelencia. Valores *World Class*. Excelente competitividad

Los reclamos por derrame de envase, así como el desperdicio de estos se redujo gradualmente con las mejoras estructurales realizadas, la manipulación y el almacenamiento de ME y PT, pero el punto fuerte de las mejoras para que el indicador siga se mantenga y siga subiendo buenas prácticas operativas de los colaboradores.

Esta mejora de los colaboradores es gracias a los conocimientos adquiridos al poner en práctica lo enseñado sobre el mantenimiento autónomo, así como su participación en las actividades de mantenimiento preventivo y los conocimientos tanto técnicos como de procesos que se mejoraron con la implementación capacitaciones y entrenamiento.

4.6.5 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD ENVASADORA LEL-6 Y RECLAMOS DE PRODUCTO NO CONFORME

A continuación, la Figura 40 se muestra el índice de productividad de la llenadora LEL-6 mejorados durante el año 2017, con la

aplicación de las mejoras planteadas, el cual se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de productividad} = \frac{(KP)}{(CMP + CEE + CMO)} \quad (4.3)$$

Donde:

KP = Kilos producidos en dólares.

MP = Costo de la materia prima empleada utilizada.

CMO= Costo de mano de obra

CEE= Costo de energía eléctrica

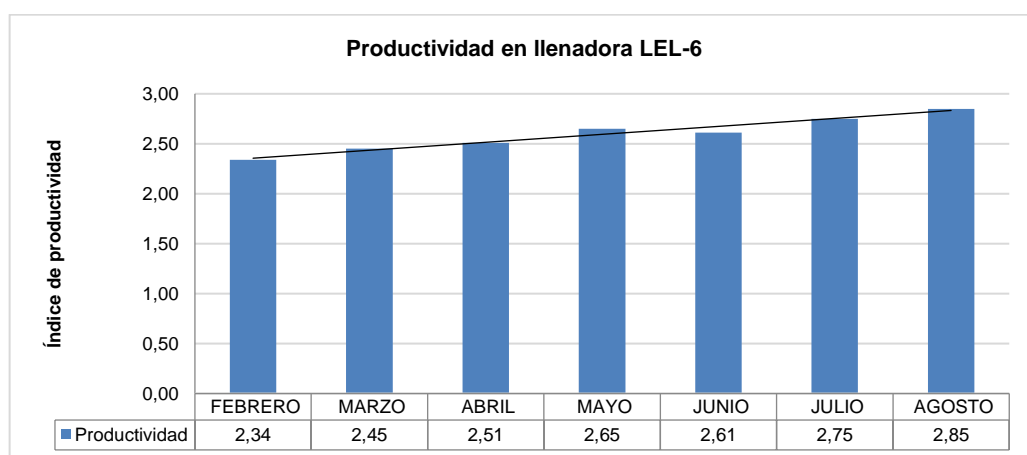


Figura 40 Índice de productividad en LEL-6

Fuente: Elaboración propia, 2018.

De esto se puede observar que del mes de febrero a agosto del 2017 se tuvo un incremento porcentual del índice de productividad del 17%.

Tabla 10 Reclamos por problemas de envasado 2017

Motivo de reclamo		Cantidad de producto no conforme en litros	Número de reclamos	Cantidad de Producto No Conforme
Grupo1	CONTENIDO INCOMPLETO EN ENVASE	2.016,00	2	4,40%
	ENVASE	9,00	4	0,01%
	ETIQUETA	11,05	6	0,02%
	TAPA	386,76	36	0,60%
	TAPA (Sin devolución)	972,00	1	7,32%
Total Grupo1		3.394,80	49	12,36%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como resultado de todas las acciones tomadas se obtuvo un decremento en los reclamos generados por producto que presenta problemas en su envase, pasando de tener 88 que representaron 19.219,45 litros en el periodo de junio 2016 a marzo 2017, a tener 49 reclamos que representaron 3.394,80 litros del periodo de abril 2017 a enero 2018, ver Tabla 10.

CAPÍTULO 5

5.1. CONCLUSIONES

La implementación de las mejoras de acuerdo a las herramientas de manufactura permitió disminuir el desperdicio y aumentar el rendimiento de equipos, en los procesos de formulación y envasado de agroquímicos, lo cual se hace visible con el incremento del indicador OEE el cual en el mes de febrero del 2017 era de 59% pero al mes de agosto llegó a 74%, es considerable su aumento, aunque faltaron detalles para mantenerlo en un nivel aceptable, donde por debajo del 75% se considera como regular el desempeño de una máquina.

Por medio de las entrevistas realizadas a los colaboradores de la empresa se elaboró una descripción del proceso mediante un diagrama de flujo para describir la situación actual de la empresa que permita lograr identificar los problemas potenciales que afectan a los procesos productivos de la compañía, por medio del *layout* realizado para la nueva planta donde se distribuyó de mejor manera las áreas las diferentes áreas de la compañía para un mejor flujo de proceso en la cual participo las distintas jefaturas de la empresa para su diseño y por medio de la implementación del programa 5's se logró generar un área de trabajo organizada y limpia, incluso el tiempo de *setup* de las máquinas en la jornada laboral se vio mejorado, pasando de tener un 65,48% a un 96,43% de cumplimiento en la inspecciones mensuales realizadas en 4 meses desde la implementación de este programa.

Se identificó los desperdicios existentes en el proceso, seleccionando un área crítica de acuerdo a la línea que representaba más beneficios para la empresa, por medio de herramientas de identificación y mediante la colaboración del personal dentro del área se pudo observar los principales problemas que afectan al proceso. A pesar de la resistencia al cambio al inicio por parte de los operadores de la línea, que veían estas actividades como una carga adicional de responsabilidad, pero a medida que se iba mostrando los beneficios sin necesidad de requerir mayor esfuerzo físico o tiempo adicional a su jornada laboral, hubo apertura al aprendizaje y a practicar los conocimientos que iban asimilando. Esto se refleja que el cumplimiento de las actividades de envasado tanto en la nave de productos herbicidas como insecticidas se vio incrementada de 68% en febrero del 2017 a un 82% para noviembre del mismo año.

Se obtuvo mejores resultados en las tareas de mantenimiento preventivo gracias a que se involucró a los operadores en realizar las tareas básicas de inspección en las máquinas tales como la inspección de estado de tornillería, limpieza de sensores y lubricación básica. Además, las mejoras estructurales y tecnológicas realizadas en los equipos a fin de asegurar permitieron tener un mayor rendimiento y garantizar hermeticidad de envases permitieron que el indicador de eficiencia de mantenimiento que en el mes de febrero del 2017 estaba en un 75% llegó a aumentar al mes de agosto del 2017 al 91%.

Con respecto a la productividad medida en la línea de envasado LEL-6, este índice paso de 2.34 a 2.85 representando un incremento del 17%. Finalmente, los reclamos de producto no conforme generados por problemas de envases disminuyeron 45% y se redujeron en 15.824,65 litros el volumen de productos devueltos por presentar fugas o derrame al finalizar este proyecto.

5.2. RECOMENDACIONES

Tal como fue mencionado a lo largo de este proyecto, el monitoreo de un proceso de producción permite detectar cuando este se ha salido de control, identificar en qué punto del proceso las condiciones con las que se trabaja han sufrido cambios provocando anomalías en la producción, en nuestro caso mal tapado de envases que pueden producir derrames de producto. Hay que monitorear constantemente la variable torque para asegurar su comportamiento. Una vez que se garantice que el proceso está controlado, hay que verificar que esté centrado, a partir de lo cual, se deberá realizar nuevamente un cálculo de capacidad para analizar si el proceso es capaz o no de satisfacer los límites de especificación establecidos.

Luego de terminar los trabajos de mejoras de las otras líneas de envasado los jefes de área deben volver a fortalecer la filosofía de manufactura esbelta para que lo aprendido durante el periodo de implementación piloto sea un aporte valioso para mejorar el nivel de utilización de línea.

Se recomienda analizar otros desperdicios que afecten a los procesos de producción e implementar mejoras que ayuden a disminuir esos desperdicios y se siga construyendo procesos esbeltos, en donde se busque la eficiencia de las operaciones en la planta. Así como mantener la realización de reuniones en las cuales se debatan mejoras para los procesos productivos, en la que se reconozcan los cambios que se realicen en la planta, además de las metas alcanzadas por los cambios efectuados.

Cuando se realice envasado de diferentes tipos de agroquímicos verificar que las líneas se encuentren limpias para evitar problemas por contaminación cruzada, para ello es necesario considerar lo siguiente:

- Después de realizar el llenado de envases se debe de realizar limpieza de la máquina para evitar deterioro prematuro de las piezas.
- Mejorar el trabajo del personal operativo.
- Control en proceso para reducir enfermedades profesionales.
- Controlar los derrames del producto para evitar impactos ambientales.
- Se considere por parte de la empresa la reubicación del personal operativo.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Chalen, J. (2014). Análisis del proceso de envasado de agroquímicos y su impacto en los niveles de productividad de una empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Industrial Mención Mantenimiento, Universidad Estatal de Milagro, Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería, Milagro, Ecuador.
- Cortes, T. (2018). Triana Cortes, C. C. Propuesta de implementación del tpm y de la herramienta oee para la empresa Proyectos y equipos metalmecánicos sas. Bogotá, Colombia.
- Ballesteros Silva, P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. 1(38). doi:10.22517/23447214.3747
- Suarez, A. (2012). Plan de seguridad industrial en una planta de agroquímicos. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Químico, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Instructivo para la gestión integral de desechos plásticos de uso agrícola. En Acuerdo Ministerial 021 (pág. 43). Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Plaguicidas y productos afines de uso agrícola. Manejo y Disposición final de envases vacíos tratados con Triple Lavado. En Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2078 (pág. 12). Ecuador.
- Escaleras, C. (2016). Reciclaje de envases vacío de agroquímicos de triple lavados, para elaborar bloques de hormigón. Trabajo de titulación- Examen Complexivo para la obtención del grado de magister en impactos ambientales, Universidad de Guayaquil, Facultad de Arquitectura, Guayaquil, Ecuador.
- Harrington, J. (1995). Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Santa Fe de Bogotá. Mc GrawHill.
- Imai, M. (1989), Kaizen, México: Continental.
- Chang, R. (1996). Mejora Continua de Procesos: Guía Práctica para Mejorar Procesos y Lograr Resultados Medibles. Granica
- Bohan, W. (2003). El poder oculto de la productividad. Colombia: Norma.
- Pulido y Salazar. (2013). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma (Vol. 3). México, D.F., México: The McGraw-Hill Companies, Inc.

7 ANEXOS

Anexo 1 Volumen de producción 2017

PRODUCTO	AÑO 2017 Real LITROS
Herbicidas	99,170.71
ATRAZINA 480 GL/L	108.00
CLETHODIM 240 GL/L	356.50
CYHALAFOP BUTYL 180 GL/L	360.00
DIURON 500 GL/L	1,198.00
GLIFOSATO 480 GL/L	22,857.24
GLIFOSATO 757 gl/kg	1,097.00
MCPA 480 GL/L	2,573.62
PENDIMETALINA 400 GL/L	2,270.00
PROPANIL 480 GL/L	2,038.69
PYRAZOSULFURON-ETIL 100 G/KG	175.50
QUINCLORAC 250 GL/L	984.00
METSULFURON 60 AGM	42.54
PARAQUAT 256 GL/L	24,932.48
AMETRINA 480 GL/L	1,188.22
BUTACLOR 600 GL/L	8,003.33
PROPANIL 480 _ 2 4 D 60 540 GL/L	3,716.26
2 4 D 720 GL/L	14,167.34
2 4 D AMINA 500_ METSULFURON 6 506 GL/L	579.26
PARAQUAT 200_ DIURON 100 300 GL/L	3,407.24
2 4D 160 GL/L + PICLORAM 80 GL/L	5,270.89
PROPANIL 380_ TRICLOPYR 40 420 GL/L	508.26
GLIFOSATO 355_ METSULFURON 6 406 GL/L	25.00
DIQUAT DIBROMURO	523.00
PICLORAM 64 + METSULFURON 4	360.00
ATRAZINA 90WG	1,149.30
NICOSULFURON 750 gl/kg	29.04
CLOMAZONE 50 SC	276.00
GILUFOSINATE-AMMONIUM 200 GL/L SL	974.00

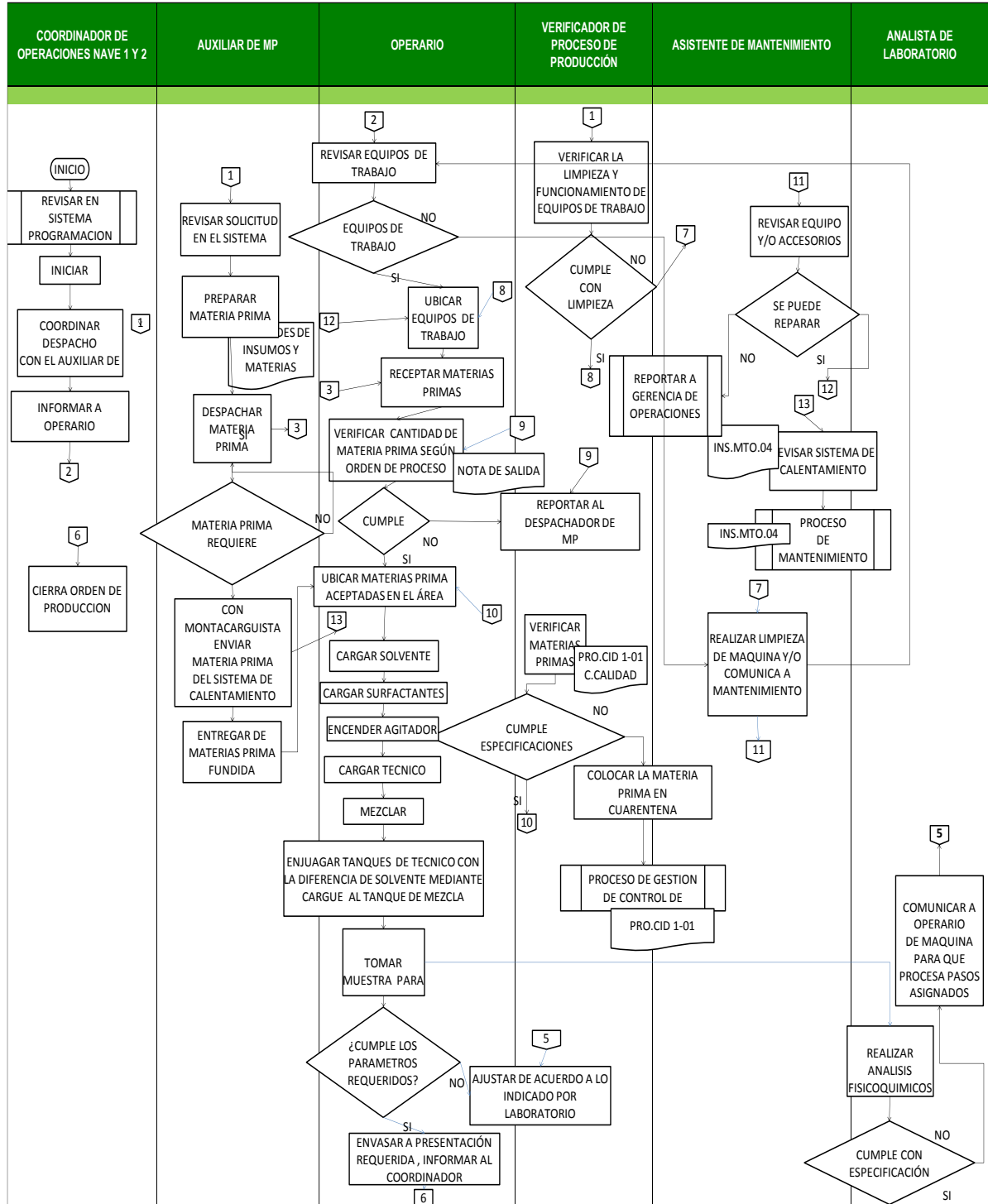
Anexo 1 Continuación Volumen de producción 2017

Fungicidas	68,979.37
AZOXISTROBINA 250 GL/L	24.00
AZUFRE 720 GL/L	5,280.37
FOSETIL ALUMINIO 800 G/KG	763.50
PROPICONAZOLE 250 GL/L	586.00
TEBUCONAZOL 250 GL/L	236.00
CARBENDAZIN 500 GL/L	1,055.00
DIFENOCONAZOL 250 GL/L	643.40
CLOROTALONIL 720 GL/L	7,550.20
THIABENDAZOL 500 GL/L	494.40
PROPICONAZOL 250 _ DIFECONAZOL 250 500 GL/L	222.00
TRIDEMORPH 86 OL	409.00
MANCOZEB 430 GL/L	44,893.00
MANCOZEB 80 PM	302.50
MANCOZEB 640_ CYMOXANIL 80 720 G/KG	125.00
MANCOZEB 640_ METALAXIL 80 720 G/KG	387.50
BENOMIL 500	369.50
MANCOZEB 640_ CYMOXANIL 80 AZUL 720 G/KG	3,107.50
MANCOZEB 640_ METALAXIL 80 AZUL 720 G/KG	1,242.50
PYRIMETHANIL 600 GL/L	212.00
EPOXICONAZOLE 75 GL/L	328.00
TEBUCONAZOLE 160 + AZOXYSTROBIN 80 GL/L	30.00
MANCOZEB 80%	700.00
TEBUCONAZOLE 125GL/L_ CARBENDAZIM 125 GL/L SC	18.00
Insecticidas	25,738.90
ACEFATO 300 GL/L	2,227.00
ACETAMIPRID 200 G/KG	351.00
CLORPIRIFOS 480 GL/L	4,723.80
DELTAMETRINA 25 GL/L	412.40
FIPRONIL 200 GL/L	332.50
IMIDACLOPRID 350 GL/L	876.50
LAMBDA CIHALOTRINA 25 GL/L	932.00
PERMETRINA 300 GL/L	2,311.00
THIODICARB 350 GL/L	673.60
ALFA CIPERMETRINA 100 GL/L	496.00
CIPERMETRINA 200 GL/L	3,841.20
CIPERMETRINA 250 GL/L	1,141.00
CLORPIRIFOS 500_ CIPERMETRINA 50 550 GL/L	2,811.20

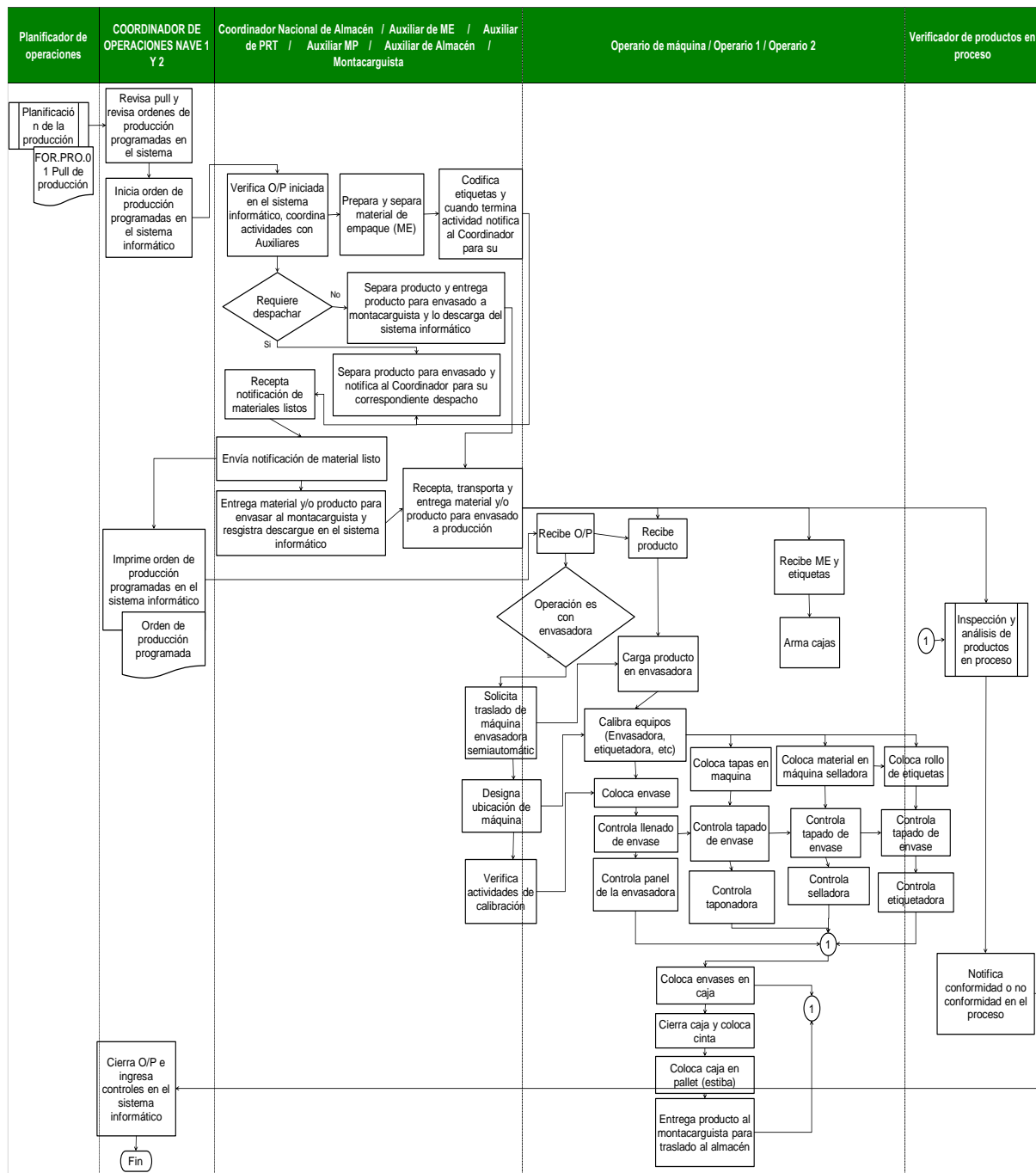
Anexo 1 Continuación Volumen de producción 2017

ABAMECTINA 1.8 GL/L	364.40
METOMIL 900 G/KG	4,121.00
TIAMETHOXAM 25% WDG	10.00
BENZOATO DE EMAMECTINA 5% SG	114.00
IMIDACLOPRID 600 GL/L FS	0.30
Nutrientes	10,491.42
CYTOKININA 400 PPM	67.20
KP-350 DP FERTILIZANTE	24.00
MICORRIZAS 82 G/KG	40.00
MICROELEMENTOS+CA+MG 235 G/KG	2,910.00
OROBOR N1	878.80
ACIDOS HUMICOS LIQUIDO AL 15%	117.42
ZINC 85 + AZUFRE 52 + MICROELEMENTOS	456.00
20_20_20	1,530.00
10_8_8_0.2	12.00
30_10_10	675.00
16_32_16	900.00
10_10_30	1,500.00
ADIZIONE	480.00
O-13-20+ME	555.00
CA8+BO1+D	286.00
O-8-24	60.00

Anexo 2 Flujo de proceso de síntesis y formulación



Anexo 3 Flujo de envasado y empaclado



Anexo 4 Formato de inspección 5's

Control Mensual del Plan 5's																																																						
Semana		S e m a n a 1 8								S e m a n a 2 0								S e m a n a 2 2								S e m a n a 2 4																												
Área		Nave 1	Nave 2	Taller	Area apoyo nave 1	Area apoyo nave 2	Almacén PRT y material de	Centro de Acopio	Nave 1	Nave 2	Taller	Area apoyo nave 1	Area apoyo nave 2	Almacén PRT y material de	Centro de Acopio	Nave 1	Nave 2	Taller	Area apoyo nave 1	Area apoyo nave 2	Almacén PRT y material de	Centro de Acopio	Nave 1	Nave 2	Taller	Area apoyo nave 1	Area apoyo nave 2	Almacén PRT y material de	Centro de Acopio																									
SS	Nº	Item chequeado																								SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO			
SELECCIONAR	1	Están funcionales los elementos necesarios para las actividades del área																								X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
	2	Se tienen los elementos necesarios para la aplicación del orden, la limpieza y el cumplimiento de la orden de producción																								X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	
	3	El puesto de trabajo está libre de elementos innecesarios																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	Parcial		33%	67%	67%		67%	100%	67%	67%			67%	100%	67%	100%	67%	100%	100%	100%	67%	100%	100%	100%	100%	67%	100%	100%	67%	100%																								
PROMEDIO		67%								86%								90%								95%																												
ORDENAR	4	Se aplica correctamente la clasificación de los residuos contaminados en los tambores respectivos																								X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
	5	Los envases, tambores, tanques, sacos, fundas o canecas, están rotulados y cerrados correctamente																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	6	Están señalizadas las perchas o repisas de almacenamiento y los materiales (repuestos, herramientas, productos, equipos y saldos varios) están organizados																								X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
	Parcial		67%	67%	33%		67%	67%	67%	33%	67%	67%	33%	67%	67%	100%	67%	100%	67%	100%	67%	100%	67%	100%	67%	100%	100%	100%	100%	100%																								
PROMEDIO		67%								67%								81%								95%																												
LIMPIAR	7	Los pisos, puertas, ventanas, muebles y anaqueles están libres de polvo, desperdicios, agua, derrames, aceite o manchas.																								X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
	8	Están adecuadas las estructuras u objetos propios del sitio																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	9	Las carteleras, avisos de seguridad, letreros de identificación de áreas y publicaciones en general existen y están libres de suciedad, adecuadas y actualizadas																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	Parcial		33%	67%	100%		67%	67%	0%	100%	67%	67%	100%	67%	67%	33%	100%	100%	67%	100%	67%	100%	33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%																									
PROMEDIO		62%								71%								81%								95%																												
DISCIPLINA Y SEGURIDAD	10	El personal del área está utilizando el equipo de protección personal de acuerdo al trabajo que está realizando																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	11	Las rutas de evacuación y las peatonales, el acceso a los extintores, lavajos y duchas, están libres de obstáculos o materiales extraños																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	12	El personal está aplicando los instructivos de trabajo (opción de preguntar) y se evidencia publicación del instructivo en el área.																								X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X	X			X
	Parcial		33%	100%	67%		100%	67%	100%	67%	67%	100%	100%	100%	100%	33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	100%	100%	100%	100%	100%																										
PROMEDIO		76%								86%								95%								100%																												
Total por área		42%	75%	67%		75%	75%	58%	67%	67%	75%	83%	75%	83%	83%	92%	92%	92%	92%	92%	75%	83%	92%	100%	83%	100%	100%																											
Resultado General		65,48%								77,38%								86,90%								96,43%																												

Anexo 6 Plan de mantenimiento anual

Plan de Mantenimiento								Código:	C3.01.ESP.02											
								Versión:	05 jun 17											
Tipo de Mant	TAG	TIPO	AREA	Actividad a realizar	PARTE DE EQUIPO	Equipo o parte	Frec/días (días)	ene-17	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Preventivo	R-1	MECANICO	NAVE 1	Revisar y Ajustar Matrimonio---Revisar Mangueras de producción, revisar válvulas, filtros, codos, revisar el estad	Matrimonio	Reactor de Acero R-1	90	x			x									
Preventivo	R-2	MECANICO	NAVE 1	Revisar y Ajustar Matrimonio---Revisar Mangueras de producción, revisar válvulas, filtros, codos, revisar el estad	Matrimonio	Reactor de Acero R-2	90	x			x									
Preventivo	R-3	MECANICO	NAVE 1	Revisar y Ajustar Matrimonio---Revisar Mangueras de producción, revisar válvulas, filtros, codos, revisar el estad	Matrimonio	Reactor de Acero R-3	90	x			x									
Preventivo	R-4	MECANICO	NAVE 1	Revisar y Ajustar Matrimonio---Revisar Mangueras de producción, revisar válvulas, filtros, codos, revisar el estad	Matrimonio	Reactor de Acero R-4	90	x			x									
Preventivo	S.IND2LEL3-N2	MECANICO	NAVE1/NAVE2	Limpieza de carcasa externa del equipo con limpiador de acero inox.Verificar que los ventiladores estén limpios y	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-3	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	S.IND2LEL3-N2	MECANICO	NAVE 1	Engrasar volante de autoregulación del equipo	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-3	90	x			x			x	x	x				
Preventivo	S.IND1-LEL1-N1	MECANICO	NAVE1/NAVE2	Limpieza de carcasa externa del equipo con limpiador de acero inox.Verificar que los ventiladores estén limpios y	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-1	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	S.IND1-LEL1-N1	MECANICO	NAVE 1	Engrasar volante de autoregulación del equipo	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-1	90	x			x			x	x	x				
Preventivo	S.IND3-LEL6-N2	MECANICO	NAVE1/NAVE2	Limpieza de carcasa externa del equipo con limpiador de acero inox.Verificar que los ventiladores estén limpios y	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-6	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	S.IND3-LEL6-N2	MECANICO	NAVE 1	Engrasar volante de autoregulación del equipo	Selladora	Selladora continua de Induccion Enercon # LEL-6	90	x			x			x	x	x				
Preventivo	SAC-N1/N2	MECANICO	NAVE1/NAVE2	Chequeo de líneas por deterioro y corregir fugas---Limpieza y completar aceite	Tuberías	Sistema de aire comprimido	30	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	
Preventivo	SUCC.V-MP2-N2	NEUMATICO	NAVE 2	Verificar actuador de accionamiento del sistema de sellado de aire.---Verificar estado del sistema neumático.	Actuador	Sistema de cargue al vacio 1--	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	SUCC.V-P.FLOAB-N2	NEUMATICO	NAVE 2	Verificar actuador de accionamiento del sistema de sellado de aire.---Verificar estado del sistema neumático.	Actuador	Sistema de cargue al vacio 2--	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	T-1	MECANICO	NAVE 2	Revisar Valvulas, Filtros, Codos, Reductores---Revisar Mangueras de producción---Revisar Abrazaderas de mangu	Tanque	Tanque de Formulacion T - 1	90	x			x									
Preventivo	T-1	MECANICO	NAVE 2	Revisar Abrazaderas de mangueras cambiar si amerita	Abrazaderas	Tanque de Formulacion T - 1	360								x					
Preventivo	T-1	MECANICO	NAVE 2	Revisar Acoples Acero Inox 100 cambiar si amerita	Acoples	Tanque de Formulacion T - 1	360								x					
Preventivo	T-1	MECANICO	NAVE 2	Revisar Mangueras de producto cambio si amerita	Mangueras	Tanque de Formulacion T - 1	360								x					
Preventivo	T-2	SERVICIOS GENERALES	NAVE 2	Pintar Base de Tanque, Reductor y Pasamanos	Tanque	Tanque de Formulacion T - 2	360													
Preventivo	T-2	MECANICO	NAVE 2	Revisar Valvulas, Filtros, Codos, Reductores---Revisar Mangueras de producción---Revisar Abrazaderas de mangu	Filtros	Tanque de Formulacion T - 2	90	x			x								x	
Preventivo	T-2	MECANICO	NAVE 2	Revisar Valvulas cambiar si amerita	Valvulas	Tanque de Formulacion T - 2	360								x					
Preventivo	T-2	MECANICO	NAVE 2	Revisar Abrazaderas de mangueras cambio si amerita	Mangueras	Tanque de Formulacion T - 2	360								x					
Preventivo	T-2	MECANICO	NAVE 2	Revisar Acoples Acero Inox 100 cambio si amerita	Acoples	Tanque de Formulacion T - 2	360								x					
Preventivo	T-2	MECANICO	NAVE 2	Revisar Mangueras de producto cambio si amerita	Mangueras	Tanque de Formulacion T - 2	360								x					
Preventivo	T-3	MECANICO	NAVE 2	Revisar Valvulas, Filtros, Codos, Reductores---Revisar Mangueras de producción---Revisar Abrazaderas de mangu	Filtros	Tanque de Formulacion T - 3	90	x			x				x				x	
Preventivo	TAP-LEL1-N1	ELÉCTRICO	NAVE 1	Limpieza, reajuste de borneras y conexiones, limpieza de panel eléctrico	Borneras	Taponadora automatica LEL_1	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	TAP-LEL1-N1	MECANICO	NAVE 1	Templar bandas y ajustar pernos ---Alinear y lubricar partes móviles, revisión de	Bandas	Taponadora automatica LEL_1	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	TAP-LEL2-N1	ELÉCTRICO	NAVE 1	Limpieza, reajuste de borneras y conexiones, limpieza de panel eléctrico	Borneras	Taponadora automatica LEL_2	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	TAP-LEL2-N1	MECANICO	NAVE 1	Templar bandas y ajustar pernos ---Alinear y lubricar partes móviles, revisión de	Bandas	Taponadora automatica LEL_2	60	x		x	x			x	x	x				
Preventivo	TAP-LEL3-N2	ELÉCTRICO	NAVE 2	Limpieza, reajuste de borneras y conexiones, limpieza de panel eléctrico	Borneras	Taponadora automatica LEL_3	60	x		x	x			x	x	x				

Anexo 5 Solicitud de orden de trabajo

		Orden de Trabajo		Código:	C3.01.FOR.03
				Versión:	05 jun 17
				Páginas:	1 de 1
Datos registrados por el usuario solicitante					
Solicitante:	JORGE VILEMA			Fecha Solicitud:	15/6/2017
Area:	EXTERIORES			Dep. Solicitante:	6-MANTENIMIENTO
Centro de costo:	O_D_01				
Servicio / Requerimiento:	Medir las líneas de las resistencias L1,L2,L3 deben registrar un rango aproximado de 30 AMP, de no ser el caso medir el grupo de resistencia y cambiarlas.				
Datos registrados por el Asistente de Operaciones o Asistente de Mantenimiento					
Ejecutante:	K.FERNANDEZ			Orden N°:	11497
Tipo Mto:	PREVENTIVO			Tipo de Trabajo:	ELÉCTRICO
Equipo:	Sistema calentamiento de tinas de fundición			Tag:	SDC1-CALEF-N1/N2
Tiempo proyectado en Horas:	1			Fecha reprogramada:	
Permiso de trabajo seguro requerido:					
En altura:	<input type="checkbox"/>	Con soldadura:	<input type="checkbox"/>	No aplica:	<input checked="" type="checkbox"/>
Espacio confinado:	<input type="checkbox"/>	Electrico:	<input type="checkbox"/>		
Utilice los EPP's necesarios y verifique las condiciones de seguridad y ambiente para realizar el servicio. Al finalizar la actividad, clasificar y recoger los desechos para depositarlos en el lugar correspondiente.					
Datos registrados por el Técnico o Asistente de Mantenimiento					
Histórico del trabajo Realizado:					
Hora Inicio:	9:00	Hora Final:	10:30	Fecha Ejec.:	16/6/2017
Condiciones de Seguridad y Ambiente verificadas:	Sin novedad, se utiliza los EPP de rutina				
Recursos requeridos:	1 Limpiador de contacto; 6 Terminales de alta temperatura para cable 10AWG, 1 Rollo de cinta de fibra de vidrio				
Actividad realizada:	Se realiza la medición de las líneas teniendo 31 amp por fase, se procede a realizar revisión del cableado en el cual se nota recalentado los terminales y próximos a desprenderse, se procede al cambio de estos terminales en las resistencias y dejar aislado con cinta. El equipo queda operativo.				
¿El trabajo ha sido concluido? (Cuando la respuesta es NO, favor registrar los motivos en las líneas correspondientes)					
Motivo / Observación:	No	<input type="checkbox"/>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
Datos registrados por Mantenimiento y Solicitante					
Aceptación técnica del Servicio:					
El área queda Limpia?	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	
Técnico:	Kleber Fernández	Coordinador Area:	Jorge Vilema	Asist. de Operaciones	Juan Rubio
Firma:	KF	Firma:	JV	Firma:	JR
Fecha:	16/6/2017	Fecha:	16/6/2017	Fecha:	16/6/2017