



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORAS PARA AUMENTAR LA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA AUTOMOTRIZ
DE PINTURA PARA REACABADOS.**

Tutor:

Ing. Carlos Araujo.

Autor:

Ivy Pinto C.I: 16.771.857

VALENCIA, MAYO DEL 2.009.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORAS PARA AUMENTAR LA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA AUTOMOTRIZ
DE PINTURA PARA REACABADOS.**

Trabajo Especial De Grado Presentado Ante La Ilustre Universidad De Carabobo
Para Optar Al Título De Ingeniero Industrial

Tutor:

Ing. Carlos Araujo.

Autor:

Ivy Pinto C.I: 16.771.857

VALENCIA, MAYO DEL 2.009.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para Evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado “Propuestas de mejoras para aumentar la capacidad de producción de la línea automotriz de pintura para reacabados”, realizado por el Br. Ivy Pinto, C.I: 16.771.857, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Carlos Araujo
Tutor

Prof. Ezequiel Gómez
Jurado

Prof. Ruth Illada
Jurado

AGRADECIMIENTOS.

Comenzaré dando gracias a Dios, por darme esta valiosa oportunidad, y guiarme por buen camino.

A mis Padres. Su protección, amor, apoyo incondicional y valores de lucha, éxito y moral, han sido primordiales para que hoy haya logrado dar este gran paso en mi vida.

A mi hermano. Su apoyo incondicional y buenos consejos me han guiado a lo largo de mi vida.

A mi Madrina, mi gran amiga y mi gran apoyo, su presencia y cariño en momentos decisivos de mi vida, fueron fundamentales para mi desarrollo personal, y aunque hoy no este físicamente conmigo, se que donde quiera que este hoy festeja mi triunfo. Por eso Gracias mi Buddy!

Al Ing. Carlos Araujo, la llegada a mi vida de este gran profesional fue una luz, y pieza fundamental para la culminación de esta etapa de mi formación profesional.

Y por ultimo, pero no menos importante a todas aquellas personas, que con su cariño, sabiduría, paciencia y dedicación influyeron en mi formación de vida y también en este importante proyecto.

A todos, GRACIAS.!

DEDICATORIA.

Dedicar esta tesis a una sola persona es algo imposible, ya que a lo largo de mi vida al igual que en el tiempo que me llevó completarla participaron muchas personas.

Compañeros que con el tiempo se han convertido en grandes amigos.

Profesores que con sus enseñanzas y dedicación han sido como mis segundos padres.

Personas que con solo una frase de aliento o de impulso me han hecho crecer intelectualmente y me han ayudado a ser quien hoy soy.

Así que esta tesis esta dedicada a todas las personas que a lo largo de mi vida han estado allí, con buenas o malas experiencias, pero dándome esas vivencias que luego me harían fortalecerme y prepararme para mí desarrollo personal y profesional.

**ÍNDICE GENERAL**

CONTENIDO	Pág.
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I: El Problema	1
Planteamiento del Problema	1
Formulación del Problema	5
Objetivos de la Investigación	5
Objetivo General	5
Objetivos específicos	5
Alcance	6
Justificación	6
CAPÍTULO II: Marco Teórico	8
Antecedentes	8
Bases Teóricas	10
Metodología de Eliminación Sistema de Desperdicios (ESIDE)	10
Kaizen	12



5 S	13
Poka Joke	15
Gerencia Visual	16
Glosario	17
CAPÍTULO III: Marco Metodológico	21
Tipo de Investigación	21
Diseño de la Investigación	22
Unidad de Estudio	22
Técnicas y Herramientas para la Recolección y Procesamiento de Información	23
Fuentes Primarias	23
Fuentes Secundarias	24
Fases de la Investigación	24
Fase I	24
Fase II	25
Fase III	26
Fase IV	27
CAPÍTULO IV: Descripción de la Situación Actual	28
Descripción del Proceso de Producción de Pintura	28
Producto	32
Materia Prima	32
Descripción de Equipos y Herramientas	35



Equipos	35
Herramientas	42
Insumos	43
Recursos Humanos	44
Equipos de Protección Personal	45
Áreas de Trabajo	46
CAPÍTULO V: Análisis de la Situación Actual	48
Diagrama de Ishikawa	48
5 ¿Por Qué?´s	51
CAPÍTULO VI: Propuestas de Mejora	58
Descripción de la 1era propuesta de mejora: Incorporar a la línea su propio equipo de llenado	58
Descripción de la 2da propuesta de mejora: Estandarizar la puesta a punto de los equipos de la línea utilizando dispositivos de POKA YOKE	62
Descripción de la 3era propuesta de mejora Plan de Mantenimiento Preventivo.	73
Descripción de la 4ta propuesta de mejora Incorporar Motores a los tanques portátiles que carezcan de ellos y Reacondicionar el Área de Mezcla de la Línea.	76
Descripción de la 5ta propuesta de mejora Implementar dispositivo de sujeción de herramientas de trabajo	79



Descripción de la 6ta propuesta de mejora Redactar Manual de Procedimientos de la Línea	81
Descripción de la 7ma propuesta de mejora Implementar la herramienta 5 S en el área	92
Descripción de la 8va propuesta de mejora Adquisición de equipos de limpieza para que se dispongan en el área	105
Situación Actual vs Situación Propuesta	107
CAPÍTULO VII: Evaluación Económica de las Propuestas	109
Evaluación Económica de la 1era Propuesta	109
Evaluación Económica de la 2da Propuesta	111
Evaluación Económica de la 3era Propuesta	114
Evaluación Económica de la 4ta Propuesta	116
Evaluación Económica de la 5ta Propuesta	119
Evaluación Económica de la 6ta, 7ma y 8va Propuestas	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
APÉNDICE	132
BIBLIOGRAFÍA	143

**ÍNDICE DE TABLAS**

	Pág.
TABLA N° 1: Tanques Portátiles en la Línea	36
TABLA N° 2: Tipos de Envases y Cajas	44
TABLA N° 3: Determinación de las Causas Raíces de los Problemas	51
TABLA N° 4: Fuentes de Paradas Porcentuales	54
TABLA N° 5: Resumen de Problemas, Causas, Acciones Correctivas y Status de la Propuesta	57
TABLA N° 6: Características de parte de los volteadores	61
TABLA N° 7: Materiales para construir poka yoke	71
TABLA N° 8: Estándar de Puesta a punto de la llenadora.	71
TABLA N° 9: Estándar de Puesta a punto de la etiquetadora.	72
TABLA N° 10: Materiales requeridos para la propuesta	77
TABLA N° 11: Materiales Requeridos para instalación eléctrica	79
TABLA N° 12: Numeración de Herramientas en el Dispositivo de Sujeción	80
TABLA N° 13: Estándar de Trabajo para el proceso de Carga a tanques portátiles	83
TABLA N° 14: Estándar de Trabajo para el proceso de llenado de producto	86
TABLA N° 15: Estándar de trabajo para el proceso de Etiquetado de envases	89
TABLA N° 16: Estándar de trabajo para el encajonado y Paletizado	91



TABLA N° 17. Planificación de Implementación de la Metodología 5S	93
TABLA N° 18. Formato para Clasificación de Artículos (SEIRI)	96
TABLA N° 19. Formato de Solicitud de Mangas	100
TABLA N° 20. Formato de auditoría para Seguimiento de 5S	104
TABLA N° 21. Situación Actual vs Situación Propuesta	107
TABLA N° 22. Costo de Implementación	109
TABLA N° 23. Ahorro generados al implementar la mejora	110
TABLA N° 24. Determinación del Tiempo de Pago	111
TABLA N° 25: Costo de estandarizar puesta a punto de los equipos	112
TABLA N° 26. Ahorros a partir de la implementación de la Mejora	113
TABLA N° 27. Tiempo de Pago de la propuesta.	113
TABLA N° 28. Costo de Implementar el Plan de Mantenimiento Preventivo.	114
TABLA N° 29. Ahorro generado al implementar la propuesta	115
TABLA N° 30. Tiempo de pago de la propuesta	115
TABLA N° 31. Costos de los Requerimientos	116
TABLA N° 32. Ahorros al implementar la mejora.	118
TABLA N° 33. Tiempo de pago	118
TABLA N° 34. Costos de Implementar la Propuesta	120
TABLA N° 35. Ahorros generados al implementar la propuesta.	120
TABLA N° 36. Tiempo de Pago.	121



TABLA N° 37. Costo de implementar las mejoras.	122
TABLA N° 38. Ahorros al implementar las mejoras.	123
TABLA N° 39. Tiempo de pago	123

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Pág.
FIGURA N° 1: Diagrama de Bloque del Proceso	2
FIGURA N° 2: Producción durante el periodo enero-septiembre del año 2008	3
FIGURA N° 3: Diagrama de Bloque del Proceso de Producción	31
FIGURA N° 4: Tipos de tanques	36
FIGURA N° 5: Etiquetadora	38
FIGURA N° 6: Llenadora	38
FIGURA N° 7: Montacargas	39
FIGURA N° 8: Balanza Electrónica	40
FIGURA N° 9: Mesa Giratoria	40
FIGURA N° 10: Manifold	41
FIGURA N° 11: Señorita Neumática	41
FIGURA N° 12: Diagrama de Ishikawa	49
FIGURA N° 13: Pareto de Fallas	55
FIGURA N° 14: Diagrama de Tiempos de Paradas vs Lotes	56
FIGURA N° 15: Posición de envases en la maquina etiquetadora	60
FIGURA N° 16: Sistema propuesto para la modificación de la posición del envase.	61
FIGURA N° 17: Regla medidora	63
FIGURA N° 18: Posición de Rieles para Cuartos	63
FIGURA N° 19: Posición de Rieles para Galones	63
FIGURA N° 20: Posición de tapadora para Cuartos	64



FIGURA N° 21: Posición de tapadora para Galones	64
FIGURA N° 22: Posición de los sensores de la etiquetadora para cuartos	65
FIGURA N° 23: Posición de los sensores de la etiquetadora para galones	65
FIGURA N° 24: Sistema de tornillos controladores de volumen posicionados a cuartos	66
FIGURA N° 25: Sistema de tornillos controladores de volumen posicionados a galones	66
FIGURA N° 26: Panel de control de la llenadora	67
FIGURA N° 27: Vista Frontal de Etiquetadora	68
FIGURA N° 28: Ubicación del cajetín de pega negra de acuerdo a la placa indicadora de posición	69
FIGURA N° 29: Topes para controlar la altura y el ancho del equipo de Etiquetado	69
FIGURA N° 30: Topes para controlar la altura y el ancho del equipo de Etiquetado	69
FIGURA N° 31: Posición del sistema de pega blanca para Cuartos	70
FIGURA N° 32: Posición del sistema de pega blanca para Galones	70
FIGURA N° 33: Tipo de Aspa de los Tanques Portátiles	76
FIGURA N° 34: Modelo de tanques portátiles con motor incorporado	77
FIGURA N° 35. Dispositivo de sujeción de Herramientas de Trabajo.	81



FIGURA N° 36. Etiquetas para aplicar la clasificación de Elementos	94
FIGURA N° 37. Ubicación según frecuencia de uso.	98
FIGURA N° 38. Clasificación en el Estante.	99
FIGURA N° 39. Antes y Después de la Limpieza del Área.	102
FIGURA N° 40. Ejemplo de Ayuda Visual.	103
FIGURA N° 41. Disposición de implemento de Limpieza en el Área	106



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA AUTOMOTRIZ DE PINTURA PARA REACABADOS

Tutor Académico.
Ing. Carlos Araujo.

Autor
Br. Pinto L., Ivy E.

Resumen

El estudio fue realizado en una empresa dedicada a la manufactura de pinturas automotrices, donde fue seleccionada la línea de pinturas para el reacabado automotriz donde se ha planteado la necesidad de incrementar sus niveles de producción. La investigación tiene como objetivo incrementar los niveles de producción de la línea a 5 lotes por día. La manufactura de pinturas para reacabado comprenden las siguientes actividades: carga de materias primas, mezclado, etiquetado, llenado, encajonado, paletizado y almacenado. Para lograr los objetivos planteados en primer lugar fue necesario la descripción de la línea, sus equipos, herramientas, área y proceso de producción. Posteriormente se realizó un estudio crítico utilizando Herramientas como Diagrama de Ishikawa, Paso 6 de la Metodología ESIDE y Diagrama de Pareto de Fallas, lo que permitió detectar las situaciones problemáticas de la línea, tales como altos tiempos de operación, altos tiempos de paradas de la línea, falta de orden y limpieza del área, falta de estandarización de las actividades que se llevan a cabo en la línea, herramientas y equipos insuficientes, entre otras. Con la finalidad de buscar soluciones a las problemáticas planteadas se generaron las siguientes propuestas de mejoras: plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de disminuir tiempos de paradas en los equipos, incorporación de una etiquetadora a la línea para eliminar tiempos de esperas en la etiquetadora que comparte con otras líneas, manual de procedimientos que permita establecer un método de trabajo estándar para la línea, implementación de la metodología 5'S para mejorar las condiciones del área, incorporación de motores a los tanques portátiles que no lo tienen para evitar las demoras generadas al utilizar las estaciones de mezcla, dispositivo de sujeción de herramientas para que exista orden en el área y fácil acceso a las mismas; establecer un estándar para la puesta a punto de los equipos a través de la implementación de dispositivos a prueba de errores y establecer en la línea un área para disposición de equipos de limpieza que permitirá el control de derrames de productos de forma inmediata. De las propuestas planteadas la de incorporar el equipo de etiquetado a la línea es la genera mayor impacto en incrementar los niveles de producción de la línea dado que con los ahorros de tiempo que genera se puede incrementar en hasta 1,02 lotes por día la producción.

Palabras Clave: mejora, reducción, paradas, estándar, incremento, tiempo de operación.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la creciente demanda de los productos del ramo automotriz ha obligado a las empresas pertenecientes a este sector a mantener su crecimiento continuo, volviéndose más competitivas para prevalecer en el mercado.

En tal sentido, la empresa en cuestión que se encarga de la manufactura de pinturas automotrices, se propone generar cambios que ayuden a impulsar la capacidad de sus procesos para poder satisfacer la demanda del mercado.

Para llevar a cabo el estudio del proceso de producción de pinturas, específicamente el de pinturas dirigidas al mercado de reacabado automotriz, se realiza un reconocimiento del proceso de producción, luego se identifican los factores que causan que la línea en estudio no cumpla con las metas de producción, posteriormente se realiza un levantamiento de información, que con ayuda de los registros históricos del proceso permiten definir el estado actual del área en estudio.

Por razones de seguridad la línea en estudio se ha identificado como línea 1 de producción. De igual forma permanece en confidencialidad el nombre de la empresa.

El trabajo está estructurado en 7 capítulos, el primer Capítulo se refiere al planteamiento del problema, donde se encuentran definidos los objetivos de la investigación, así como las justificaciones, limitaciones y alcance de la investigación. El Capítulo II presenta el marco teórico referencial, en el cual se dan a conocer los antecedentes de la

investigación, los aspectos bibliográficos necesarios para soportar la investigación y la definición de términos básicos.

El Capítulo III presenta el marco metodológico de la investigación donde se hace referencia a la metodología que se desarrolló resaltando las técnicas de recolección y análisis de los datos, el tipo investigación y unidad de análisis, así como las fases del estudio realizado.

En el Capítulo IV se encuentra una descripción del proceso de producción de pinturas para reacabado automotriz, así como una detallada descripción de los equipos, herramientas, implementos, materias primas y del área de trabajo de la línea en estudio.

Seguidamente, en el Capítulo V se realiza el análisis crítico del proceso, con la finalidad de determinar la causa raíz de los problemas presentes en el área. Estos factores se identificarán como el resultado de la aplicación de diversas herramientas de la ingeniería de métodos como el Diagrama de Ishikawa, los 5 ¿Por qué? Y Diagrama de Pareto de Fallas.

En el Capítulo VI, se presentan propuestas de mejora y las acciones correctivas, que permitirán dar solución a las problemáticas existentes en la línea 1 de producción.

Luego en el Capítulo VII se realiza el análisis de rentabilidad de las propuestas, para ello se presentan los costos en que se incurrirían al implementar cada una y los ahorros que se obtendrán con la implementación de cada propuesta. El modelo de evaluación que se utilizó fue el tiempo de pago de la inversión.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, así como las referencias bibliográficas, anexos y apéndices de la presente investigación.



EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, en un mundo empresarial sometido a rápidos cambios, las organizaciones se enfrentan a una creciente competencia, por ello deben mantener una alta satisfacción de sus clientes, un adecuado control de la calidad, y lograr atenuar costos y desperdicios.

A consecuencia de esto muchas empresas se han visto en la necesidad de modificar sus paradigmas, para adaptarse a nuevas filosofías de gestión, que les permite mejorar sus procesos de producción y lograr su supervivencia dentro de mercados competitivos para hacer frente a las variaciones en la demanda y a la tendencia dinámica del mercado.

La empresa en estudio se encarga de la manufactura de pintura automotriz, tanto para el mercado de las ensambladoras como para el mercado de reacabado (talleres mecánicos). Actualmente está enfocada en mejorar los procesos de producción de pinturas para reacabado debido a que las ventas de productos de este segmento representan un 70% de las ganancias de la empresa según fuentes de la organización.

La planta cuenta con siete líneas de producción que se encargan de la manufactura de gran variedad de productos para los dos mercados que la empresa satisface. El caso en estudio es la línea de producción de pinturas dirigidos al mercado automotriz de reacabado en presentaciones de galones y cuartos de galones.



Las tintas que allí se elaboran no son más que un sistema disperso de pigmentos en una mezcla de resina y solvente. La resina es uno de los componentes básicos de la pintura y llega a constituir entre el 40% y 60% del producto terminado.

El proceso general de fabricación de tintas para reacabado consiste en las siguientes etapas: carga a tanques portátiles, mezcla, etiquetado, evaluación de calidad, llenado, encajonado y almacenaje como producto terminado. Para una comprensión visual de lo anteriormente explicado véase la figura N° 1.

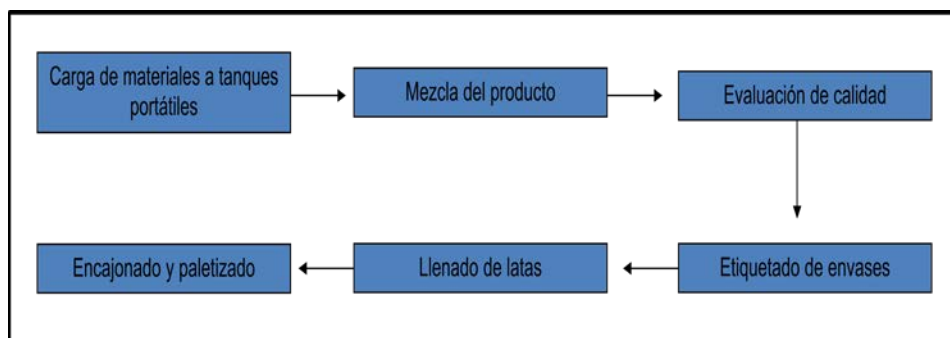


Figura N° 1. Diagrama de Bloque del Proceso.
Fuente: Elaboración propia.

Durante los meses de Enero a Septiembre del año 2008 la línea presentó el siguiente comportamiento en cuanto a su producción expresada en lotes promedio por día:

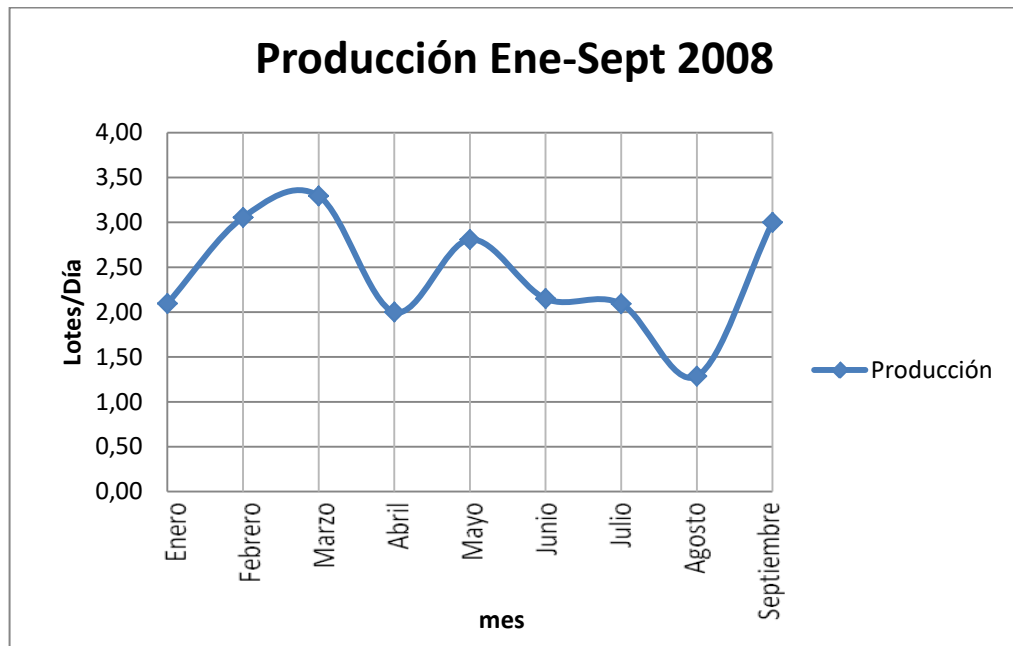


Figura N° 2. Producción durante el periodo enero-septiembre del año 2008.
Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar en la figura anterior la variabilidad en los niveles de producción, factor que impide cumplir con lo planificado por el Departamento de Planificación y Control de la Producción, ocasionando que durante el año 2008 el nivel de servicio de la línea haya sido de 65%, según fuentes de la empresa.

A partir de proyecciones del Departamento de Planificación y Control de la Producción para los próximos meses del año 2009 la demanda en pinturas para reacabado se incrementará en un 40%. Por lo que la empresa tiene como objetivo mejorar el proceso de producción de la línea en cuestión, de forma de tener una capacidad de producción definida y estable que le permita tener un proceso de producción robusto que se adapte a cambios en la demanda.



A continuación se presenta de manera puntual factores y fallas presentes en la línea de pintura automotriz para reacabado:

- ✓ La falta de tanques disponibles para la preparación de las pinturas, representa el 16% de las paradas de la línea.
- ✓ Tanto los envases de galones como cuartos de galones son etiquetados para su identificación, este proceso genera demoras y esperas promedios de 132,48 minutos por jornada.
- ✓ La búsqueda de mangas filtrantes implica recorridos de 54 metros al almacén.
- ✓ No se dispone de equipos propios de limpieza del área, ni zorras eléctricas, y los comunes para todas las líneas no tienen ubicación fija.
- ✓ Las paradas debido a reparaciones en los equipos, representan un 11% de las paradas de la línea.
- ✓ La búsqueda de cajas y tapas antes de llenado de cada lote de producto implica recorridos hasta el almacén de cajas, envases y tapas ubicado a 48 metros de la línea.
- ✓ Lead times (ver glosario) de producción muy altos en cada lote de producto, que generan que el nivel de servicio sea de un 65%.
- ✓ Las paradas debido a la falta de disponibilidad de etiquetas representan un 9% del total de paradas.
- ✓ No existe identificación de ningún tipo en el área, ni en los equipos ni herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades del proceso.
- ✓ Los derrames de productos en el área de trabajo, las paradas de planta, las fallas eléctricas, la falta de personal, entre otros factores representan el 4 % de las causas que generan paradas en la línea.



- ✓ Las evaluaciones del laboratorio de calidad toman en promedio 75,16 minutos por lote.

De allí la necesidad de realizar un estudio de Ingeniería de Métodos que facilite a la empresa reducir costos de las operaciones, hacer el trabajo más eficiente, eliminar actividades innecesarias, de forma de determinar métodos de trabajos adecuados que le permitan cumplir con su meta de tener un proceso de producción eficiente sin desperdicios, asegurando así una capacidad de producción definida y estable en la línea de fabricación de pintura automotriz para el mercado de reacabado en presentaciones de galones y cuartos de galones.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar el proceso de producción de la línea de pinturas para reacabado automotriz para incrementar sus niveles de producción diaria?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras a la línea de producción de pinturas para reacabado automotriz que permitan aumentar sus niveles de producción a 5 lotes por día.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la situación actual del proceso de producción de la línea de pinturas para reacabado automotriz.



2. Diagnosticar la situación actual para identificar las actividades que agregan y no agregan valor al proceso de producción.
3. Presentar propuestas de mejoras para la línea de pintura para reacabado automotriz.
4. Evaluar la factibilidad económica de las propuestas de mejora.

ALCANCE

El trabajo de grado se llevó a cabo en una empresa manufacturera de pintura automotriz. El mismo se restringió al diagnóstico y análisis de la situación actual, y la propuesta de mejoras a los métodos y equipos de trabajo en la línea de producción de tintas para el reacabado de latonería de vehículos en presentaciones de galones y cuartos de galones.

La investigación tuvo como fin último proponer mejoras a la línea de fabricación de pintura en estudio, que permitan disminuir los tiempos ociosos o de parada de la línea de forma de incrementar sus niveles de producción y así poder satisfacer la demanda de mercado.

JUSTIFICACIÓN

Toda empresa busca satisfacer la demanda de sus clientes en el momento que ocurre. Es por ello que deben tener sistemas de producción capaces de adaptarse a las demandas cambiantes de mercado. Para lograr estos sistemas deben tener procesos y métodos de trabajo estándares con equipos de sencilla operación y que permitan hacer cambios rápidos. Es por ello que la empresa manufacturera de pinturas requirió de mejoras en una de sus líneas de producción para tener



flexibilidad de respuesta ante los cambios de la demanda en los mercados de pintura para re acabado automotriz.

Llevar a cabo este proyecto le permitió a la empresa no sólo tener aumentos en su capacidad de producción, sino también que le brindó un método normalizado de trabajo donde se evitan los tiempos ociosos y actividades improductivas, que simplemente generan costos innecesarios e inciden en los tiempos de producción, lo que a la empresa le otorga un alto nivel competitivo y le permite mantener su posicionamiento entre las empresas dedicadas a la misma área.

Para la Universidad de Carabobo el presente proyecto de investigación representa una valiosa contribución que provee bases para futuros estudios sobre el rediseño de líneas de producción en empresas manufactureras, resaltando que todos los conocimientos e investigaciones relacionados con la Ingeniería de Métodos son fundamentales para la formación integral de todo Ingeniero Industrial, dada a la relevancia que tiene en su ámbito profesional.

Para el investigador es de suma importancia la presentación de este trabajo de grado debido a que representa el último requisito a satisfacer para la obtención del título de Ingeniero Industrial de la Universidad de Carabobo. Adicionalmente llevar a cabo el estudio le permitió al investigador poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica en la mencionada casa de estudios.



MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Cachutt y Pinto (2001), este estudio se desarrolló en una empresa dedicada a la manufactura y distribución de pinturas, recubrimientos y afines, específicamente en el centro de producción de *arquitectónicos*. En la investigación se planteó como objetivo establecer un Sistema de Medición que sirva como base para la mejora continua en el Centro de Producción de Arquitectónicos, por lo que se desarrolló un estudio global del proceso, en el cual se definieron los desperdicios y la manera en que pueden ser eliminados. Se utilizó la metodología de Eliminación Sistemática de desperdicios en 10 pasos, los cuales van desde la selección del sistema en estudio hasta la implementación y control de las soluciones.

La analogía entre los trabajos está en que ambas empresas en estudio se dedican a la fabricación de pinturas, teniendo procesos de producción similares. Adicionalmente los trabajos se relacionan en que tienen como fin identificar y eliminar desperdicios en los procesos productivos utilizando la metodología ESIDE-10.

Chávez y Martínez (2008) en su Trabajo Especial de Grado proponen incrementar en un 20% la producción de asientos automotrices para modelos FORD Motors y General Motors de Venezuela. Llevan a cabo un estudio utilizando el Análisis de la Operación, Diagrama Causa-Efecto, filosofía Justo a Tiempo etc. Para detectar desperdicios como lo son: inadecuada distribución de cargas entre los operarios, problemas de calidad de las piezas, sobre recorridos, excesivos inventarios de productos en procesos, entre otras. Con el fin de buscar soluciones a los



desperdicios presentados se utilizó el método de halado para reorganizar actividades de las área de costura, se diseñaron dispositivos como facilidades a los procesos de fabricación y por medio de la aplicación de la gerencia visual se estandarizó el trabajo de unir piezas en el área de costura. Las mejoras permiten aumentar la producción y reducir costos.

El estudio se relacionó con el trabajo de investigación debido a que en él se utilizan herramientas de la Ingeniería de Métodos como el Diagrama Espina de Pescado para el diagnóstico de la situación inicial de la empresa. Adicionalmente se relacionó en la generación de propuestas de mejoras para las líneas de producción con el fin de incrementar la capacidad de producción de la empresa.

Cordero y Villalobo (2008), realizaron un estudio en la empresa SNACKS AMERICA LATINA S.R.L, donde seleccionaron la línea de Extruidos Blandos como objeto de estudio, por presentar mayores oportunidades de mejora. Los principales problemas presentes en el proceso están referidos a un tiempo de ocio que supera el 50% de la jornada laboral y la aplicación de métodos de trabajo inadecuados, los cuales hacen que el desempeño de los operarios no fuese el más óptimo. Para hacer el análisis de la situación inicial de la línea de Extruidos Blandos utilizaron la metodología ESIDE, con la cual determinaron las causas raíces de los problemas. Luego procedieron al desarrollo y evaluación económica de propuestas de mejora como planes de mantenimiento preventivo, aplicación de 5´S, entre otras.

Este trabajo sirvió de guía para la aplicación de la metodología ESIDE. Adicionalmente otorgó conocimiento y sirvió de apoyo para el desarrollo de propuestas de mejoras a una línea de producción.



Hurtado (2008), tiene como objetivo en su investigación presentar un conjunto de mejoras para la planta de No Cítricos de la empresa Corporación INLACA C.A., con el fin de incrementar la productividad de las líneas mediante la automatización de los procesos, reducción de los tiempos de producción, mejoramiento de los puestos de trabajo, etc. En un principio en la etapa de análisis se plantea el proyecto como investigación descriptiva. Luego se desarrolla como un tipo de investigación de proyecto factible, debido a la propuesta de soluciones o mejoras viables al proceso de fabricación. Con la implementación de las propuestas se logra reducir los tiempos de manufactura, las pérdidas en el proceso de obtención de pulpa, lograr incrementos en el rendimiento del proceso de obtención de pulpas y reducción de los tiempos de preparación, todo esto logrando un incremento de la producción en un 25 %.

Este trabajo sirvió de referencia en cuanto al establecimiento del tipo de investigación del proyecto en sus diferentes etapas o fases. Adicionalmente proporcionó información sobre la aplicación de herramientas de Ingeniería de Métodos para el incremento de la productividad, la identificación y control de puntos críticos en el proceso de producción.

BASES TEÓRICAS

Metodología de Eliminación Sistémica de Desperdicios (ESIDE):

De acuerdo a Ortiz, Illada, Sira y Barrios (2008) la metodología ESIDE es:



Una herramienta de aplicación sistemática que busca la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicio, el cual puede estar presente en cualquier actividad.

El sistema de producción Toyota, la filosofía Kayzen y la filosofía Lean Manufacturing comparten este enfoque de eliminación de desperdicios, por estos representar costos improductivos. Los desperdicios se enmarcan principalmente como exceso de producción, tiempo de ocio, transporte, procesamiento, inventarios, fabricación de productos defectuosos, movimientos y demoras.

La herramienta ESIDE consta de diez pasos de aplicación que se presentan a continuación:

- Paso 1: Elegir el sistema seleccionado.
- Paso 2: Recolectar y organizar la información.
- Paso 3: Decidir el alcance del estudio.
- Paso 4: Identificar los desperdicios presentes
- Paso 5: Cuantificar los desperdicios.
- Paso 6: Analizar los Desperdicios.
- Paso 7: Diseñar y seleccionar soluciones.
- Paso 8: Evaluar el Impacto de las soluciones en el sistema.
- Paso 9: Planificar para la acción-control.
- Paso 10: Implementar y controlar las soluciones (mejora continua).

Para el caso en estudio se aplicó el paso nº 6, conocido comúnmente como los cinco ¿Por qué?. La herramienta permite el análisis de los desperdicios y tiene como objetivo determinar las causas de los mismos.



Ortiz, Illada, Sira y Barrios (2008), establecen que la aplicación del paso nº 6 de la metodología no es más que la “Respuesta a la pregunta repetitiva ¿Por qué?, hasta llegar a la causa raíz o las causas raíces del desperdicio identificado. Es importante observar que un desperdicio puede tener varias causas colaterales por lo que no necesariamente el análisis es lineal”

Kaizen

Masaaki Imai fue el primero en recopilar información y reunir en sus libros las primeras ideas de la filosofía japonesa de Kaizen.

Masaaki Imai (1998) establece que:

En japonés, Kaizen significa mejoramiento continuo. La palabra implica mejoramiento que involucra a todas las personas, tanto los gerentes como trabajadores, y que ocasiona un gasto relativamente pequeño. Aunque los mejoramientos bajo kaizen son pequeños e incrementales, el proceso kaizen origina resultados dramáticos a través del tiempo.

Meyers, Matthew y Enriquez (2006) definen al Kaizen como:

Una herramienta efectiva que puede aplicarse con facilidad a aspectos diferentes de la empresa. Kaizen es la palabra japonesa para mejora constante o continua. El elemento principal de Kaizen es la gente involucrada en el proceso de mejora. Kaizen incluye a todos los niveles de la organización y requiere la participación de todos los empleados.



De acuerdo a la consultora Grupo Kaizen (2007) existen tres actividades kaizen, como lo son:

La estandarización, las 5´S y la eliminación de la muda (desperdicio). La estandarización, la eliminación de la muda y las 5´S son fáciles de comprender e implementar, no requiriendo tecnologías o conocimientos complejos. Cualquier gerente, supervisor o empleado puede comprender y aplicar satisfactoriamente estas actividades de sentido común y bajo costo. La cuestión fundamental es formar la autodisciplina necesaria para mantenerlas.

5´S

El sistema de las 5´S establece de acuerdo a Amaro (2006):

Una cultura enfocada en crear un medio ambiente de trabajo limpio, organizado y seguro. Sin embargo los procesos de 5´S trabajados adecuadamente van más allá de una simple limpieza. Sirven para mejorar la eficiencia de las operaciones, reducir distintas formas de desperdicios y mejorar la satisfacción del empleado en su trabajo. Un área de trabajo limpia y organizada es la clave para una iniciativa orientada al *Lean*.

Al usar el sistema de 5´S rápidamente puede lograr un área de trabajo organizada, establecer estándares en los métodos de trabajo y crear un sentido de disciplina para mantener los resultados.

Es importante acotar que Imai Masaaki (1998) en su publicación *Cómo Implementar El Kaizen en el Sitio de Trabajo*, define las 5 S como una:



Lista de verificación para un buen mantenimiento de la empresa (housekeeping), a fin de lograr un mayor orden, eficiencia y disciplina en el lugar de trabajo. Se deriva de las palabras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shituke y se adoptan para los equivalentes en ingles de sort (separar), straighten (ordenar), scrup (limpiar), systematize (sistematizar) y standardize (estandarizar, hacer rutinario).

Adicionalmente Imai Masaaki establece que los métodos de las 5´S pueden organizarse de la siguiente forma:

- Seiri (descartar las cosas innecesarias): todas las cosas del gemba (ver glosario) deben estar allí si, y solamente si se necesitan ahora o se utilizarán en el futuro inmediato.
- Seiton (poner en orden las cosas que pertenecen): En gemba todas las cosas deben estar en el lugar que les corresponde, listas para ser usadas cuando se necesiten. Todo debe tener un lugar específico, y debe colocarse allí.
- Seiso (limpieza completa del equipo y del área): se determina la limpieza de los equipos, los pisos y las paredes, lo que permitirá detectar anomalías en los equipos, ya que, cuando se práctica el seiso, estas anomalías se hacen evidentes rápidamente.
- Seiketsu (mantenerse limpio y trabajar diariamente en los tres ítems anteriores): verificar principalmente que los empleados utilicen ropa de trabajo apropiada, lentes de seguridad, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. Como parte de la rutina diaria deben continuar trabajando en el seiri, seiton y seiso.



- Shitsuke (autodisciplina): deben especificarse los deberes de las 5 S de cada individuo y se deben establecer estándares de trabajo. Como medio para fomentar la autodisciplina la gerencia puede pedir a los trabajadores antes de marcharse a casa que registren datos sobre sus deberes y los estándares de trabajo en hojas de verificación y gráficos.

Poka Yoke

Es un sistema de prevención e inspección desarrollado por el ingeniero japonés Shigeo Shingo, cuya finalidad es evitar e impedir errores en los procesos de producción, además de garantizar la seguridad de los usuarios de cualquier maquinaria, proceso o procedimiento de manera de evitar accidentes de cualquier tipo, a través de la introducción de dispositivos a los equipos, maquinarias y herramientas de los procesos de producción.

Según Alonso y Alonso (1998) se trata de:

Un dispositivo elemental que impide que se cometa un determinado error empleando para ello ideas muy simples. La gran ventaja del poka yoke es que no requiere atención para evitar el defecto. Como palabra clave hay que subrayar sencillo, por lo que un poka yoke no se constituye nunca con robots o rayos laser y automático, es decir, sin la necesidad de prestar atención es imposible que se produzca el defecto.

Los poka yokes pueden ser aplicados en infinidad de procesos y situaciones de la industria. Resultan muy eficaces para evitar errores por despiste o falta de atención en tareas repetitivas y monótonas.



Gerencia Visual

Es una herramienta kaizen utilizada en el gemba de los procesos de producción.

Masaaki Imai (1998) plantea que:

La gerencia visual es un poderoso instrumento para motivar al personal del gemba hacia el logro de metas gerenciales. Este instrumento proporciona muchas oportunidades para que los trabajadores refuercen su propio desempeño a través de la exhibición de los objetivos alcanzados y del progreso logrado en el avance hacia los objetivos.

Adicionalmente Masaaki Imai (1998) expone que:

La exhibición de estándares de trabajo en frente de la estación de trabajo es gerencia visual. Estos estándares de trabajo no sólo recuerdan al trabajador la forma correcta de realizar el trabajo, sino algo más importante, permiten al gerente determinar si el trabajo se está realizando de conformidad con los estándares.

Por otro lado la consultora, The Manufacturing Edge (2003) define que la gerencia visual es:

Una herramienta de mejora continua cuya intención es que todo lugar de trabajo esté equipado con señales, etiquetas, códigos de identificación de colores, etc. de tal forma que cualquier persona poco familiarizada con el proceso, en cuestión de minutos, sepa que es lo que está pasando, entienda el proceso, y saber que se está haciendo correctamente y que está fuera de lugar. Hay dos tipos de aplicaciones para la gerencia visual: visualizaciones y controles visuales.



Las visualizaciones y los controles visuales son:

- Las visualizaciones se refieren a la información y los datos del desempeño de la producción para operarios en el área. Por ejemplo: gráficos que muestran los ingresos mensuales de la empresa o un gráfico que representa un determinado problema de calidad que los miembros del equipo de trabajo deben estar conscientes de su existencia. Todo esto en contraste a las reglas de trabajos clásicas que dictan que la data de desempeño debía ser retenida como secretos de la gerencia, para sólo ser utilizada por los gerentes.
- Los controles visuales tienen la finalidad de controlar o guiar las actividades de los miembros del grupo de trabajo. Ejemplos de controles son señales de stop, señales de prohibición de fumar, señales auditivas, luces indicadoras, etc. Transmitir información a través de controles permite que la producción se lleve a cabo de forma eficiente y segura. Además permiten expresar la información de forma que sea entendida de manera rápida por todo el mundo.

GLOSARIO

Carga: se refiere a los pigmentos tanto principales como extendedores (adiciones) que son agregados durante el proceso de preparación de la pintura.



Desperdicio: es cualquier cosa diferente a la cantidad mínima de tiempo de la gente, materiales, máquinas, equipos, herramientas, espacio y gastos que son absolutamente necesarios para agregar valor al producto o servicio.

Diagrama Causa-Efecto: diagrama originalmente desarrollado por el profesor Kaoru Ishikawa para mostrar las causas (proceso) y el efecto (resultado). El diagrama se utiliza para determinar la(s) causa(s) real(es), y es una de las siete herramientas básicas para la solución de problemas.

Envasado: es la operación de vaciar los productos fabricados y aprobados, en diferentes tipos de presentación (envases), de acuerdo a los planes de producción, para ser comercializados posteriormente.

Estandarización: la estandarización es una de las tres bases de las actividades gamba kaizen, y significa la documentación de la mejor forma de realizar el trabajo.

Gamba: palabra japonesa que significa “lugar real”, ahora adaptada en la terminología gerencial para referirse al “lugar de trabajo”, o aquel lugar donde se agrega valor. En manufactura, por lo general se refiere a la zona de producción.

Lead Time: es el tiempo total que transcurre desde que se genera la orden de fabricación hasta que el producto alcanza el estado de terminado o finalizado.



Lote (Batch): es la cantidad de pintura que se procesa de acuerdo a lo estipulado en la orden de producción.

Muda: palabra japonesa que significa “desperdicio” que, cuando se aplica a la administración del lugar de trabajo, se refiere a una amplia gama de actividades que no agregan valor.

Orden de Producción: es el documento que contiene las instrucciones de fabricación de un producto en planta.

Pigmentos: son partículas sólidas, insolubles en solventes, que se incorporan a la pintura para proporcionarle color y opacidad.

Pintura: Es un líquido compuesto por una mezcla de resinas, solventes, aditivos y pigmentos, que luego de ser aplicados sobre una superficie y al evaporarse sus solventes, seca y endurece, formando una película fina y sólida, la película de la pintura cumple dos funciones importantes, protección y decoración, la primera de estas quizás la más importante, debido a que cumple con la función de proteger a la superficie sobre la cual se aplica de; oxidación y de la acción de factores ambientales. La segunda tiene como objetivo el embellecimiento de la superficie sobre la cual se aplica.

Resina: es un polímero de alto peso molecular obtenido por la reacción entre 2 o más sustancias (generalmente orgánicas), mediante la aplicación de calor y por medio de un catalizador. Las resinas se elaboran generalmente con una resina de tipo natural como la colofonía o aceites secantes tales como el aceite de linaza o el aceite de semilla de algodón;



o una resina plástica sintética como lo es metacrilato de metilo, poliuretano y cloruro de polivinilo.

Solvente: se utilizan para disolver la resina de la pintura, y además controlar la consistencia o viscosidad al valor adecuado en función del método de aplicación de la pintura (brocha, rodillo o pistola). Afectan el secamiento, adherencia y durabilidad de la pintura.

Tiempo de Preparación: es el tiempo que se emplea en la búsqueda de material, herramientas y ajustes de las máquinas, incluyendo la instalación y desmontaje de piezas.

Viscosidad: es la propiedad que tiene un fluido de ofrecer resistencia al flujo, indicando el grado de fluidez de la misma. En todos los viscosímetros valores altos indican menor fluidez.



MARCO METODOLÓGICO

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene un enfoque metodológico de naturaleza Descriptiva, debido a que se analizó la situación que presentaba la línea en estudio, además de identificar las características y las variables de interés de la misma.

Sabino (1994) define que “las investigaciones descriptivas proponen conocer grupos homogéneos de fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. No se ocupan, pues, de la verificación de hipótesis, sino de la descripción de hechos a partir de un criterio o modelo teórico definido previamente”.

Por otro lado, la investigación también es de tipo proyecto factible debido a que durante el desarrollo de la misma, se propusieron mejoras a una línea de pinturas presentando alternativas que permitan aumentar la producción del proceso.

El manual de trabajos de grado de la UPEL (2006) define que un proyecto tipo factible consiste en:

La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta, de un modelo operativo viable para la solución de problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.



Un proyecto Factible comprende un conjunto de etapas, que el manual de la UPEL (1998) establece como: “diagnostico, planteamiento y fundamentación teórica de las propuestas, procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis y conclusión sobre su viabilidad y realización del Proyecto”.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Las investigaciones con diseño de campo, de acuerdo al manual de la UPEL (2006) comprenden: “El análisis sistemático de problemas de la realidad con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia”.

Por otro lado Sabino (1992) establece que los diseños de campo: “Son los que se basan en informaciones o datos primarios, obtenidos directamente de la realidad”.

Por tanto es posible categorizar el proyecto como una investigación con diseño de campo, en función al tipo de datos levantados y al análisis sistemático que se realizó en la línea de fabricación de pinturas para reacabado automotriz.

UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio está representada por la línea de fabricación de pintura automotriz dirigida al mercado de re acabados en presentaciones de galones y cuartos de galones.



TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Según su procedencia, los datos pueden dividirse en primarios y secundarios.

Fuentes primarias: El investigador para obtener información de fuente primaria definió que técnicas utilizar para su recolección, y construyó los instrumentos que le permitieron obtenerla del sistema en estudio.

Sabino (1992) define que “un instrumento de recolección de información, es cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”.

Las técnicas de recolección de información que utilizadas fueron la observación directa y las entrevistas no estructuradas de forma de tener contacto directo con las personas involucradas en el área problemática en estudio.

La observación directa según Tamayo y Tamayo (2001) “es la más común de las técnicas de investigación; y es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”.

Sabino (1992) acota que “la observación consiste en el uso sistemático de los sentidos orientados a la captación de la realidad en estudio. El uso de los sentidos es una fuente inagotable de datos, tanto para la actividad científica como para la vida práctica”.



La entrevista a los operarios de la línea y al personal del área suministró datos valiosos para el presente estudio. Tamayo y Tamayo (2001) establece que “la entrevista al igual que la observación, es de uso bastante común en la investigación de campo, buena parte de los datos obtenidos se logran por entrevistas”.

Sabino (1992) define que la entrevista consiste en “una interacción entre dos personas, una de las cuales (el investigador) formula determinadas preguntas relativas al tema en estudio, mientras la otra (el investigado) proporciona verbalmente o por escrito la información que le es solicitada”.

Fuentes secundarias: Las fuentes secundarias de información, según Tamayo y Tamayo (1999), “son registros escritos que proceden también de un contacto con la práctica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores”.

En el proyecto se utilizaron fuentes de información secundaria, como: libros de texto, trabajos de grado, textos especializados, páginas de internet y la información propia de la empresa como documentos, manuales y registros históricos tanto de tiempo como de métodos de trabajo.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Fase I: Describir la situación actual del proceso de producción de la línea de pinturas para reacabado automotriz.



La primera fase comprendió el estudio de la situación actual de la línea de producción de pinturas para el mercado de reacabados, para lo cual se recopiló información mediante la observación directa, entrevistas no estructuradas al personal de la línea y revisión de los registros históricos manejados por la empresa, con lo que se:

- ✓ Obtuvo toda la información referida al proceso de producción y productos en la línea de pinturas para reacabado.
- ✓ Se determinó en el área en estudio las herramientas, materiales y equipos involucrados en el proceso.
- ✓ Se determinó los métodos de trabajo de los operarios en el área en cuestión.

Fase II: Diagnosticar la situación actual para identificar las actividades que agregan y no agregan valor al proceso de producción.

Se realizó un análisis crítico de la situación actual utilizando herramientas como el diagrama Causa-Efecto, la aplicación del paso nº 6 de la metodología ESIDE (los 5 ¿Por qué?) y la construcción de un Diagrama de Pareto de fallas.

En primer lugar se utilizó el Diagrama Causa-Efecto para identificar los desperdicios que generan variabilidad en la capacidad de producción de la línea de pinturas para reacabado automotriz. Para su construcción se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Se observaron las actividades que se realizan en el área.



- ✓ Se ordenó y seleccionó la información pertinente.
- ✓ Se analizó la información e identificó los problemas presentes en la línea.
- ✓ Se seleccionaron las categorías de agrupación y clasificación de las causas del problema estudiado.

Una vez identificadas las causas de los desperdicios, se procedió a su análisis empleando el paso nº 6 de la metodología ESIDE-10, el cual consiste en la aplicación repetida de la pregunta ¿Por qué?, hasta que se determinó la causa raíz fuente de desperdicio en el proceso.

Adicionalmente a partir de los registros históricos de la empresa sobre las fuentes de las paradas de la línea se construyó un Diagrama de Pareto de fallas con lo que se identificó las fallas que deben ser atacadas primordialmente.

Fase III: Presentar propuestas de mejoras para la línea de pintura para reacabado automotriz.

- ✓ Se diseñaron propuestas que permiten mejorar las condiciones actuales de los métodos de trabajo, equipos, herramientas y condiciones de orden y limpieza del área de trabajo. Estas están enfocadas a la eliminación y reducción de actividades que no agregan valor al producto. Se usaron herramientas de mejora continua como implementar poka jokes, aplicación de las 5's y de la gerencia visual.



Fase IV: Evaluar la factibilidad económica de las propuestas de mejora.

- ✓ Las propuestas de mejoras diseñadas se evaluaron económicamente haciendo uso del tiempo de pago (TP). Este es un modelo de evaluación que mide el tiempo requerido para que los flujos monetarios netos recuperen la inversión inicial a una tasa mínima de rendimiento igual a cero, es decir, sirvió para determinar cuán rápido se recupera la inversión de capital.



DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La descripción de la situación actual abarca el estudio de las condiciones en las que se encuentra el área de estudio, referido específicamente a los productos que realizan, materia prima, equipos y herramientas utilizados, actividades y métodos de trabajo empleados por los operadores.

Descripción del Proceso de Producción de Pintura

El proceso de producción de pinturas automotrices para el mercado de reacabado, se puede estratificar en 5 etapas principales, las cuales son:

- Carga de Materiales a Tanques Portátiles.
- Mezcla del Producto.
- Evaluación de Calidad.
- Etiquetado de Envases.
- Llenado de Latas.
- Encajonado y Paletizado.

La etapa de *Carga de Materia Prima a los Tanques Portátiles* se inicia con la solicitud de materiales contenidos en tambores a los montacarguistas y además de la ubicación del tanque portátil a ser cargado, cuyas capacidades oscilan de 150 a 250 galones. La selección del tanque estará en función del tamaño del lote a procesar. Luego de seleccionado el tanque y verificada su limpieza se procede a ser colocado sobre una balanza fija la cual permite dosificar los kilogramos de materiales indicados en la orden de producción. Los materiales pueden ser cargados manualmente (presentación en tambores) utilizando una señorita neumática, o pueden ser dosificados a través de redes de



tuberías que van desde los tanques de almacenamiento hacia el manifold de la línea, siendo vertidos en el tanque a través de mangueras dosificadoras. El vertido de materiales al tanque debe regirse de acuerdo a las fases indicadas en la orden de producción.

La Mezcla del Producto depende del tanque portátil que esté siendo utilizado. Si este posee motor incorporado, se mezcla la pintura en el área de la línea designada para esta actividad, en cambio si el tanque no posee motor, se lleva a cabo en estaciones que pueden ser estaciones rápidas ó estaciones lentas de mezclado. La velocidad y el tiempo de esta fase dependen de los requerimientos particulares del producto que está siendo fabricado, ya que, una velocidad y tiempo de mezclado dado establecen un equilibrio químico necesario entre los ingredientes componentes de la pintura.

Una vez concluido el tiempo de mezcla se llevan a cabo *Evaluaciones de Calidad*. Para ello un técnico del laboratorio toma una muestra de la pintura para la verificación de su composición, viscosidad y limpieza, de forma de determinar si cumple con los estándares mínimos de calidad exigidos por los clientes. En caso de que se detecte cualquier irregularidad en el producto que impida el cumplimiento de las especificaciones de calidad, el técnico de laboratorio autoriza la realización adiciones de materiales que permitan que la pintura llegue a un estado de aceptación que cumpla con los estándares preestablecidos. Por el contrario, si el producto cumple con todas las especificaciones de calidad evaluadas por el laboratorio se procederá a iniciar la etapa de filtrado de la pintura.

En paralelo a la mezcla y a las evaluaciones de calidad, se lleva a cabo el *Etiquetado de Envases* de acuerdo con las indicaciones de la orden de producción. El proceso de etiquetado de latas se lleva a cabo en un área



ubicada fuera de la línea en estudio, específicamente se realiza en el departamento de etiquetado de la planta. Esta es una actividad común y compartida con otras líneas de producción. Se inicia con la búsqueda de las etiquetas y de las cajas con latas en el almacén de envases, tapas y etiquetas para son trasladadas al departamento de etiquetado. Las etiquetas deben estar pre-impresas, debido a que cuando la orden de producción llega a la línea de producción se emite una orden de impresión de etiquetas para el lote en cuestión. Dos miembros de la línea realizan la puesta a punto de la etiquetadora, y etiquetan los envases de galones y de cuarto de galones, de acuerdo a la presentación del producto a envasar, los cuales se vuelven a encajar y son trasladados en zorras hidráulicas a la línea de producción, para posteriormente ser llenados de producto. En sí, el etiquetado consiste en aplicar una pequeña porción de pega sobre la lata a la cual se le adhiere la etiqueta, se enrolla y es sellada con otra porción de pega al extremo de la misma. Una variable importantísima en esta etapa es la calidad del etiquetado, ya que, si no es uniforme genera mal acabado superficial al producto terminado, requiriendo un re-etiquetado del envase para subsanar la situación.

Para iniciar el *Llenado de Envases* se debe filtrar la pintura paralelamente a la descarga del tanque. Durante la descarga del tanque su contenido pasa a través de un sistema de tuberías interconectadas con una manga filtrante que tiene la finalidad de eliminar sólidos y partículas extrañas garantizando así la limpieza del producto a ser envasado, luego pasa a través de una llenadora que dosifica la pintura a envases metálicos previamente etiquetados de acuerdo al volumen de llenado requerido en la orden de producción para luego los envases ser acumulados en una mesa giratoria. El primer envase llenado se debe llevar al laboratorio de calidad antes de descargar el resto del tanque para que la orden de producción reciba la última aprobación antes de ser



envasada, en caso de no ser aprobada, se deben hacer los cambios que el técnico de laboratorio indique en la receta original de la pintura o en el tipo de manga filtrante siendo utilizada.

La última etapa se refiere al *Encajonado y Paletizado del Producto Terminado*, para ello los operarios toman los envases de la mesa acumuladora y los agrupan en cajas. Si se trata del encajonado de galones son grupos de 4 latas por caja, y en el caso de cuartos de galones son grupos de 6 latas por caja. Antes de iniciar el proceso de encajonado, específicamente en paralelo al etiquetado de envases, un operario de la línea se dirige a la oficina de impresión donde genera un estencil con la información del producto y del lote que será procesado, con el cual identifican manualmente caja por caja. Una vez que se han acumulado latas en la mesa giratoria, dos operarios inician el encajonado sellando con pega blanca la cara inferior de una caja, luego colocan las latas dentro de la misma y por último, sellan con pega blanca la cara superior de la caja completada y se paletizan para luego ser transferidos al almacén de productos terminados. El paletizado lo realizan los operarios de forma manual.

Para una comprensión visual de lo anteriormente explicado véase la figura N°3:

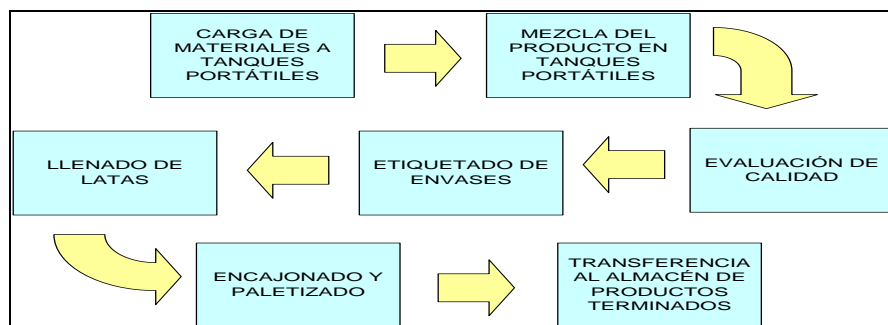


Figura N° 3. Diagrama de Bloque del Proceso de Producción



Producto

Las pinturas automotrices para reacabado se dividen en tres tipos de productos en dos presentaciones cada uno. Estos tres tipos o líneas de productos son capaces de satisfacer distintas necesidades de los clientes cuando se trata de recubrimientos. Por motivos de confidencialidad, se nombrarán a estos tipos de productos como A, B y C, siendo el producto A el de las características más exigentes en cuanto a durabilidad, cubrimiento, rendimiento y resistencia, los de las clases B y C van descendiendo en esas características.

Las pinturas para reacabado automotriz se fabrican en una gran gama de colores como: amarillo, azul, negro, verde, rojo, aluminio, oro, naranja, etc, y con variantes características de cada color de acuerdo a la marca.

En el parque automotor existe gran variedad de vehículos de diferentes marcas, modelos y años, todos variando en colores y tonalidades de su latonería, por lo que las pinturas para reacabado automotriz no son un producto que el cliente aplica directamente de la lata a la latonería del vehículo, más bien son tintas que el mecánico utiliza y mezcla con otras tintas y solventes hasta obtener el color que necesita. No es factible fabricar las pinturas para todos los colores de latonería existentes en el mercado.

Materia Prima:

La materia prima utilizada en el proceso de producción de las pinturas automotrices para el mercado de reacabado es:

- ✓ Resina (Vehículo No Volátil).



- ✓ Solvente (Vehículo Volátil).
- ✓ Pigmento.
- ✓ Aditivo.
- ✓ Bases.

Resinas:

Se denomina resina a un alto polímero resultante de la reacción química de dos o más sustancias, generalmente en presencia de catalizador o calor. La resina es el componente formador de película por lo tanto es el vehículo en las dispersiones; ésta retiene el pigmento en forma líquida y es la responsable de la mayoría de las propiedades de la capa de pintura; entre las cuales se pueden mencionar: adhesión, brillo, dureza, flexibilidad, resistencia al impacto, tiempo de secado, extensibilidad de la película, entre otras. Las resinas en su mayoría son consideradas productos intermedios debido a que gran parte de ellas son manufacturadas en el área de resinas de la planta.

Solventes:

Son líquidos orgánicos volátiles; todos los solventes utilizados en el proceso son de carácter inflamable y tienen como función básica disolver las resinas; estos son utilizados para ajustar la viscosidad de las pinturas a valores adecuados para facilitar su aplicación y regular en cierto grado el secado de la misma. Los solventes también influyen sobre algunas propiedades del producto; tales como: flexibilidad, dureza, conductividad eléctrica, estabilidad, fluidez, brillo y apariencia final de la pintura.



Pigmentos:

Son partículas sólidas las cuales pueden ser esféricas, planas, amorfas o en forma de aguja y son insolubles en el vehículo líquido, estas partículas se incorporan a la pintura para proporcionarle color y/u opacidad. Los pigmentos también tienen su influencia sobre: el carácter protector de la pintura, brillo, apariencia, resistencia al medio ambiente, viscosidad, conductividad eléctrica, estabilidad, poder de recubrimiento y resistencia a la abrasión. El tamaño y la forma de estas partículas es punto importante debido a que el tamaño afecta la propiedad de cubrimiento mientras que la forma afecta la intensidad del color de la pintura.

Aditivos:

Los aditivos son compuestos químicos que se incorporan a la pintura en cantidades relativamente pequeñas (concentración menor al 2%) para mejorar la calidad final del producto, velocidad de producción, tiempo de secado, acciones preventivas. Entre los aditivos más importantes se pueden mencionar: Agentes Antipiel, Agentes Antisedimentantes, Agentes Dispersantes, Secantes, Espesantes, Antiespumantes y Humectantes, entre otros.

Bases:

Las bases son pastas molidas y dispersas resultantes de procesos de dispersión de pinturas. Los procesos de dispersión se definen como la separación de aglomerados de pigmentos en suspensiones estables de partículas primarias (pigmentos) en resinas, que poseen las propiedades



físicas y químicas requeridas y que permite que las partículas se mantengan en suspensión. Las bases se obtienen en molinos de bolas, y se determina que la base esta lista cuando esta alcance la molienda requerida de acuerdo a las especificaciones pautadas por el Laboratorio de Calidad.

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

EQUIPOS.

TANQUES PORTÁTILES

Son recipientes de forma cilíndrica, elaborados en acero que son utilizados para almacenar, procesar y trasladar pintura. Los tanques portátiles disponibles para la preparación de pintura para reacabado tienen capacidad de carga desde 150 galones hasta 250 galones que son utilizados dependiendo del tamaño del lote a fabricar. La boca de carga se encuentra en la parte superior lateral. Estos tanques poseen un agitador fijo interno. Los tanques de 150 galones tienen la peculiaridad de poseer 3 ruedas integradas a su base lo que les permite tener movilidad, sin la necesidad de utilizar equipos de manejo de materiales. A diferencia de los tanques de 250 galones que no poseen ruedas y se movilizan por medio de la utilización de una zorra eléctrica.

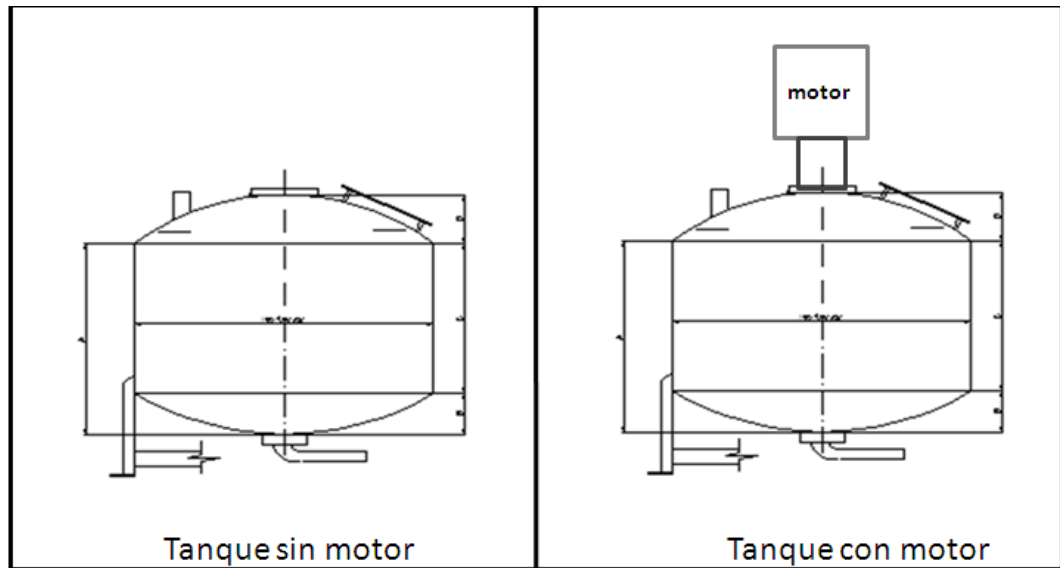


Figura N° 4. Tipos de tanques.

Tabla N° 1. Tanques Portátiles de la Línea

Tanque Portátil	Capacidad	Tanque Con Motor	Tanque Sin Motor	Usos
T-1	150	X		Aluminios
T-2	150	X		Pigmentados
T-3	150	X		Pigmentados
T-4	150		X	Blancos - Grises
T-5	250	X		Pigmentados
T-6	250		X	Pigmentados
T-7	250		X	Aluminios
T-8	250	X		Pigmentados
T-9	150	X		Aluminios



Continuación Tabla N° 1.

T-10	150		X	Pigmentados
T-11	150		X	Pigmentados
T-12	150		X	Pigmentados

Fuente: Pinto, I (2009).

Los tanques sin motor propio utilizan estaciones de mezcla. La línea utiliza las estaciones 1 y 3 para mezclado rápido, y la estación 2 para mezclado lento. La utilización de unas u otras dependerá de los requerimientos del producto a elaborar.

ETIQUETADORA

Es el equipo que se encarga del etiquetado de envases en presentaciones de galones y cuartos de galones, que posteriormente son llenados, tapados y encajados.

El operador alimenta los envases al equipo, y estos se desplazan a lo largo de la etiquetadora entrando en contacto con pegamento lo que permite la fijación de la etiqueta al envase, en la posición adecuada.



Figura N° 5. Etiquetadora

LLENADORA

Es el equipo utilizado para dosificar pintura de acuerdo al volumen del envase requerido para ser llenado. Ésta puede ser operada de forma automática o semiautomática, trabajando en conjunto con una bomba y un pistón de llenado. Los envases llenados se trasladan a través de una banda transportadora, hasta la tapadora de envases. La alimentación de tapas se realiza de forma completamente manual.



Figura N° 6. Llenadora



MONTACARGAS

Equipo que sirve para subir, bajar y trasladar las paletas con producto a través de la planta. Su uso hace más rápido y efectivo el trabajo de carga y descarga de los productos, así como también de su ubicación dentro de la planta. Su máxima capacidad es de 1800 kg.



Figura N° 7. Montacargas

BALANZA ELECTRÓNICA

Instrumento digital que sirve para pesar, o más exactamente para medir la cantidad de material que se agrega al tanque portátil durante la carga y fraccionamiento de materiales. Tiene como capacidad máxima 2.500 Kg.

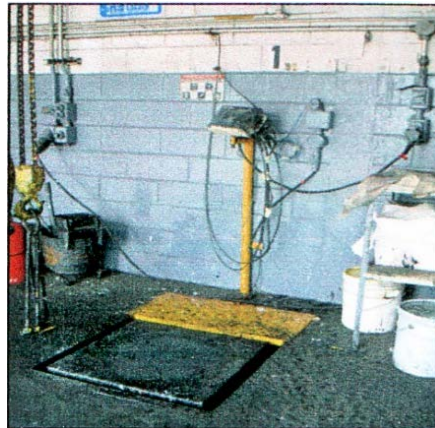


Figura N° 8. Balanza electrónica

MESA GIRATORIA

Es un equipo mecánico cuya superficie gira y tiene la función de acumular latas de producto terminado para que sean tomados por los operarios y sean encajonados. Tiene la característica de impedir la acumulación de latas en un solo lugar, porque gira de forma constante.



Figura N° 9. Mesa giratoria.

MANIFOLD

Se utiliza para distribuir por la línea los materiales elaborados en la planta, tales como resinas, solventes y bases. Tiene 3 tuberías de bases blancas, 4 de resinas y 6 de solventes; cada una con mangueras, tapa y seguros.

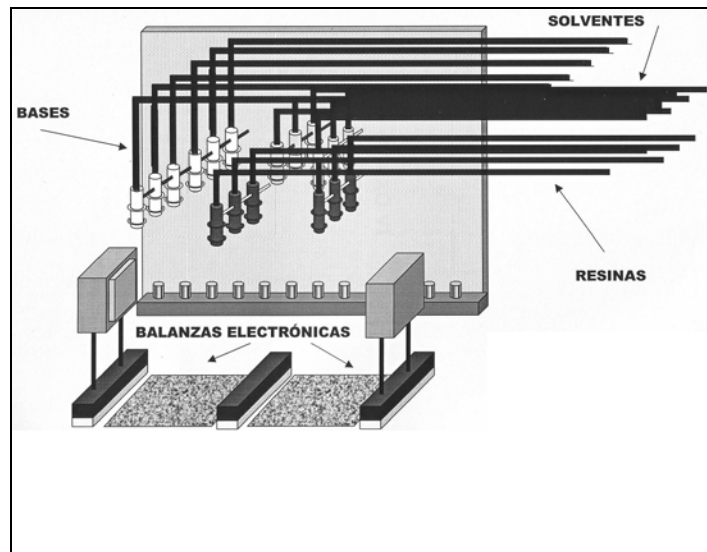


Figura N° 10. Manifold.

SEÑORITA

Se utiliza para pesar la materia prima que se va a cargar en los tanques portátiles. Tiene la capacidad máxima de 500 Kg. Funciona a través de un mecanismo neumático.



Figura N° 11. Señorita Neumática



HERRAMIENTAS

Para la realización de algunos procesos dentro de la línea se utilizan herramientas para realizar algún ajuste, puesta a punto o simple mantenimiento de algún equipo, y otras para facilitar el trabajo de los operarios, éstas son:

Destornillador (de paleta y de estrías): es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño.

Llave ajustable: Son herramientas manuales diseñadas para apretar y aflojar tornillos, con la particularidad de que pueden variar la apertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca.

Martillo de goma: es una herramienta utilizada para golpear un objetivo, causando su desplazamiento. Su uso más común es calzar partes.

Llaves tipo ALLEN: son utilizadas para realizar ajustes generales de las guías de la llenadora, y de la banda transportadora de envases de la llenadora, y para ajustar y desajustar tornillos de la misma.

Espátula: se utiliza para retirar cualquier desperdicio de pintura que quede sobre los equipos o en el área de trabajo.

Carrucha: se utiliza para transportar los tambores contenedores de materias primas desde el área de despacho hasta la señorita neumática.



Posee: Cuatro ruedas, un dispositivo para asegurar el tambor y fijarlo, frenos y dos pestañas para sostener el tambor.

Llave de tambores: es un dispositivo metálico diseñado, con extremo doble, que permite abrir las tapas de seguridad de los tambores tanto la principal, como la que funciona de respiradero.

Linterna: Se usa para rectificar la limpieza del tanque. Requiere de Tres pilas de 1.5 voltios, 2LP

Mangueras de Descarga: Se utiliza para descargar el producto del tanque, se conectan a la bomba de descarga y al tanque. Su longitud varía entre 1.40 m a 2.00 m. La presión máxima de trabajo es de 200psi.

Paletas: Se utiliza para facilitar el transporte de los materiales con el montacargas o zorras. Sus dimensiones son de 1m x 1m.

Zorras Hidráulicas: Se usa para el traslado de materiales sobre paletas. Su capacidad es de 2000 kg.

INSUMOS:

Mangas: Material poroso a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas. La porosidad depende del tipo de pintura a filtrar y de la granulometría del pigmento de la pintura que está siendo fabricada.



Envases: recipientes donde es trasegado el producto final, estos pueden venir en diferentes capacidades como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla N° 2. Tipos de Envases y Cajas

Producto.	Capacidad.
Envase cilíndrico con tapa Tipo 1	1 galón.
Envase cilíndrico con tapa Tipo 2	1/4 de galón.
Caja Tipo A.	Para 4 envases de 1galon.
Caja Tipo B.	Para 6 envases de 1/4 de galón.
Etiqueta Tipo 1.	Dimensiones: 18 cm x 53 cm
Etiqueta Tipo 2.	Dimensiones: 12 cm x 34,5 cm

Etiquetas: cinta rectangular envolvente de polipropileno perlado impresa en superficie de 6 colores. Sus dimensiones dependen del volumen del envase (ver tabla N° 2).

RECURSOS HUMANOS

La línea cuenta con un equipo de trabajo conformado por seis operarios, los cuales están especializados o preparados para asumir cualquiera de las actividades requeridas durante el proceso de producción. La jornada de trabajo que se encuentra el personal operativo de la línea es:

Primer turno: 6:00 a.m.-3:00 p.m. o segundo turno: 2:45 p.m.-10:45 p.m. Cada dos semanas que la línea opera en primer turno, la línea trabaja una semana durante segundo turno.



EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Con el fin de otorgar protección personal a los operarios al momento de realizar las actividades, la empresa tiene como política de obligatorio cumplimiento que el personal utilice equipos de seguridad personal de acuerdo de cada área de trabajo, siempre teniendo en cuenta las normas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas. En el área en estudio los operarios utilizan los siguientes implementos:

Casco de Seguridad: Su función es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos, también puede proteger de frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, eléctrico o térmica.

Botas de Seguridad: su función es proteger los pies de los operarios cuando estos trabajan con herramientas o materiales en caso de que estos puedan caer al suelo y lesionarlo.

Lentes de seguridad: se utilizan para proteger los ojos de los operarios en caso de que ciertas partículas salgan inesperadamente durante la realización de las operaciones y les lesione los ojos.

Respiradores: son mascarillas con filtros de cartuchos que se utilizan en áreas donde se manejan polvos, solventes, productos químicos o pinturas.

Guantes: los guantes se suministran para cuidar las manos. Se deben usar siempre el tipo de guantes adecuado para cada tipo de trabajo:

De cuero o de carnauba para el manejo de materiales, tambores o uso de herramientas.



Sintéticos para trabajar con pinturas, solventes o productos químicos.

ÁREAS DE TRABAJO

La línea de productos para reacabado automotriz consta de un área de 15,41m x 3,60 m aproximadamente, donde están presentes las áreas de carga, llenado y encajado de los productos. (Ver en el apéndice N° 1 la distribución del área de trabajo de la cual dispone la línea y en el apéndice N°2 la línea con respecto a toda la planta). Adicionalmente consta con un área de mezcla de 1,3m x 7,8m.

El proceso de esta área comienza en la balanza fija donde dos de los operarios fraccionan y cargan los materiales al tanque portátil. Luego se llevan los tanques al área de mezcla la cual depende del tipo de tanque (con o sin motor). Los tanques con motor se mezclan en la zona de mezclado de la línea y los que no poseen motor en las estaciones de mezcla de la planta. Luego una muestra del producto se lleva al laboratorio de calidad para verificar características del mismo.

Una vez que el producto es aprobado por el laboratorio se lleva el tanque a la línea y se coloca antes de la llenadora conectándolo al sistema de tuberías para proceder a su descarga. Durante la mezcla y la evaluación de calidad 3 de los operarios de la línea se dirigen al almacén de envases, tapas y cajas, y retiran la cantidad de cajas, tapas y latas que indica la orden de producción.



Luego 2 operarios llevan las latas al Departamento de Etiquetado para la adhesión de etiquetas a los envases, que luego son re-empacados y trasladados al área de la línea. El otro operario lleva las cajas a la línea para luego con un estencil que realiza en el área de impresión identificar las cajas con la información del producto. Una vez que se tienen tanto las cajas, latas y tapas en el área se procede a la descarga de la pintura del tanque en envases del volumen indicado en la orden de producción.

Una vez llenado los envases son tapados manualmente, y transferidos a la mesa acumuladora, de donde 2 operarios los toman y forman grupos que empacan y paletizan para luego transferirlos al almacén temporal de producto terminado. (Ver apéndice N° 3)



En este capítulo se presenta el análisis de la situación actual en la línea de pinturas para reacadado en presentaciones de galones y cuartos de galones, a través del uso en primer lugar de la herramienta del Diagrama de Ishikawa para identificar las fuentes de desperdicios y luego utilizar el paso nº 6 de la metodología ESIDE, la cual permite realizar el estudio crítico referente a las actividades en el proceso de manufactura, con el fin de determinar las causas raíces de los problemas.

Diagrama de Ishikawa:

En la línea de productos automotrices para el mercado de reacadado se hace necesario realizar un análisis exhaustivo con la finalidad de evaluar los factores que inciden en el bajo desempeño de la línea en cuanto a sus niveles de producción, para ello se utiliza como herramienta el Diagrama de Ishikawa (ver figura N° 13)

A partir de su aplicación se espera hallar los factores que puedan estar generando deficiencias en el proceso. Para su construcción se consideraron las categorías mano de obra, equipos y herramientas, materia prima, condiciones de trabajo, métodos de trabajo y las evaluaciones de calidad, como agentes que permiten clasificar y agrupar las causas que tienen gran impacto en el bajo nivel de producción, de forma de identificar las actividades que agregan y no agregan valor al mismo.

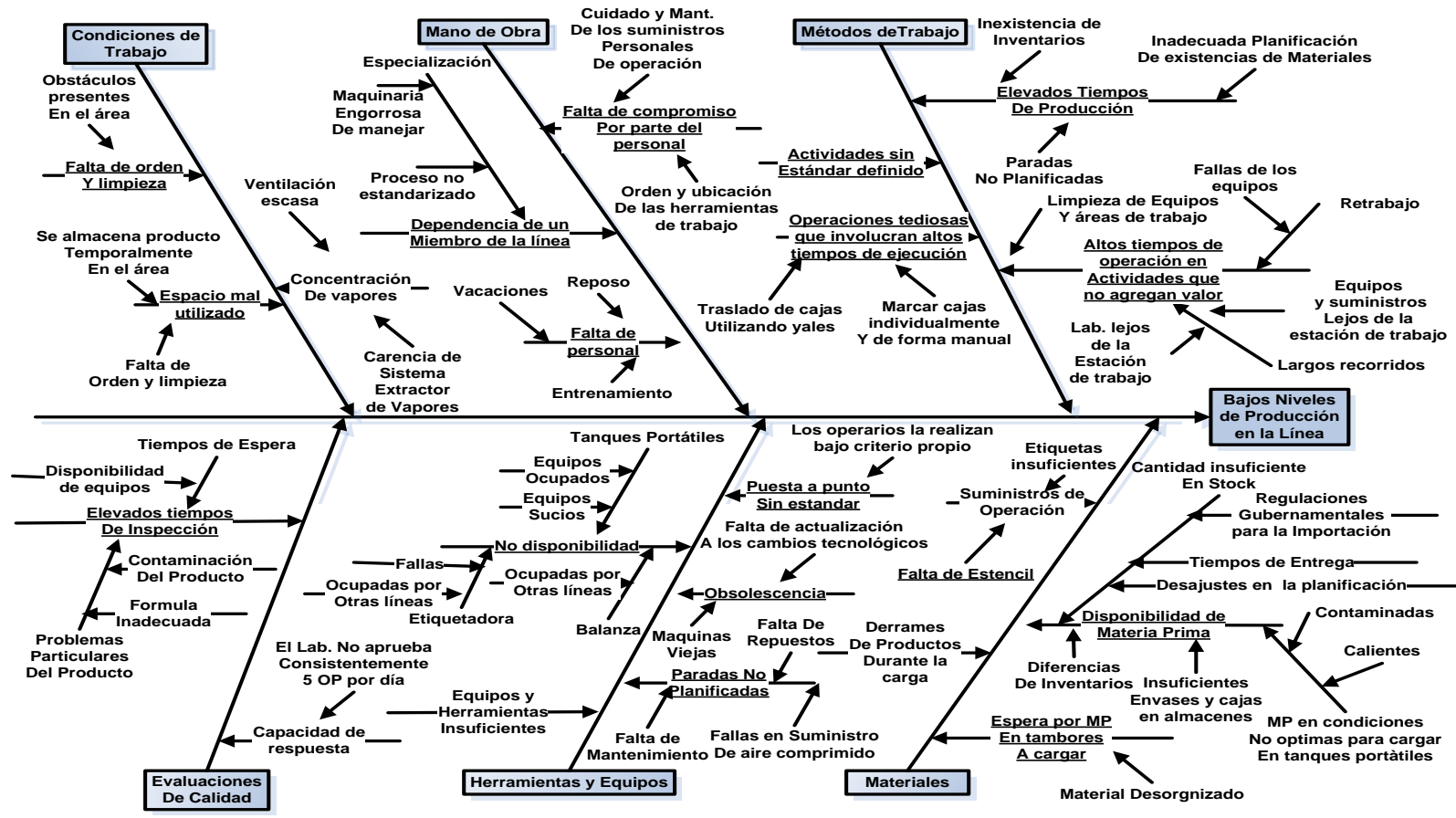


Figura Nº 12. Diagrama de Ishikawa



Los problemas obtenidos en el diagrama de Ishikawa de la línea 1, se analizan con la aplicación de la técnica de los 5 ¿Por qué?, de forma de determinar la causa raíz de los mismos y así poder proponer mejoras a las problemáticas.

5 ¿Por Qué?´s

Se va a utilizar esta herramienta para determinar la causa raíz de los problemas que fueron previamente identificados con la aplicación del Diagrama de Ishikawa. A continuación en la tabla N° 3 se muestra de forma sencilla y concreta la aplicación de la herramienta de los 5 ¿Por qué? Usando la forma N° 6 de la metodología ESIDE:



Tabla N° 3. Determinación de las Causas Raíces de los Problemas.

	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Tiempos Elevados de puesta a punto de los equipos cuando hay cambio de presentación (capacidad del envase)	Ineficiencia para calzar las rampas deslizadoras entre la llenadora y la mesa giratoria	Porque su calzado es a presión entre dos operarios, uno empuja la rampa y el otro la golpea con un martillo de goma hasta que calcen	Mal diseño de equipos y partes		
	Los operarios la realizan bajo criterio propio	No existe un método normalizado para realizar la puesta a punto	No hay información recopilada al respecto	No se han hecho estudios de Métodos de Trabajo en el Área	
Elevados tiempos de Operación	Paradas de producción no planificadas	Fallas en los equipos	Piezas dañadas	Falta de Mantenimiento	
		Esperas por Equipos ocupados por otras líneas	Las estaciones de mezcla ocupadas con tanques de otras líneas	Existen muchos tanques que requieren el uso de las estaciones de mezcla.	
			Se espera que la línea usando la etiquetadora termine de etiquetar los lotes de productos	Porque es el único equipo disponible para realizar etiquetado de envases	Porque la etiquetadora auxiliar tiene 6 meses parada por falta de mantenimiento
			La balanza electrónica son de uso común para varias líneas	Porque en la planta se disponen de 2 balanzas de 2.500 kg y una pequeña de 500 kg	



Continuación Tabla N° 3. Determinación de las Causas Raíces de los Problemas.

	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Elevados tiempos de Operación	Paradas de producción no planificadas	No se pueden cargar nuevos lotes de producto	Tanques ocupados con productos en proceso	Se espera la aprobación del producto por el Laboratorio de Calidad	Retrasos en la evaluaciones
				No se ha podido descargar el producto por falta de insumos (latas, cajas, etiquetas, estencil, etc)	Problemas con la reposición de insumos y entregas de proveedores
			Falta de aprobación de ordenes de producción para la carga	Falta de organización en el departamento de planificación de la producción	Quiebras de Inventario por falta de planificación
			No hay Disponibilidad de Materia Prima	Cantidad Insuficiente en Stock	Problemas con las Importaciones y las entregas de los proveedores
		Materia Prima intermedias en condiciones no adecuadas para ser cargadas a los tanques		MP calientes	
				MP contaminadas	
		Derrame de producto	Descuido del operario al manipular equipos y herramientas y envases de producto	No hay en el área instructivos de manipulación de materiales	



Continuación Tabla N° 3. Determinación de las Causas Raíces de los Problemas.

	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Espacio mal utilizado	Almacén temporal de productos terminados en el área	Retardo en el retiro de productos terminados	No existe una coordinación con el almacén de PT		
	Los tambores de materia prima no tienen ningún orden, lo que no permite una localización inmediata y de fácil acceso.	Se han ido acumulando en el lugar sin orden	La acumulación surgió de la necesidad de colocarlos en un sitio próximo al área de fabricación	Ineficiencia en el despacho	
Condiciones de trabajo inadecuadas	Obstáculos presentes en el área	Falta de orden y limpieza			
	Concentración de Solventes en el aire	Ventilación Escasa	En la línea no hay sistema de extracción de Vapores		
Equipos y herramientas insuficientes	Los operarios no disponen de herramientas suficientes para realizar la limpieza y/o mantenimiento de la línea	No disponen de implemento de limpieza propios	El departamento de mantenimiento no les asigna las herramientas propias		
		Se extravían las herramientas de trabajo	Los herramientas existentes no tienen ubicación fija	Falta de orden y limpieza	
Actividades no estandarizadas	Cada operario realiza las actividades de manera diferente	Falta un manual de procedimiento para entrenamiento del personal			



De acuerdo a los resultados mostrados a partir de la aplicación de los 5 ¿Por Qué?’s a la línea, se puede evidenciar que la problemática principal que afecta los niveles de producción de la línea son las paradas no planificadas. Por esto se aplicó un Pareto de Fallas que permitió identificar los problemas que deben ser atacados primordialmente.

A partir de los registros históricos de la empresa sobre las paradas en la línea (ver apéndice 4), se procede a cuantificar porcentualmente cada fuente de parada. En la tabla N° 4 se muestran las paradas y su cuantificación:

Tabla N° 4. Fuentes de Paradas Porcentuales

Fuente de Parada no planificada	Porcentaje (%)
Espera por tanque	15,83
Espera por etiquetadora	33,09
Espera por etiquetas	8,63
Espera aprobación del laboratorio	14,75
Espera por materia prima	12,59
Fallas en equipos	10,79
Otras (Paradas de planta, fallas eléctricas, falta de personal, derrames, etc.)	4,32

En la figura N° 13 se presenta el Diagrama de Pareto de las causas que generan paradas de la línea, el 80% de las paradas son causadas por 5 fallas principales como son:

- Espera por etiquetadora.
- Espera por disponibilidad de tanque portátil.
- Espera por la aprobación de laboratorio.
- Espera por materia prima
- Fallas en los equipos.

De las causas de paradas planteadas como las principales a ser atacadas, se pueden plantear mejoras en las esperas de la etiquetadora, esperas por disponibilidad de tanques y fallas en los equipos, ya que, las actividades de laboratorio y el manejo de materias primas son controladas en departamentos independientes al del sistema en estudio.

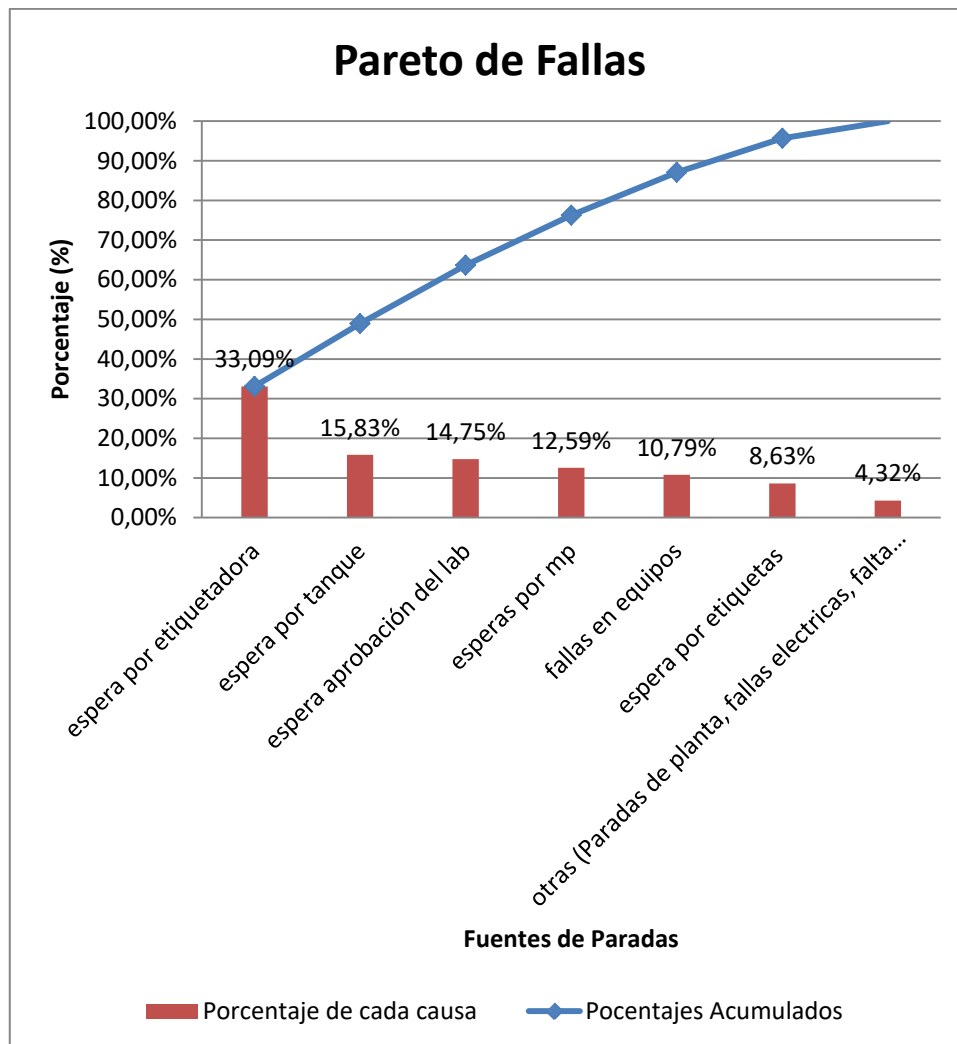


Figura N° 13. Pareto de Fallas.

Diariamente la línea dispone de 8,5 horas productivas, pero aproximadamente el 33,73 % de las misma son horas que se pierden debido a que la línea permanece parada a causa de las esperas presentadas

anteriormente. Se muestra en la figura N° 14 el impacto que tienen las paradas en el nivel de producción, debido a que se puede apreciar la cantidad de lotes que se dejan de producir diariamente durante el tiempo improductivo de la línea:

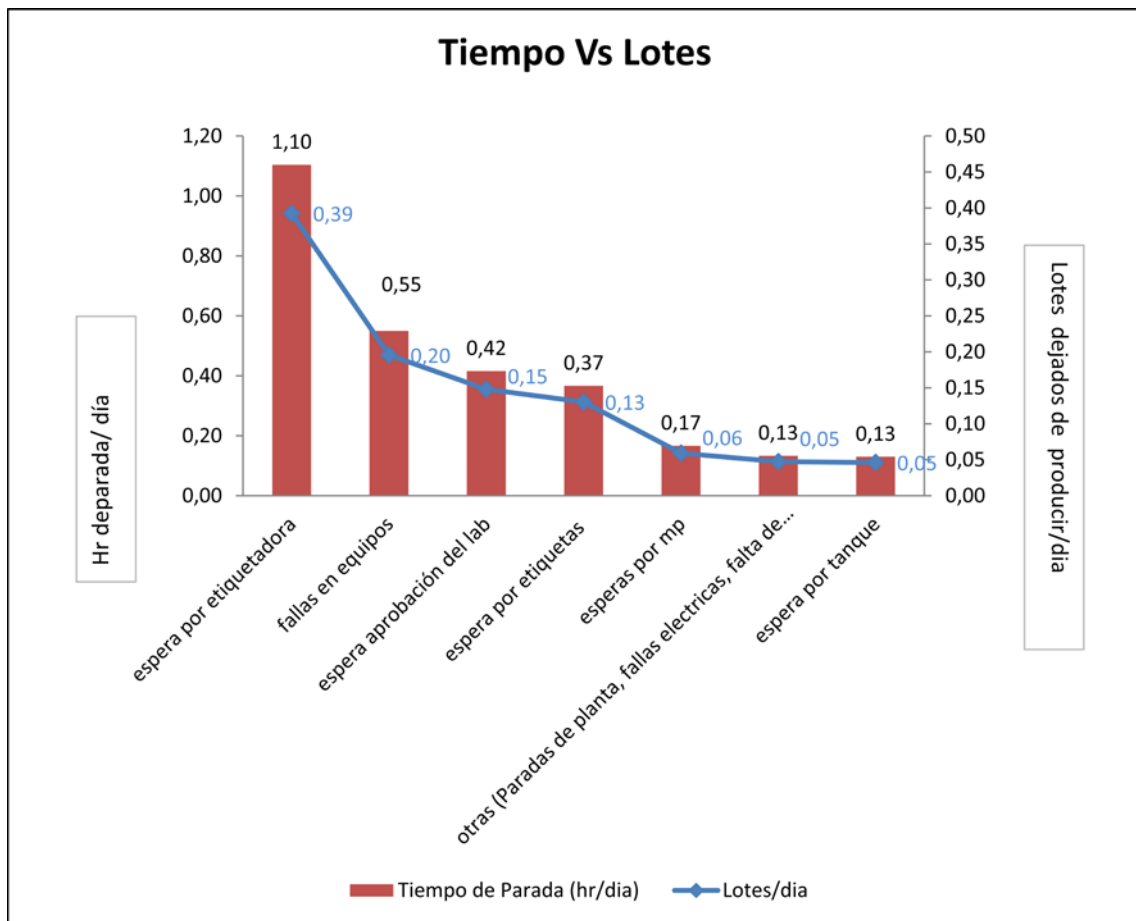


Figura N° 14. Diagrama de Tiempos de Paradas vs Lotes



A continuación en la Tabla N° 5, se presenta un resumen de problemas, sus causas raíces y las acciones a tomar para su corrección:

Tabla N° 5. Resumen de problemas, causas, acciones correctivas y status de la propuesta

Problema	Causa	Acción correctiva a Tomar	STATUS
Tiempos Elevados de Puesta a Punto de los Equipos	No se han hecho estudios de Métodos de Trabajo en el Área	Estandarizar la puesta a punto de los equipos de la línea	Implementadas en conjunto
	Mal diseño de equipos y partes	Proponer nuevas herramientas, de fácil operación para la puesta a punto (Poka Yoke)	
Elevados tiempos de Operación	Falta de Mantenimiento de los Equipos	Generar plan de mantenimiento preventivo para los equipos	En estudio
	La etiquetadora auxiliar del departamento de etiquetado tiene 6 meses parada por falta de mantenimiento	Repotenciar el equipo de etiquetado e incorporarlo a la línea	Implementada
	Existen muchos tanques que requieren el uso de las estaciones de mezcla	Incorporar motores a los tanques portátiles que disponen de uno.	En estudio
	No hay en el área instructivos o formatos que indiquen la correcta forma manipulación de materiales o de operación de equipos	Aplicar elemento de gerencia visual en el área para facilitar la realización de las operaciones de la línea (se implementan en la metodología 5S)	Implementada
Equipos y Herramientas Insuficientes	El departamento de mantenimiento no les asigna las herramientas propias para algunas actividades	Solicitar equipos propios de trabajo para la línea	En estudio
	Falta de orden y limpieza	Implementar dispositivo de sujeción de herramientas	Por implementar
Actividades no estandarizadas	Falta un manual de procedimiento para entrenamiento del personal	Redactar un manual de procedimiento para la Línea	Implementada
Condiciones de trabajo inadecuadas	Falta de orden y limpieza	Implementación de la herramienta 5 S.	Implementada



En la tabla N° 5, del capítulo anterior, se presentaron las acciones a tomar como propuestas, para resolver la problemática existente y en base a estas, en el presente capítulo se explican detalladamente cada una de ellas, las mismas estarán enfocadas a mejorar los métodos de trabajo utilizados en la línea de pinturas para reacabado automotriz en presentaciones de galones y cuartos de galones, con las cuales se pretende reducir o eliminar las causas raíces que ocasionan que el ritmo de producción diario de la línea no sea capaz de cumplir con la meta planteada por la organización de 5 lotes por día.

Descripción de las propuestas de mejoras:

PROPUESTA N° 1: Incorporar a la línea su propio equipo de etiquetado.

En la planta existe una etiquetadora que denominan auxiliar que en el pasado se utilizaba en los días que existía muchas órdenes de etiquetado en el departamento de etiquetado, pero dicha etiquetadora esta en desuso por falta de mantenimiento, por lo que se propone que se re-potencie y se ponga en marcha, para ser asignada a la línea de pintura para reacabado, dado que las pinturas para el mercado de reacabados representa el 70% de la ventas de la planta y de acuerdo al departamento de planificación la demanda en este mercado va en crecimiento a diferencia del mercado de las ensambladoras cuya demanda a mermado últimamente.

Las características de la etiquetadora son:

Marca: Allen Bradley

Modelo: H-790

Volts: 460/575

Frecuencia: 60 Hz.



De acuerdo a la evaluación realizada al equipo por el departamento de mantenimiento y una contratista encargada en re-potenciar equipos este requiere:

- Cambio de Correas.
- Ajuste de sistema contenedor de pega negra.
- Incorporación de termómetro para controlar la temperatura de la pega.
- Cambio de hojillas suspensoras de etiquetas.
- Reparación de sistema de engranajes del sistema de pega negra.
- Ajuste de rieles centrales para que estén nivelados.
- Cambio de interruptor de encendido.
- Cambio de guaya y rejilla recolectora de pega blanca.
- Incorporación de guardas para que su funcionamiento sea seguro.
- Repintado.

Al analizar la distribución de la línea (apéndice N° 1), se debe reorganizar para poder incorporar el equipo de etiquetado de forma que no se tenga que utilizar áreas de otras líneas para hacer la incorporación. Dado que con la integración de la etiquetadora a la línea se busca eliminar sobre-recorridos, esperas en el proceso y lograr hacer el proceso lineal sin demoras, para que la línea opere de forma independiente y lo más eficientemente posible.

Para convertir el proceso de producción en lineal, eliminando recorridos innecesarios y tiempos ociosos, el ordenamiento de los equipos se debe hacer como se muestra en el apéndice N° 5, considerando que tanto la zona de carga a tanques portátiles como la bomba de la llenadora están fijadas al piso y por lo que modificar su posición se considerar como una actividad no factible.

Por otro lado para maximizar el uso del área disponible en la línea se propone la coordinación con el almacén de productos terminados para que se realice la transferencia del producto inmediatamente después de que se haya paletizado, lo que permite eliminar el área temporal de almacenaje de producto terminado dispuesta en la línea.

La distribución planteada, del proceso lineal de la línea se basará en

Llenado-Etiquetado-Encajonado-Paletizado.

Para lograr que el proceso sea lineal se debe vincular la salida de la llenadora con la entrada de la etiquetadora, y la salida de la etiquetadora con la mesa giratoria. Los envases llenados y tapados son trasladados en una banda transportadora hasta la siguiente etapa (en la situación actual mesa giratoria).

Los envases van en la banda transportadora como se muestra en la parte A de la figura N° 15, mientras que para la alimentación de la etiquetadora los envases deben estar en la posición que se muestra en la parte B de la figura N° 15.

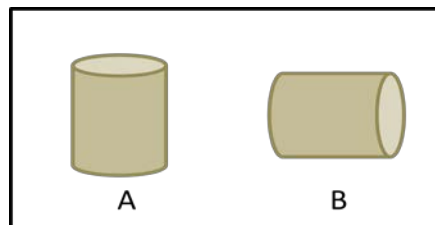


Figura N° 15. Posición de Envases en la Etiquetadora

Por lo tanto la vinculación entre la banda y la etiquetadora debe ser un sistema que modifique la posición del envase de vertical a horizontal. Para ello se requiere un dispositivo con el que se muestra en la figura N° 16:

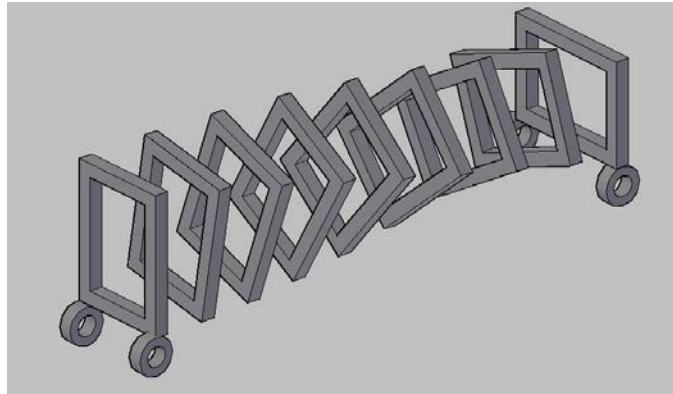


Figura N° 16. Volteador

El dispositivo se colocó a la salida de la banda transportadora y tiene la función de voltear el envase, y colocarlo en posición horizontal. Otro dispositivo con la misma función se colocó a la salida de la etiquetadora para levantar los envases que salen acostados del etiquetado.

Características de los volteadores:

Tabla N° 6. Características de partes de los volteadores.

	Galón	Cuarto de Galón	
Dimensión de Cada Cuadro	20 cm x 10 cm	14cm x 8 cm	
Separación entre los cuadros	10 cm	10 cm	
Numero de cuadros	9	9	
Variación de inclinación entre cada cuadro	10 grados en sentido horario para los volteadores de entrada, y girando 10 grados en sentido anti-horario para los de salida	10 grados en sentido horario para los volteadores de entrada, y girando 10 grados en sentido anti-horario para los de salida	



Los volteadores están contruidos con Barras de Acero Inoxidable de $\frac{1}{2}$ pulgada, y se realizaran de acuerdo al prototipo mostrado en la figura N° 16. Los volteadores de salida que inician con las dimensiones de un rectángulo horizontal, por ejemplo en el caso de los galones las dimensiones del cuadro se inicia con 10 cm de altura y 20 cm de ancho, y luego se van girando los cuadros 10 grados en sentido anti-horario hasta que el último cuadro tiene las dimensiones de 20 cm de altura y 10 cm, para que las latas que pasen por el volteador tengan una posición vertical (de pie). La separación entre cada cuadro es de 10 cm, y estarán vinculados con barras de acero.

Los envases se desplazan en los volteadores debido a que existe una inclinación de 30 grados aproximadamente entre la salida de la banda y la entrada a la etiquetadora, y una inclinación similar entre la salida de la etiquetadora y la mesa giratoria, en ambos casos dada la inclinación la gravedad contribuye con el movimiento de los envases.

PROPUESTA N° 2: Estandarizar la puesta a punto de los equipos de la línea utilizando dispositivos de poka yoke:

La puesta a punto de los equipos de la línea se realizaba de acuerdo al criterio de cada operario por lo tanto se presenta a continuación una forma estándar de realizarlo:

Puesta a punto de la llenadora-tapadora:

Paso # 1: En primer lugar se debe ajustar ancho de separación de los rieles, tanto los de la llenadora como los de la tapadora. Para esto se propone utilizar una regla de cuadro (ver figura N° 17 el diseño de la regla) por el lado **S**, hasta que coincida el ancho de los rieles con el de la regla. Para la puesta a punto para cuartos tome la regla colóquela sobre los rieles (con el lado **S** como

referencia), y debe garantizar que la línea de color negro y la línea de color rojo coincidan con los bordes externos de los rieles (ver figura N° 18), cuando los rieles tengan el ancho requerido debe fijarlos con los seguros de los rieles.

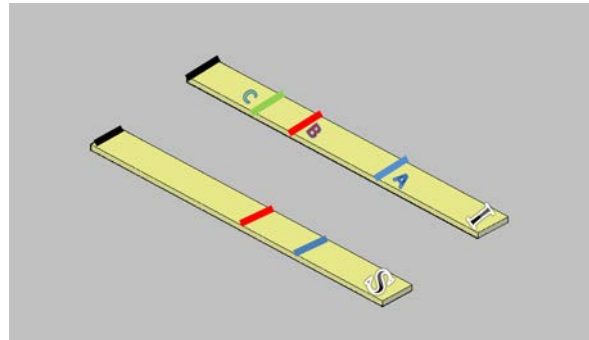


Figura N° 17 Regla Medidora

En el caso de la puesta a punto para galones se debe realizar el mismo procedimiento anterior pero utilizando la línea negra y la azul como referencia. (Ver figura N° 19)

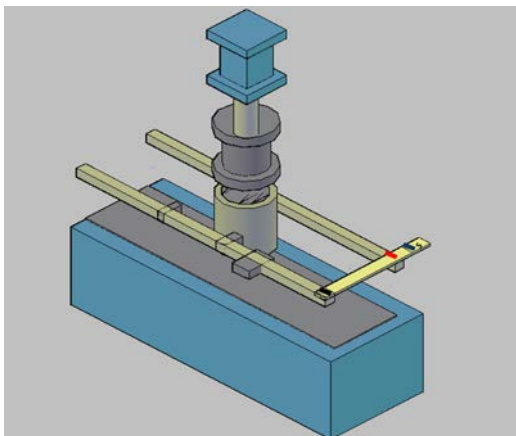


Figura N° 18. Posición de rieles para cuartos

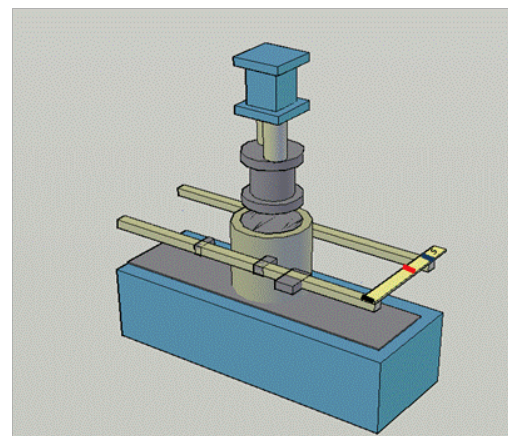


Figura N° 19. Posición de rieles para galones

Paso # 2: Modificar la posición de rodillos de la tapadora, cambiando su altura de acuerdo al tipo de envase a llenar.

Para ajustar la altura de la tapadora para cuartos debe girar la palanca en sentido horario hasta que los rieles entren en contacto con el tope rojo. (Ver figura N° 20)

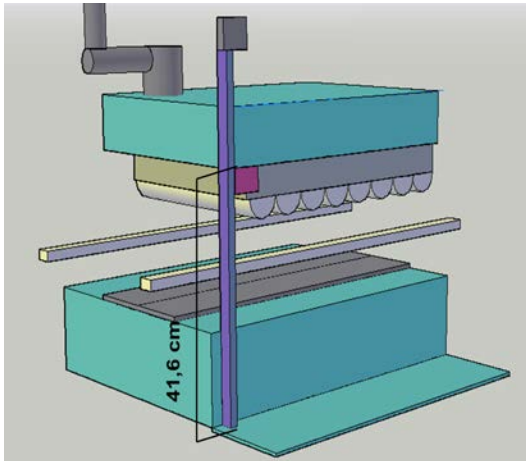


Figura N° 20. Posición tapadora para cuartos

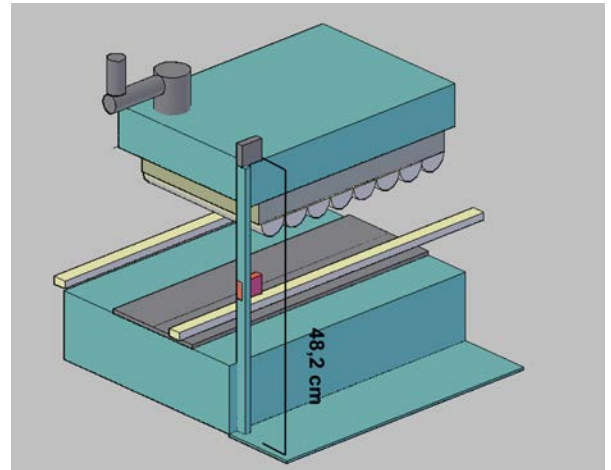


Fig. n° 21. Posición tapadora para galones

Para ajustar la altura de la tapadora para galones debe girar la palanca en sentido anti horario hasta que los rieles entren en contacto con el tope gris. (Ver figura n° 21)

Paso # 3: Ajustar los sensores de presencia de envase ó activadores, que permiten que el proceso de descarga de producto sea automático. A continuación se presenta la forma de posicionar los activadores de acuerdo al volumen del envase a llenar:

Para cuartos: los activadores o sensores de presencia de envase se colocan con la separación que se observa en la figura n° 22, utilizando como herramienta la regla por el lado I. En primer lugar debe hacer coincidir la línea A de la regla con la R equipo para mover el sensor P1 hasta que coincida con

la negra (en el extremo anterior de la regla) de la regla. (Como se muestra en la fig. n° 23). Luego debe hacer coincidir la línea **B** con la **R** equipo para movilizar el sensor P2 hasta que coincida con la línea negra (en el extremo anterior de la regla).

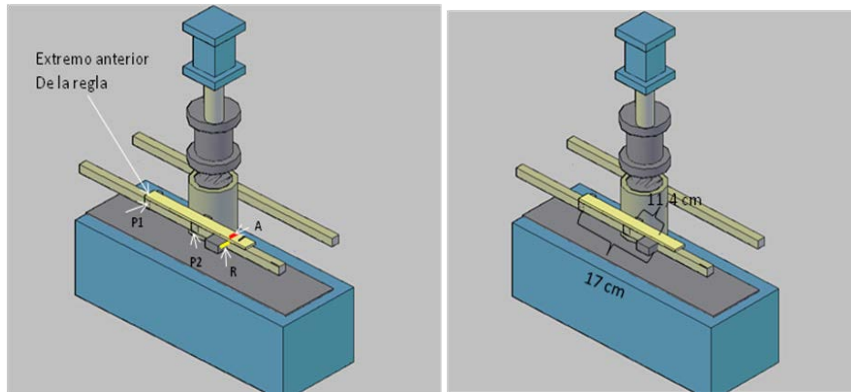


Figura N° 22: Posición de los sensores de la etiquetadora para cuartos

Para galones: los activadores o sensores de presencia de envase se colocan con la separación que se observa en la figura n° 23, utilizando como herramienta la regla por el lado **I**. En primer lugar debe hacer coincidir la línea **A** de la regla con la **R** equipo para mover el sensor P1 hasta que coincida con la línea negra (en el extremo anterior de la regla) de la regla (como se muestra en la fig. n° 23). Luego debe hacer coincidir la línea **C** con la **R** equipo para movilizar el sensor P2 hasta que coincida con la línea negra (en el extremo anterior de la regla).

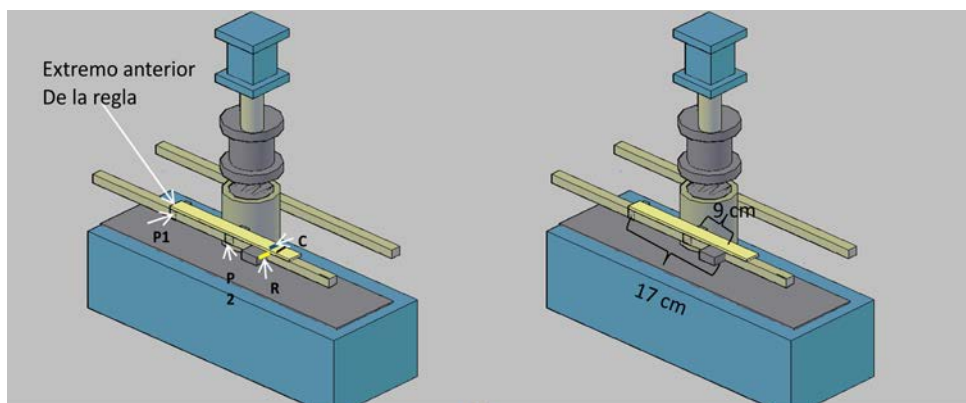


Fig. n° 23. Posición de los policías de la etiquetadora para galones

Paso # 4: Para seleccionar el volumen de llenado requerido debe posicionar los tornillos ubicados debajo de la llenadora. Estos tornillos se utilizan para controlar el volumen de producto desplazado hacia el envase a llenar.

Si el envase de muestra es un cuarto, se debe seleccionar el tornillo n° 3, y girar el disco hasta posicionarlo de tal forma como se aprecia en la figura N° 24.

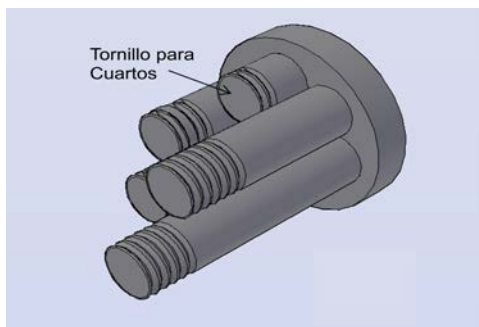


Figura N° 24. Sistema de tornillos controladores de volumen posicionados a cuartos.

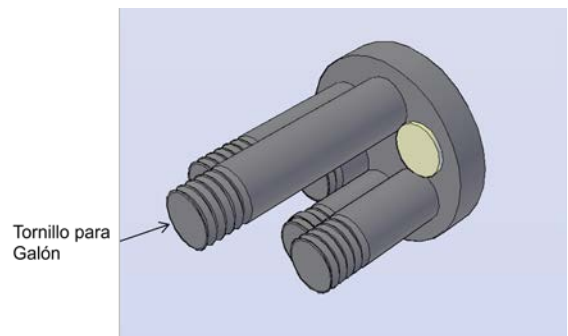


Figura N° 25. Sistema de tornillos controladores de volumen posicionados a galones.

Si el envase de muestra es un galón, se debe seleccionar el tornillo n° 1, y girar el disco hasta posicionarlo de tal forma como se aprecia en la siguiente figura N° 25:

Paso # 5: Para iniciar la descarga del tanque se debe en el panel de control de la llenadora (ver fig. n° 26) colocar el interruptor de descarga en **on**. Ajustar la velocidad de llenado, girando la perilla del regulador de presión en sentido horario.



Fig. nº 26. Panel de control de la llenadora

Puesta a punto de la etiquetadora:

IDENTIFICACIÓN DE PARTES DE LA ETIQUETADORA

La identificación de la partes de la etiquetadora (ver fig. nº 27) son parte de la propuesta de aplicación de 5 S al área de trabajo (ver PROPUESTA DE MEJORA # 9)

- A: Volteador de entrada de envases
- B: Sistema de Pega Negra
- C: Sistema de Pega Blanca
- D: Volteador de Salida de envases.
- 1: Interruptor de encendido de sistema de pega negra
- 2: Perilla para sistema de Pega negra
- 3: Perilla de Altura
- 4: Perilla de Ancho
- 5: Tornillo central para controlar ancho del equipo
- 6: Ajustador de ancho de base porta etiquetas
- 7: Perilla elevadora de carro porta etiquetas
- 8: Perilla para ancho de rieles centrales traseros

- 9: Perilla para ancho de rieles centrales delanteros
- 10: Perilla de sentido de rieles centrales traseros
- 11: Perilla de sentido de rieles centrales delanteros
- 12: Perilla para cambiar posición del sistema de pega blanca
- 13: Controlador de inclinación de carro porta etiquetas
- 14: Seguro para liberar carro posición de carro porta etiquetas
- 15: Interruptor de encendido de etiquetadora
- 16: Palanca de bloqueo de entrada a la etiquetadora

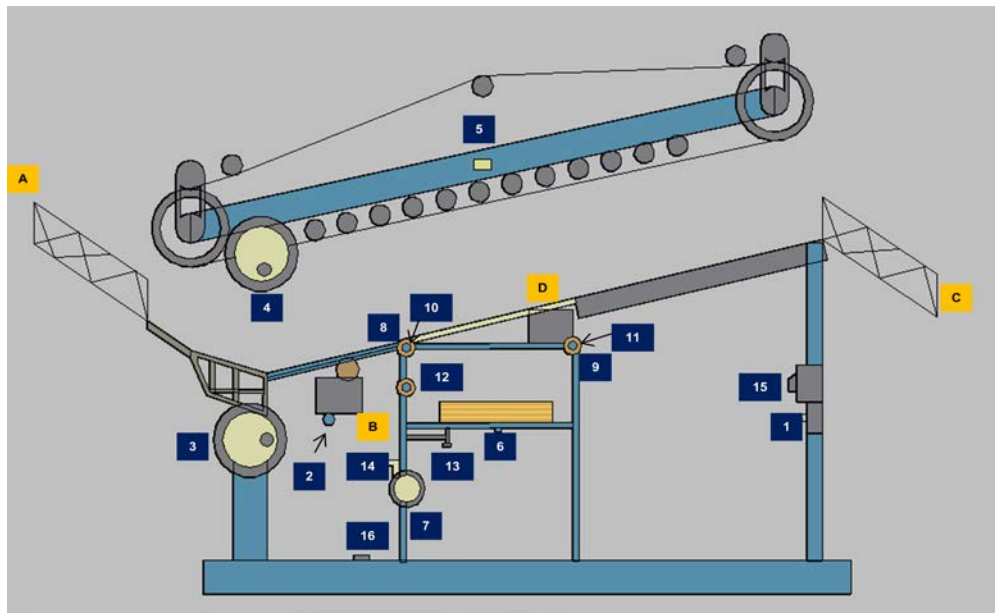


Fig. nº 27. Vista Frontal de Etiquetadora

Paso # 1: Llenar cajetín de pega negra con pega sólida. Encender el sistema con el interruptor nº 1 (ver fig. nº 27) para que se derrita la pega y su temperatura alcance 200 °F (temperatura óptima de funcionamiento).

Paso # 2: Modificar la posición del cajetín, de forma que se adhiera el extremo inicial de la etiqueta a la lata.

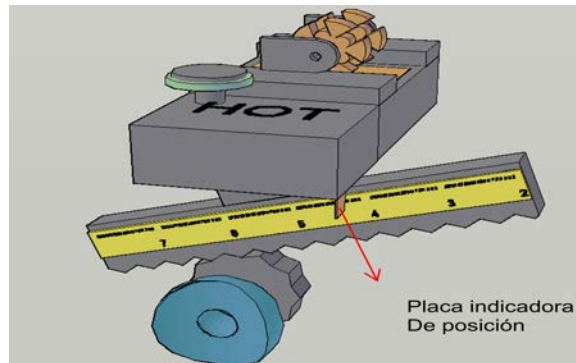


Figura N° 28. Ubicación del cajetín de pega negra de acuerdo a la placa indicadora de posición.

Posición del cajetín para cuartos: debe girar la perilla n° 2 (ver fig. n° 27) en sentido anti horario hasta que la placa indicadora muestre 4-1 en la cinta.

Posición del cajetín para galones: debe girar la perilla n° 2 (ver fig. n° 27) en sentido horario hasta que la placa indicadora marque 8-15 en la cinta.

Paso # 3: Modificar la altura del equipo girando la perilla n° 3 (ver fig. n° 27) de acuerdo al tipo de envase a etiquetar:

La altura requerida para cuartos: gire la perilla n° 3 (ver fig. n° 27) hasta que el tope rojo impida el movimiento.

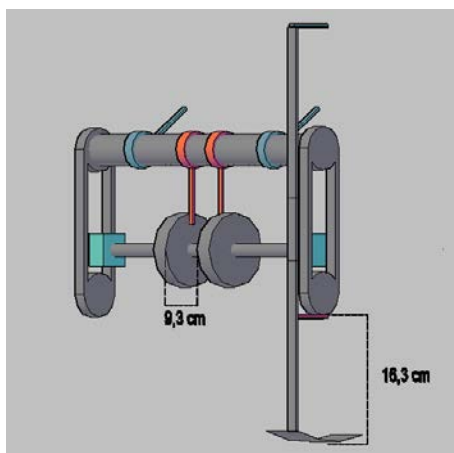


Figura N° 29. Topes de control de la altura y el ancho de la etiquetadora

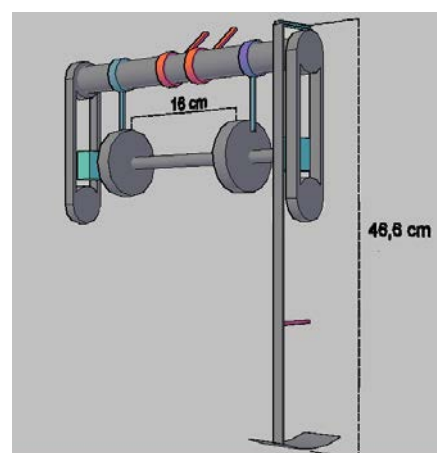


Figura N° 30. Topes de control de la altura y el ancho de la etiquetadora

La altura requerida para galones: gire la perilla n° 3 (ver fig. n° 27) hasta que el tope azul impida el movimiento.

Paso # 4: Ajustar el ancho del equipo de acuerdo al tipo de envase a llenar utilizando la perilla n° 4 (ver fig. n° 27). Debe girar el cilindro superior donde están apoyados los topes de forma que estos se ubiquen cerca de las poleas:

El ajuste para cuartos debe girar la perilla n° 4 (ver fig. n° 27) en sentido anti horario hasta que las poleas toquen los topes rojos. (ver fig. n° 30)

El ajuste para galones debe girar la perilla n° 4 (ver fig. n° 27) en sentido horario hasta los topes azules (ver fig. n° 30).

Paso # 5: Colocar los volteadores, tanto el de entrada como el de salida del equipo, siempre garantizando que se alineen con los rieles de entrada y salida de la etiquetadora, para que el envase pueda fluir sin obstáculos a lo largo del proceso. (ver fig. n° 27, piezas A y D).

Paso # 6: Posicionar el sistema de pega blanca de manera que la guaya con pega pase sobre el extremo posterior de la etiqueta de forma que la pega caiga al final de la etiqueta que se va a adherir al envase. Para posicionar el cajetín gire la perilla n° 12 (ver fig. n° 27).

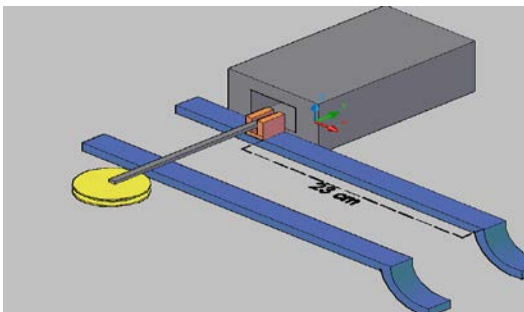


Figura N° 31. Posición del sistema de pega blanca para cuartos

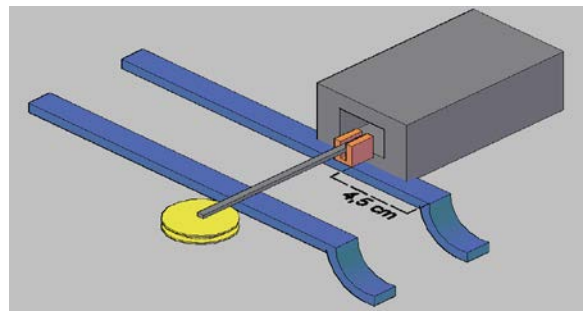


Figura N° 32. Posición del sistema de pega blanca para galones.

Para poder instalar los dispositivos poca yole presentados en el método de puesta a punto estandarizado se requieren de los siguientes materiales:

Tabla N° 7. Materiales para construir poca yole

Materiales	Cantidad
Tubo de 1 pulgada redondo (6 m)	1
Laminas lisas de Hierro Pulido de 4 mm de espesor (2,40 m x 1,20 m)	1
Esmalte para mantenimiento industrial (color gris, rojo, azul)	-

Estándar Propuesto para la puesta a punto:

Tabla N° 8. Estándar de Puesta a punto de la llenadora.

PUESTA A PTO LLENADORA	Cuartos	Galones
Ajustar el ancho de la separación de los rieles. Tanto de la maquina llenadora como de la tapadora. Para esto se propone utilizar la regla de cuadro por el lado S.		
Modificar la posición de los rodillos de la maquina tapadora, esto deberá hacerse cambiando su altura de acuerdo al envase que sea requerido llenar.		
Ajustar los sensores de presencia de envase, este procedimiento se lleva a cabo utilizando como única herramienta la regla por el lado I		

Continuación Tabla N° 8. Estándar de Puesta a punto de la llenadora.

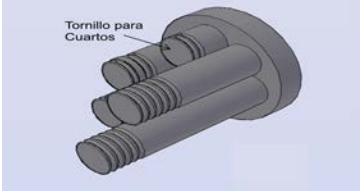
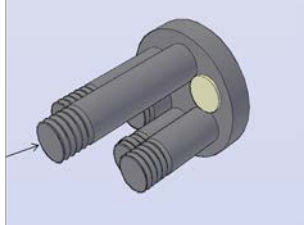

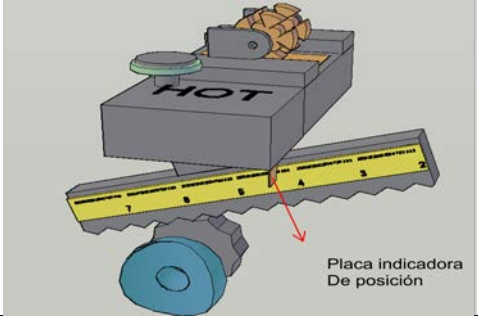
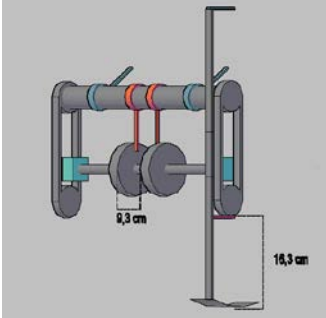
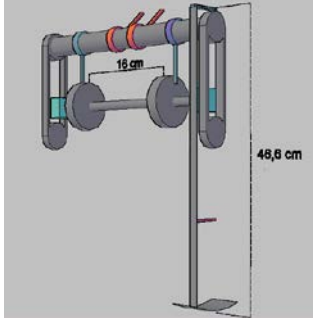
<p>Posicionar los tornillos ubicados debajo de la llenadora, con el fin de seleccionar el volumen de llenado requerido y controlar el volumen de producto desplazado hacia el envase a llenar.</p>		
<p>Colocar el interruptor de descarga del panel de control en 'On' para iniciar la descarga del tanque y ajustar la velocidad de llenado, girando la perilla del regulador de presión en sentido horario.</p>		

Tabla N° 9. Estándar de Puesta a punto de la etiquetadora.

ETIQUETADORA	CUARTOS	GALONES
<p>Modificar la posición del cajetín para que de esta manera la pega se adhiera en el lugar adecuado de la lata, permitiendo así su fijación en la lata desde el inicio de la etiqueta; Esta posición debe cambiar según el tipo de envase que se requiera etiquetar.</p>		
<p>Modificar la altura y el ancho de la maquina, dependiendo el tamaño del envase que requiera ser etiquetado.</p>		

Continuación Tabla N°9. Estándar de Puesta a punto de la etiquetadora.

<p>Colocar los volteadores, en la entrada y salida del equipo, garantizando que coincidan con los rieles en las dos direcciones.</p>		
<p>Posicionar el sistema de pega blanca de manera que la guaya con pega pase sobre el extremo posterior de la etiqueta de forma que la pega caiga al final de la etiqueta que se va a adherir al envase.</p>		

PROPUESTA N° 3: Plan de Mantenimiento Preventivo.

Este plan de mantenimiento preventivo se les aplica a los equipos de la línea listados a continuación:

- Llenadora
- Tapadora
- Etiquetadora
- Mesa giratoria
- Tanques Portátiles.

Debido a que las paradas ocasionadas en la línea por fallas en los equipos representan en promedio mensualmente 11 horas de parada, representando el 6,47 % del tiempo productivo mensual.

El plan de mantenimiento busca maximizar la eficacia de los equipos por toda su vida útil, al mismo tiempo que elimina pérdidas que afectan la



productividad de la línea, mejora la fiabilidad y la disponibilidad de los equipos y reduce los costos de mantenimiento por fallas.

Este plan cuenta con el apoyo del Departamento de Mantenimiento, quienes en conjunto con los operarios de la línea están en la obligación de realizar el mantenimiento preventivo a los mencionados equipos, para evitar daños mayores en el futuro.

Se propone que por parte del personal del departamento de mantenimiento realizar el mantenimiento preventivo una vez al mes a las siguientes partes de los equipos por ser las que sufren mayor desgaste, éste se denomina mantenimiento tipo A:

- Engranajes del Sistema de pega negra de la etiquetadora.
- Correa de la mesa giratoria.
- Dispositivo cilindro pistón de la llenadora.
- Filtro porta mangas de la llenadora.
- Boquilla de descarga de la llenadora.
- Bocinas de Bronce de las poleas de la etiquetadora.
- Cadena de la banda transportadora de llenado.
- Hojillas de la etiquetadora.
- Verificación de válvulas de los tanques portátiles.

La inspección se realiza una vez al mes dado que el último día de cada mes denominado día de cierre, la planta se paraliza a las 12 del medio día, por lo que el departamento de mantenimiento tendría desde esa hora para realizar la inspección de los equipos del área, sin afectar tiempo productivo.



En el apéndice N° 6 se encuentra el formato de control propuesto para el plan de mantenimiento preventivo tipo A. Su finalidad es que los operarios de la línea puedan verificar que el departamento de mantenimiento si realizó el mantenimiento previsto en cada ítem requerido.

El listado a continuación se trata del mantenimiento preventivo que se realizará cada seis meses en la línea por parte del personal del departamento de mantenimiento, este será en mantenimiento preventivo tipo B:

- Motor de la Etiquetadora.
- Sistema mecánico de la Etiquetadora.
- Engrase de tornillos de la Etiquetadora.
- Sistema eléctrico de la Etiquetadora.
- Motor de la Mesa Giratoria.
- Sistema motor-reductor de los tanques portátiles.
- Verificación de acople de los ejes de los tanques portátiles.
- Banda transportadora de la llenadora.
- Sistema neumático de la llenadora.

En el apéndice N° 7 se encuentra un formato de control que se propone para el plan de mantenimiento preventivo tipo B. Éste les sirve a los operarios de la línea como soporte de que a los equipos de la línea se les realizó o no el mantenimiento.

Adicionalmente como mecanismo de prevención y control de derrames se propone al personal de la línea al inicio de cada semana verificar el estado de las empacaduras del cilindro pistón, de la boquilla de descarga de la llenadora y de las mangueras del sistema de descarga de tanques, para evitar que por

desgaste de las mismas ocurran derrames en la línea lo que conllevaría a eventuales paradas de la producción.

PROPUESTA N° 4: Incorporar Motores a los tanques portátiles que carezcan de ellos y Reacondicionar el Área de Mezcla de la Línea.

Se propone incorporar un motor reductor a cada uno de los seis tanques portátiles de la línea que se mezclan en estaciones compartidas de mezcla, de forma de que estos se vuelvan independientes y no dependan de las estaciones que comparten con los tanques de otras dos de las siete líneas de la planta.

La planta no dispone de un plan de planificación de la producción que integre las actividades que se llevan a cabo por lo que existen momentos en que las esperas por las estaciones de mezcla son muy prolongadas, durando en promedio 97 minutos por tanque portátil a ser mezclado esperando por un puesto de mezcla.

Todos los tanques portátiles internamente tienen un aspa como la que se encuentra en la figura a continuación, la cual es la encargada de llevar a cabo la mezcla del producto.

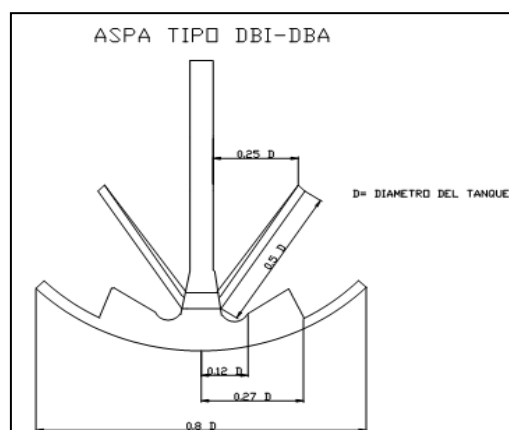


Figura N° 33. Tipo de Aspa de los tanques portátiles

El motor se adapta en la parte superior del tanque a través de un acoplamiento omega que vincula el eje del motor con el aspa que ya posee el tanque portátil. La función del acoplamiento es evitar que por la agitación que se genera durante la etapa de mezcla parta la unión eje-aspas.

En la figura siguiente se muestra un tanque portátil con la ubicación del motor y base del motor que se incorporaran a los tanques mencionados:

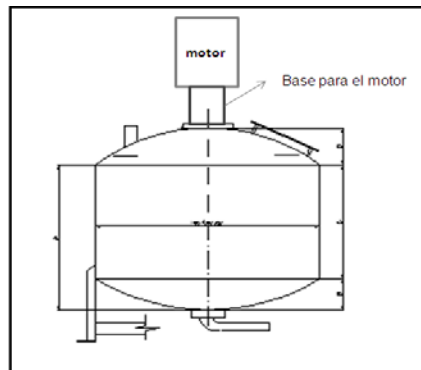


Figura Nº 34. Modelo de tanques portátiles con motor incorporado

A continuación se presenta la lista de materiales que son requeridos para poder llevar a cabo la propuesta:

Tabla Nº 10. Materiales requeridos para la propuesta

Materiales	Características	Cantidad
Cable S-T	4 x 12	36 metros
Conector Macho para toma Corriente	4 polos - 63 Amperes	6
Acople Omega Element Estándar Desing	Diámetro 6"	6
Motor-Reductor anti explosión	Marca Reliance (Monobloque) Potencia 3HP Vel entrada 1750 RPM Vel Salida 155 RPM Factor Reducc 11.4 3 Fases 60hz 230/460V	6
Base de soporte de motor-reductor	Acero	6



El área de mezcla de la línea dispone de 6 tomacorrientes, con 6 espacios para mezcla de tanques con motor incorporado. En total la línea dispone de 12 tanques por lo que una vez que los tanques ya tengan su motor propio deben disponer de un lugar fijo de mezclado, por lo tanto dada las distribuciones mostradas en el apéndice N° 1 y apéndice N° 2 y luego de la discusión con miembros de la línea en estudio y miembros de la línea # 4, se propone modificar la distribución actual, y tomar parte del área de almacenaje de tambores de la línea # 4, y utilizar el área como ampliación del área de mezcla de la línea de reacabados automotrices.

El tanque de mayor dimensión ocupa un área de 1,30 m x 1,30 m., por lo que se establecen cuadros estándares en el área con esas dimensiones.

Se propone que el sistema de cableado eléctrico se instale en la columna de dispensador de solvente, para evitar inversiones y cambios muy amplios a la estructura de la planta, esto permitirá que se les asigne área de mezcla a seis tanques de los siete que no tienen motor en la línea.

El área que se dispone es de aproximadamente 3,38 m x 7,57 m. (Siempre respetando el ancho de los pasillos ya preestablecidos y delimitado por rayado amarillo). En el apéndice N° 8 se presenta el área mencionada, y la porción del área de almacenaje de tambores que se requiere eliminar, se eliminará una columna de tambores, esta columna cuenta con 4 tambores.

El área designada a los tanques se ubica alrededor de la columna donde se encuentra el dispensador de solvente (ver apéndice N° 9), debido a que permite que se realice el cableado por los tanques y se podrán colocar en ella los tomacorrientes para conectar los tanques.

La planta por el tipo de producto elaborado requiere que todos los implementos y equipos eléctricos sean a prueba de explosión. Como medida de seguridad y para evitar sobrecargar eléctricas en la planta se deben instalar



tres acometidas diferentes a partir del centro de control de motores asignado como fuente de corriente eléctrica para los tanques portátiles. De cada acometida instalada salen 2 líneas y de cada línea sale la conexión para un solo tanque portátil. A continuación se presenta la lista de materiales requeridos para realizar la instalación eléctrica en la mencionada columna:

Tabla N° 11. Materiales Requeridos para instalación eléctrica

Materiales	Características	Cantidad
Arrancador en caja	1 Hp 440 v	6
Sello contrafuego	Hembra-Hembra de 3/4" a 1 "	6
Tomacorriente anti explosión	4 polos 63 Amperes	6
Conector Macho para toma Corriente	4 polos 63 Amperes	6
Cable N-T para exteriores	4x12	100 metros
Cable SPT	4x12	100 metros
Tubería Aluminio Tipo Conduit	Diámetro 3/4"	100 metros
Condulet tipo T		3
Condulet LBY		6
Uniones Universales	de 2 salidas de 3/4"	6
Codos para Tubería tipo Conduit	Diámetro 3/4"	18

PROPUESTA N° 5: Implementar dispositivo de sujeción de herramientas de trabajo.

Para eliminar el desperdicio de tiempo que genera buscar herramientas de trabajo se propone colocar en un punto estratégico de la línea un dispositivo sujeto a la pared que consiste en un tablón compuesto de virola de 18mm de espesor (material resistente y liviano), de dimensiones 0,8 m X 1.10 m, sobre el



cual estarán diseñadas la silueta de los implementos y herramientas de mayor uso en el área, a su vez la parte interna de dicha silueta debe estar pintada de blanco para así llamar la atención visual de las personas al momento de no estar cubierta por la herramienta correspondiente.

El método de sujeción de estas, en la tabla de madera, es por medio de ganchos, que permitan insértalas en su lugar respectivo. La silueta de cada herramienta tiene una identificación con una etiqueta amarilla numerada (que coincide con la etiqueta amarilla que tiene cada herramienta), para visualizar fácilmente cual es la que falta en un momento dado.

Las herramientas que están organizadas y enumeradas en el dispositivo de sujeción se enlistan a continuación:

Tabla N° 12. Numeración de Herramientas en el Dispositivo de Sujeción

HERRAMIENTAS	POSICIÓN EN EL DISPOSITIVO
Llaves Stanley (con 11 llaves)	Desde 1A hasta 1K
Llaves Allen (son 9 llaves)	Desde 2A hasta 2I
Destornillador de estrías.	3
Destornillador de paleta.	4
Cepillo de alambre.	5
Martillo de goma	6
Brocha para rayado del área	7
Espátula.	8
Llave de tubo.	9
Llave ajustable.	10
Lima	11
Reglas para puesta a punto (son 2)	12A y 12B

A continuación en la Figura N° 35. Se presenta el modelo planteado:

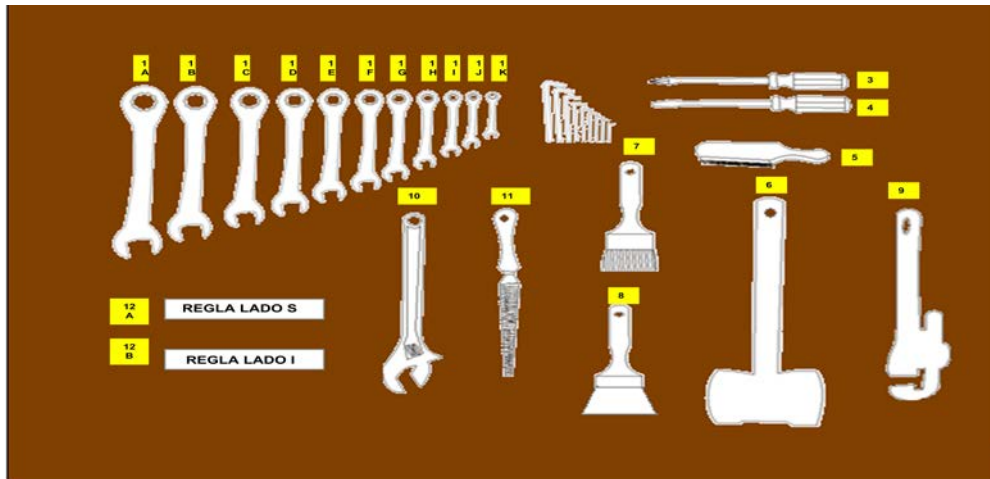


Figura N° 35. Dispositivo de sujeción de Herramientas de Trabajo.

PROPUESTA N° 6: Redactar Manual de Procedimientos de la Línea.

El objetivo de esta propuesta es que la línea disponga de un método de trabajo estándar para realizar las actividades, y definir las actividades que debe realizar cada operario en el área de trabajo.

La empresa no disponía de un manual específico para la línea en cuestión, posee manuales que indican de forma genérica como realizar las actividades tanto de carga, llenado, etiquetado y encajonado del producto, pero no están enfocadas ni adaptadas a la línea o a los modelos de los equipos de la misma.

Este manual debe ser conocido por cada uno de los operarios que conforman el equipo de trabajo de la línea de pinturas para el mercado de re acabados automotrices, debido a que establece cuestiones como seguridad en el puesto de trabajo, como realizar la actividad de forma segura y eficiente, además de explicar todas las responsabilidades que tendrán que asumir y cumplir en su jornada de trabajo.

Se utiliza como manual de entrenamiento para operarios que se incorporen al equipo de trabajo de la línea debido a que presenta un método estándar de trabajo a seguir en el proceso de fabricación de pintura para re acabado



automotriz en tanques portátiles. Debido a políticas de seguridad de información y confidencialidad de la empresa no se permite la publicación del manual en el presente trabajo de grado.

Al final del manual se presenta un modelo resumen de un *Estándar de Trabajo* para las actividades que se llevan a cabo en la línea, de forma que facilite a los operarios identificar las actividades que debe realizar, en que secuencia y de qué forma.

Esto permitirá que el operario tenga una guía tipo check list para realizar sus actividades diarias, la cual es de fácil entendimiento y le indica que hacer, cuales son las recomendaciones de cómo hacer el trabajo, que equipo de protección personal debe utilizar y los riesgos a los que está sometido mientras realiza la actividad.

Con la finalidad de abarcar todas las actividades que se deben llevar a cabo en el proceso de elaboración de pinturas en tanques portátiles, se formalizaron cuatro estándares de trabajo:

- Estándar de Trabajo para el proceso de Carga a tanques portátiles.
- Estándar de Trabajo para el proceso de llenado de producto.
- Estándar de trabajo para el proceso de Etiquetado de envases.
- Estándar de trabajo para el encajonado y paletizado.

Estos estándares plantean de forma muy especificada, detallada y sencilla todas las sub-actividades que deben llevarse a cabo para lograr cumplir las cuatro actividades principales que se llevan a cabo en la línea.

Este *Estándar de Trabajo* resumen se presenta a continuación, se divide en los estándares para las 4 actividades principales de la línea: carga, etiquetado, llenado y encajonado.



Tabla N° 13. Estándar de Trabajo para el proceso de Carga a tanques portátiles

DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	RECOMENDACIONES
Verificar que haya disponibilidad de tanques	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza
Verificar stock de materiales para OP seleccionada	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Mantenga el Orden y Limpieza.
Entregar requisición a montacarguista para materias primas ubicadas en Racks	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza
Buscar el tanque portátil para colocarlo en la zona de carga sobre la balanza (siempre verificando que la balanza este calibrada)	Caída de un mismo nivel Lesiones lumbares	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el equipo
Buscar tambor con MP en la zona de despacho y llevarlo al área de carga	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el equipo
Destapar con la llave para tambores la tapa de control de presión(para liberar la presión del tanque) y la tapa de salida de material	Caída de un mismo nivel Golpeado por tapa de presión del tanque. Inhalación de gas toxico liberados del tambor	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tambor



Continuación Tabla N° 13. Estándar de Trabajo para el proceso de Carga a tanques portátiles

DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	RECOMENDACIONES
Cambiar posición al tambor a horizontal para ser elevado hasta la boca del tanque portátil utilizando un polipasto neumático	Caída de un mismo nivel Caída del tambor, derrame de químicos.	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Verifique que las pinzas del polipasto sujeten al tambor por los extremos antes de iniciar la elevación del mismo Tenga precaución al manipular los equipos
Trasegar el material del tambor al tanque, verificando la cantidad en la pantalla de la balanza electrónica	Inhalación de gas toxico liberados del tambor Caída de un mismo nivel.	Botas de Seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad Mascarilla Nitromer		Verifique los dispositivos de seguridad antes de comenzar la carga del tanque portátil Tenga precaución al manipular el tambor siendo cargado Detenga la descarga en caso de alguna falla en la balanza Al terminar la descarga asegúrese de cerrar las tapas del tambor, y cerrar la tapa del tanque portátil
Marcar en el tambor los Kg. de peso actual (Tachando el peso inicial)		Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Verifique su posición: mantenga la espalda recta y doble sus piernas
Trasladar el tambor al área de despacho de tambores	Lesiones Lumbares	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tambor
Identificar el material que viene por línea de tuberías (Manifold), conectar la manguera a la tubería seleccionada y encender la bomba de la tubería.	Inhalación de gas toxico liberados del tambor Caída de un mismo nivel.	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Verifique que el nombre del intermedio indicado en la OP coincide con la tubería seleccionada. Conectar la manguera del tipo de intermedio. Tenga precaución de manipular el encendedor eléctrico
Colocar el extremo libre de la manguera en el orificio trasero de entrada al tanque para cargar el material verificando la cantidad de material indicado en la pantalla de la balanza	Inhalación de gas toxico liberados del tambor Caída de un mismo nivel.	Botas de Seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad Mascarilla Nitromer		Verifique los dispositivos de seguridad anti chisa antes de comenzar la carga del tanque portátil Verifique el funcionamiento de la balanza. Tenga precaución al manipular la manguera Detenga la descarga en caso de alguna falla en la balanza



Continuación Tabla N° 13. Estándar de Trabajo para el proceso de Carga a tanques portátiles

#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	RECOMENDACIONES
13	Apagar la bomba de la tubería Manifold	Caída de un mismo nivel Descarga eléctrica	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga precaución de manipular el encendedor eléctrico
14	Desconectar la manguera y drenar los residuos de la manguera al tanque	Inhalación de gas toxico liberados del tambor Caída de un mismo nivel. Contacto de químico con la piel	Botas de Seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad Mascarilla Nitromer		Tenga precaución de manipular la manguera del intermedio
15	Colocar la tapa al orificio trasero del tanque		Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Verificar el cierre del tanque
16	Trasladar el tanque al puesto de mezcla	Lesiones Lumbares Caídas de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tanque
17	Conectar el tanque a la corriente eléctrica	Descarga eléctrica Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga precaución de manipular el encendedor eléctrico
18	Encender el motor del agitador del tanque, para mezclar durante el tiempo requerido	Descarga eléctrica Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga precaución de manipular el encendedor eléctrico
19	Actualizar en SAP los lotes llenados y tiempo de fraccionado y de carga		Botas de Seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		
20	La OP actualizada se lleva al laboratorio de calidad	Caída desde un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	En el laboratorio verifican cuando debe el técnico tomar la muestra del producto durante el mezclado	Observe el Área por donde se desplaza



#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES
1	Buscar tanque portátil a trasegar	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tanque
2	Colocar manga dentro de porta manga	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
3	Conectar el tanque al sistema de tuberías y conectarlo a tierra	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
4	Tomar muestra retenida y trasladarla al Lab. De Calidad	Caída de un mismo nivel Inhalar químico emanados a partir de los tanques	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	El lab de calidad realiza Realización de prueba de finura (pigmentados y aluminios) y de viscosidad (aluminios)	Observe el Área por donde se desplaza
5	Realizar la puesta a punto del sistema de llenado (Método estándar propuesto en la mejora # 2)		Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
6	Ajustar el ancho de la separación de los rieles. Tanto de la maquina llenadora como de la tapadora. Para esto utilice la regla de cuadro por el lado S.	Golpearse algún miembro	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
7	Modificar la posición de los rodillos de la maquina tapadora, si es de galón llegar al tope azul. Si es de cuarto de galón llegar la altura hasta el tope rojo	Golpearse algún miembro	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
8	Ajustar los sensores de presencia de envase, este procedimiento se lleva acabo utilizando como única herramienta la regla por el lado I	Descarga eléctrica	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento



#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES
8	Ajustar los sensores de presencia de envase, este procedimiento se lleva a cabo utilizando como única herramienta la regla por el lado I	Descarga eléctrica	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
9	Posicionar los tornillos ubicados debajo de la llenadora, con el fin de seleccionar el volumen de llenado requerido y controlar el volumen de producto desplazado hacia el envase a llenar.	Golpearse algún miembro	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga cuidado al manipular las piezas y partes Mantenga sus manos alejadas de partes en movimiento
10	Colocar el interruptor de descarga del panel de control en 'On' para iniciar la descarga del tanque	Descarga eléctrica	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Tenga precaución de manipular el encendedor eléctrico
11	Buscar latas y tapas	Caída en un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular la zorra eléctrica
12	Colocar latas en la banda transportadora	Movimientos Repetitivos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
13	Colocar la tapa sobre la lata llena (sin ejercer presión alguna)	Movimientos Repetitivos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Coloque con cuidado la tapa Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
14	Desconectar el tanque del sistema de tuberías y de la conexión a tierra	Derrames e inhalación de químicos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Verifique que el tanque esté cerrado
15	Buscar tanque de solvente de limpieza	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tanque



Continuación Tabla N° 14. Estándar de Trabajo para el proceso de llenado de producto

#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	CALIDAD	OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES
16	Conectar el tanque al sistema de tuberías para limpiar el sistema de llenado	Derrames e inhalación de químicos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Mantenga orden y limpieza, evite derrame de productos
17	Desconectar del sistema de tuberías el tanque de solvente	Derrames e inhalación de químicos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Mantenga orden y limpieza, evite derrame de productos
18	Remover manga utilizada y desecharla en el área dispuesta para ello	Derrames e inhalación de químicos Caída en un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad		Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Mantenga orden y limpieza, evite derrame de productos
19	Trasladar tanque a la zona de lavado de tanques y cambiar status de tanque a Sucio	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad Faja de Seguridad		Observe el Área por donde se desplaza Tenga precaución al manipular el tanque



CAPÍTULO VI: PROPUE  JORAS

#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	OBSERVACIONES/RECOMENDASIONES
1	Buscar etiquetas para la OP	Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Observe el Área por donde se desplaza Mantenga el Orden y Limpieza.
2	Colocar las etiquetas en la base porta etiquetas	Pinchazos Golpearse	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
3	Cuadrar hojillas para sostener etiquetas	Pinchazos Raspaduras	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
4	Colocar guaya en las poleas para pega blanca	Pinchazos Paspaduras	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
5	Colocar varilla de seguridad en sistema de pega blanca	Pinchazos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
6	Colocar barra de eliminación de exceso de pega blanca	Pinchazos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
7	Llenar tanque de pega blanca.	Derrames de producto Caída de un mismo nivel	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza, evite derrames Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
8	Realizar la puesta a punto del equipo de etiquetado siguiendo el procedimiento estándar establecido en la propuesta de mejora # 2	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos
9	Llenar el cajetín con la mezcla de; pega negra y pega sólida, para luego encender el sistema y permitir que la pega se derrita y así la maquina llegue a 200 °F temperatura optima para el funcionamiento de la misma.	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas Quemaduras	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Evite tocar partes calientes como el cajetín encendido Mantenga Orden y Limpieza, evite derrames



Continuación Tabla N° 15. Estándar de trabajo para el proceso de Etiquetado de envases.

#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES
10	Modificar la posición del cajetín para que de esta manera la pega se adhiera en el lugar adecuado de la lata, permitiendo así su fijación en la lata desde el inicio de la etiqueta; Esta posición debe cambiar según el tipo de envase que se requiera etiquetar.	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas Quemaduras	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
11	Modificar la altura de la maquina, dependiendo el tamaño del envase que requiera ser etiquetado.	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
12	Ajustar el ancho del equipo de acuerdo a la longitud del envase que se deba etiquetar.	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
13	Colocar los volteadores, en la entrada y salida del equipo, garantizando que coincidan con los rieles en las dos direcciones.	Golpearse con piezas o partes Caídas Pisarse los dedos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
14	Posicionar el sistema de pega blanca de manera que la guaya con pega pase sobre el extremo posterior de la etiqueta de forma que la pega caiga al final de la etiqueta que se va a adherir al envase.	Golpearse con piezas o partes Pinchazos Caídas Raspaduras	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
15	Verificar que la alimentación de los envases al equipo sea de forma horizontal y verificar la adhesión de la etiquetas	Pinchazos Golpearse Pisarse los dedos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza
16	Verificar las latas etiquetadas estén correctas	Pinchazos	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga las manos retiradas de las partes en movimiento de los equipos Observe donde coloca sus manos y por donde las desplaza

#	DESCRIPCION DEL METODO	RIESGO	E. P PERSONAL	OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES
---	------------------------	--------	---------------	-------------------------------



1	Preparar esténcil con datos del producto a encajar	Corte o Pinchazos Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
2	Llenar la caja con información del producto utilizando el esténcil y brocha de esténcil	Corte o Pinchazos Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
3	Abrir caja colocar pega en las 2 pestañas inferiores pequeñas para cerrar la base	Corte o Pinchazos Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
4	Tomar latas de la mesa giratoria	Golpearse Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
5	Colocar dentro de la caja las latas	Perdida de equilibrio Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
6	Colocar pega en las 2 pestañas superiores pequeñas para cerrar la base	Corte o Pinchazos Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
7	Colocar la caja en la paleta	Perdida de equilibrio Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo Movimientos de dorso flexión	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
8	Amarrar las cajas paletizadas	Corte o Pinchazos Caída en un mismo nivel Movimiento Repetitivo	Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	Mantenga Orden y Limpieza Tenga cuidado con la manipulación de objetos
9	Transferir al almacén de PT		Botas de Seguridad Lentes de seguridad Braga de protección Casco de Seguridad	



PROPUESTA N° 7: Implementar la herramienta 5´S en el área.

La metodología 5´S es una estrategia que permite desarrollar planes sistemáticos para mantener permanentemente la clasificación, orden y limpieza de áreas de trabajo, trayendo mejoras en la productividad, seguridad, clima laboral, motivación del personal y en consecuencia en la competitividad de la empresa.

Específicamente con la implementación de la metodología 5´S se logró:

- Mejorar el ambiente de trabajo, con la eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo y derrames de pinturas y materiales.
- Crear las condiciones que permitan prolongar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente de la persona que opera la maquina.
- Mejorar la integración del personal e incrementar su sentido de pertenencia a la empresa, dada la intervención de estos en el cuidado del sitio de trabajo para lograr un incremento en su moral de trabajo.
- Disponer de ayudas visuales (gerencia visual) como tarjetas, identificaciones de partes y piezas, cartelera de información que permitirán facilitar al personal realizar su trabajo, dado que servirán de recordatorio constante de cómo es la forma adecuada de hacerlo.

La implementación de la metodología en el área de producción de pinturas automotrices de reacabado en presentaciones de galones y cuartos de galones se divide en dos etapas:

- Planificación.



- Ejecución.

La etapa de Planificación consistió en la reunión con el personal del área para la formación de un equipo de trabajo que se encargó de llevar a cabo todas y cada una de las etapas de las 5S`s. Se definieron el conjunto de actividades a seguir para la consecución de la metodología, que a continuación se presentan:

Tabla N° 17. Planificación de Implementación de la Metodología 5´S.

	Actividad	Fecha	Observación
	Charla sobre la importancia de la aplicación de la metodología a los operarios del área	05/02/2009	Se expuso la importancia y los beneficios que conlleva la aplicación de las 5S en un área de trabajo, resaltando no sólo los beneficios de producción sino los que trae al personal.
	Diseño e impresión de tarjeta	10/02/2009	Se diseñaron dos tarjetas de identificación: una amarilla para objetos necesarios y otra roja para objetos innecesarios
1S	Clasificación del Área con las tarjetas de identificación	11/02/2009	Se identificaron todos los objetos, equipos, herramientas que estén en el área de la línea utilizando las tarjetas amarillas y rojas
	Registro y cuantificación de elementos necesarios e innecesarios	11/02/2009	Formato que permitirá a la empresa llevar un control de la aplicación de la metodología
	Eliminar elementos innecesarios	11/02/2009	Reubicar o desechar elementos y objetos que no se utilizan en el proceso de producción pero están en el área sin motivo alguno
2S	Ordenar e identificar los objetos, herramientas y el área de trabajo.	11/02/2009	Se utilizan herramientas de la gerencia visual para identificar las herramientas, partes de equipos y ordenar el área de trabajo
3S	Limpieza del área, de los equipos y herramientas de trabajo	12/02/2009 Y 13/02/2009	Mantenimiento de la latonería de los equipos, repintado de los rallados de seguridad, limpieza de los pisos y del área en general.
4S Y 5S	Diseño de tarjetas y formatos que indiquen la forma de realizar el mantenimiento continuo que permita un área de trabajo ordenada, limpia y segura	DESDE EL 17/02/2009 AL 20/02/09	Utilizar la gerencia visual para el diseño de unas tarjetas o cartillas plastificadas que estarán dispuestas en el área donde está implementando la metodología.

La etapa de ejecución no es más que llevar a cabo las actividades expuestas en la tabla N° 17.

Previo al inicio de la implementación de la metodología se diseñaron las tarjetas se presentan en la figura N° 36. La figura 36A presenta la tarjeta amarilla para artículos necesarios, ésta se utilizó para identificar todas aquellas, herramientas, partes, suministros, equipos y máquinas, equipos e implementos de seguridad y materias primas que se utilizan dentro del proceso de producción. Esta tarjeta posee casillas que deben ser llenadas con información suministrada por la persona realizando la clasificación, dicha información permitió llenar el formato de registro para la empresa (ver tabla N° 18 formato de registro de Elementos del Área) . En la figura 36B se presentan las tarjetas rojas, estas se utilizan para identificar todas aquellas condiciones molestas del área, todos los equipos, herramientas, partes y materiales que están en el área pero que no se utilizan en el proceso de producción. La información que se suministra en la tarjeta permite clasificar que se va a hacer con el elemento: desechar, almacenar en otra área, vender, transferir, entre otras.

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; background-color: yellow;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tarjeta Amarilla</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Artículo necesario</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Área de Trabajo:</td> <td style="width: 50%;">Tarjeta Número:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Descripción del Artículo:</td> </tr> <tr> <td>Cantidad:</td> <td>Fecha:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Razón por la que se etiquetó:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Acción sugerida:</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">A</p>	Tarjeta Amarilla		Artículo necesario		Área de Trabajo:	Tarjeta Número:	Descripción del Artículo:		Cantidad:	Fecha:	Razón por la que se etiquetó:		Acción sugerida:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; background-color: red; color: white;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tarjeta Roja</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Artículo no necesario</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Área de Trabajo:</td> <td style="width: 50%;">Tarjeta Número:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Descripción del Artículo:</td> </tr> <tr> <td>Cantidad:</td> <td>Fecha:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Razón por la que se etiquetó:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Acción Sugerida:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> 1. Desechar 2. Almacenar 3. Vender/Transferir 4. Otro (Especifique) _____ </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">B</p>	Tarjeta Roja		Artículo no necesario		Área de Trabajo:	Tarjeta Número:	Descripción del Artículo:		Cantidad:	Fecha:	Razón por la que se etiquetó:		Acción Sugerida:		1. Desechar 2. Almacenar 3. Vender/Transferir 4. Otro (Especifique) _____	
Tarjeta Amarilla																															
Artículo necesario																															
Área de Trabajo:	Tarjeta Número:																														
Descripción del Artículo:																															
Cantidad:	Fecha:																														
Razón por la que se etiquetó:																															
Acción sugerida:																															
Tarjeta Roja																															
Artículo no necesario																															
Área de Trabajo:	Tarjeta Número:																														
Descripción del Artículo:																															
Cantidad:	Fecha:																														
Razón por la que se etiquetó:																															
Acción Sugerida:																															
1. Desechar 2. Almacenar 3. Vender/Transferir 4. Otro (Especifique) _____																															

Figura N° 36. Etiquetas para aplicar la clasificación de elementos



Pasos a seguir para implementar las 5´S en el área de trabajo:

PASO # 1: Seiri (Clasificar)

Este paso se basó en la clasificación de los implementos, herramientas y productos que se encuentran en el área de trabajo. Estos se clasificaron en: Necesarios e Innecesarios utilizando las etiquetas mostradas en la figura N° 36.

Se recomendó a la persona encargada de hacer la clasificación tener en cuenta para los elementos innecesarios:

- Deterioro en los equipos de protección personal como: guantes desgastados, tapa boca rotos, delantales viejos, manchados y rotos.
- Desperdicios de envases provenientes de los productos químicos utilizados en el proceso como: potes de pintura, lubricantes, pigmentos, etc.
- Partes viejas o desgastadas como láminas metálicas oxidados, correas y cables desgastados.
- Herramientales oxidados o deterioradas.
- Áreas deterioradas.

Luego de clasificados los elementos, se asignó a uno de los miembros del equipo 5´S a llenar el formato que se presenta a continuación en la tabla N° 18. Luego de que se llenaron los formatos con información sobre los artículos de la línea, se procesó la información y se obtuvo como resultado que de los 52 artículos evaluados el 59.61 % de los artículos son necesarios para el área de trabajo, el resto son innecesarios dentro de los cuales el 61.90 % fueron desechados, 28.57 % fueron almacenados y el 9.52 % restantes trasferidos a otra área.



Tabla N° 18. Formato para Clasificación de Artículos (SEIRI)

FORMATO PARA CLASIFICACIÓN DE ARTÍCULOS (SEIRI)								
REGISTRO DE ELEMENTOS ACTUALES			FECHA		CONTROL N°			
RESPONSABLE					ÁREA			
ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	CANTIDAD	CLASIFICACIÓN				OBSERVACIONES	
			NECESARIO	INNECESARIO				
				DESECHAR	ALMACENAR	VENDER		OTRO



A continuación se enlistan algunos de los artículos innecesarios que fueron desechados:

- Lentes de seguridad dañados.
- Manguera de succión de químicos inservible.
- Embudo plástico.
- Brocha para estencil desgastada.
- Envase contenedor de pega blanca dañado con pega blanca endurecida.
- Destornillador partido en el área de la paleta.
- Válvula neumática 5-2 inservible.
- Empacaduras usadas
- Brocha para pared endurecida por falta de eliminación de restos de pintura.
- Etiquetas viejas inservibles.
- Guantes de carnaza desgastados.

PASO # 2: SEITON (ORDEN)

Una vez que se determinaron los artículos que permanecerán en el área procedió a ubicarlos según su frecuencia de uso. En la figura N° 37 se presenta el criterio utilizado para determinar la ubicación de los objetos:



Figura N° 37. Ubicación según frecuencia de uso.

Básicamente se busca determinar y establecer el lugar donde debe ir cada casa, como dice el dicho: “*Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar*”.

Una vez definido el lugar que lleva cada elemento se identificó (equipos, partes, piezas, herramientas) y delimitaron las áreas de forma que sirva de ayuda visual para su identificación en cualquier momento, y además sirve como control si algún elemento no está en el lugar al cuál le fue asignado.

La identificación se realizó mediante avisos plastificados con el nombre de identificación del elemento. Para los elementos ubicados en el estante del área, se utilizó avisos plastificados tamaño carta indicativos de que material se encuentra en cada tramo del estante y la frecuencia de uso de cada tramo, como el que se presenta a continuación:

<p>1er tramo: elementos que se utilizan varias veces al día Mecatillo Mascarilla Nitromer Mangas Filtrantes Carpeta con formatos de: Solicitud de Mangas, Auditorias de 5S, Formato para estatus de los tanques, Formato para transferir productos al almacén de PT Carpeta con manual de la línea . Volteadores</p>
<p>2do tramo: elementos que se utilizan varias veces a la semana. Repuesto para pintura de estencil Pintura para corregir errores en marcas con estencil Cinta Métrica Formato para estatus de los tanques Empacaduras</p>
<p>3er tramo: elementos que utilizan algunas veces al mes. Lata de Pintura para marcado del área (color amarilla) Lata de Pintura azul para recubrimiento de equipos Tirro blanco para delimitar áreas Lata de Cera para el piso</p>
<p>4to tramo: elementos que se utilizan algunas veces al año Manguera de succión de químicos (repuesto) Válvulas de repuesto. Implementos de Seguridad de repuesto (lentes, guantes, mascarillas)</p>

Figura N° 38. Clasificación en el Estante.

Se puede observar que ahora en el tramo superior del estante estarán las mangas filtrantes, de forma que es una mejora que beneficia los tiempos de producción debido a que se eliminan recorridos innecesarios repetidas veces al día hasta el almacén ubicado a 54 metros de la línea, la búsqueda de la manga tomaba en promedio 15 minutos por vez. Se planifica la búsqueda de mangas una vez a la semana, para reabastecer las mangas disponibles en el área. Para ello se diseñó el siguiente formato que debe llenar el departamento de planificación de la



producción, donde indica el producto a fabricar y por ende el micronaje de la manga a usar. El formato debe ser llenado todos los jueves, de forma que los días viernes los operarios puedan reabastecer su área con las mangas a utilizar la semana siguiente:

Tabla N° 19. Formato de Solicitud de Mangas

FORMATO DE SOLICITUD DE MANGAS			
AUTORIZADO POR			
FECHA		LÍNEA	
	Producto	Tipo de Manga	Observación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			



En cuanto a los elementos que deben estar cerca del operario porque su uso es muy frecuente están dispuestos en una placa en la pared (ver propuesta de mejora N° 5)

PASO # 3: SEISO (LIMPIEZA)

Una vez comprendidas y desarrolladas las dos fases anteriores, se ejecutó una limpieza total del área. Con esta limpieza se buscó que el área quedara como nueva, por lo que requirió: pintar paredes, pintar equipos, desmanchar pisos, repintar línea de los pisos, barrer, eliminar polvo, etc.

Se siguieron las siguientes actividades:

- Se tomaron fotografías del estado de antes de la implementación de la tercera S.
- Se hizo una limpieza general con la escoba y trapeadores.
- Se corrigió cualquier lugar sucio que se descubra durante la limpieza. Un piso irregular dificulta la transportación, raspar con espátula derrames de pintura endurecidos en el piso.
- Repintado de equipos, desmanchado y eliminación de óxido.
- Se realizó la limpieza de las paredes, y mantenimiento con pintura.
- Se actualizó el rayado de los pisos y se reacondicionó del existente.
- Se eliminaron de manchas y pintura derramada de toda el área.
- Se eliminaron restos de pintura, solvente y/o resina seca sobre herramientas.
- Se tomaron fotografía después de que se limpió el área.

Debido a políticas de seguridad de información y confidencialidad de la empresa no se pueden mostrar todos los cambios que se realizaron en el área.

A continuación se presentan las fotos de antes y después de la limpieza del filtro portamangas del sistema de llenado.

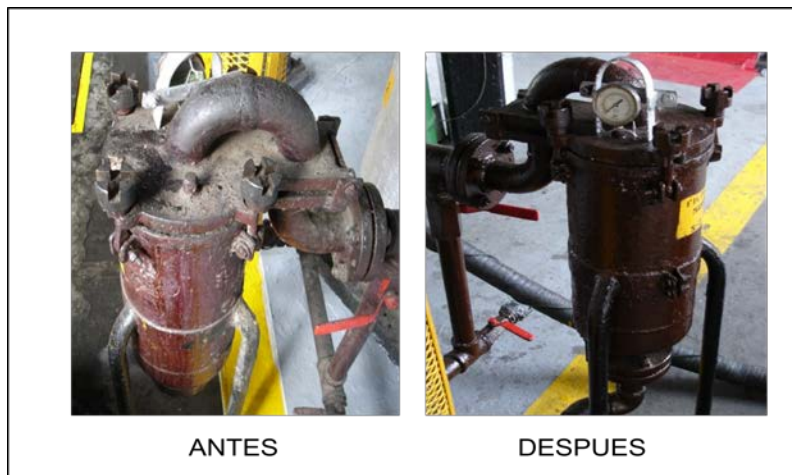


Figura N° 39. Antes y Después de la Limpieza del Área.

Como se puede observar en la figura N° 39, se eliminaron las manchas en la superficie del porta manga, se repintó y se identificó. Adicionalmente se limpio el piso a su alrededor.

PASO # 4. SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN - CONTROL VISUAL)

Esta S implica que en el área de trabajo se haga de las tres fases anteriores un NUEVO ESTÁNDAR de trabajo. Por lo que se documentó las prácticas de trabajo para dar conocimiento de la manera correcta de hacer las cosas. Mediante el diseño de formatos o tarjetas de control visual se logró mantener a la vista de todos la forma como se deben hacer

las cosas, la forma como debe estar organizada el área y mostrar el área de trabajo limpia.

Estas tarjetas de control sirven de recordatorio para que se hagan las cosas bien y permiten identificar desviaciones de las prácticas de trabajo estándares.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de ayudas visuales que fueron colocadas en el área:



Figura N° 40. Ejemplo de Ayuda Visual.

Adicionalmente con la utilización de una pistola etiquetadora suministrada por el departamento de mantenimiento se identificaron:

- Las partes de la etiquetadora como se presentó en la propuesta de mejora N° 2 (ver figura N° 27)
- El panel de control de la llenadora (ver figura N° 26)



Utilizando estencils se re-identificaron las tuberías del manifold, dado que su identificación original no se apreciaba debido a la falta de limpieza de las mismas.

PASO # 5. SHITSUKE (DISCIPLINA Y HÁBITO)

Básicamente consiste en “mantener lo logrado en las fases anteriores”. Para ello se formalizaron acciones que deben tomarse como parte del trabajo diario que permitan conservar los cambios logrados con las 4 S aplicadas.

Se estableció que el día de cierre de cada mes se debe llevar a cabo una auditoria en el área con el fin de verificar si se mantienen los cambios implementados con la metodología. A continuación en la tabla N° 20 se presenta el formato propuesto con el que se realizarán las auditorias de seguimiento:

Tabla N°20. Formato de auditoría para Seguimiento de 5S

FORMATO DE AUDITORÍA PARA SEGUIMIENTO DE 5S		
LINEA: _____		FECHA / / .
Ítem	¿Se Mantiene?	OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES
Clasificación	SI____ NO____	
Orden	SI____ NO____	
Limpieza	SI____ NO____	
Estándares	SI____ NO____	
Conclusión de la Auditoria		
Realizada por:		



En sí, el proceso de las 5´S eleva la moral de los trabajadores y aumenta la eficiencia de la empresa. No sólo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y más rápida entrega de productos, cualquiera de los cuales, hace a la empresa más remunerativa y competitiva en el mercado.

PROPUESTA Nº 8: Adquisición de equipos de limpieza para que se dispongan en el área.

La línea no dispone de equipos propios de limpieza, como escoba, tobo metálico lava mopas con exprimidor, mopa, trapos, recogedor con mango, etc. lo que genera incomodidad y molestia al personal cuando necesitan limpiar su área de trabajo, ya que, deben buscar a lo largo de la planta un equipo de limpieza, dado que, los dos que están disponibles los comparten con otras 4 líneas y no tienen ubicación establecida ni fija.

En el año 1998 en Japón específicamente en la planta de Brigestone Firestone en la ciudad de Kurume, se creó una filosofía japonesa a la que denominaron *“Mi Máquina”*. Dicha filosofía busca que los operadores cuiden a la máquina con la que trabajan y el área donde trabajan como si fueran su propia casa, tratando de llevar el principio de que al sentirse tan bien en el trabajo como se sienten en su casa, van a rendir más y tendrán alto sentido de pertenencia. Se busca motivar al personal en que participen en el mantenimiento de sus máquinas como si fuera el de sus propias casas.

Implementar la filosofía *“Mi Máquina”* es un complemento, a la quinta S de la metodología 5´S, debido a que ambas fomentan un área de trabajo

limpia y ordenada a lo largo del tiempo. Se va a convertir en una herramienta que ayude a que se mantenga el hábito de lo logrado con las 4S que se implementaron.

Teniendo los operarios en la línea sus propios implementos de limpieza, les da facilidad de que se realicen mantenimientos constantes al área y en caso de eventuales derrames de producto puedan ser limpiados de inmediato para evitar daños permanentes en los equipos o en el área.

A continuación en la figura N° 41 se presenta la forma como se dispondrán e identificarán los nuevos implementos del área y en el apéndice N° 10 se puede observar en qué lugar del área de trabajo se fijara la posición de los implementos de limpieza:



Figura N° 41. Disposición de implemento de Limpieza en el Área

La zona delimitada en el apéndice N° 10, representará un área del suelo de 2,30 metros x 0,8 metros pintada de color verde. Adicionalmente en la pared se delimita el área donde están colgados la escoba, el recolector y la mopa, y es un área de 2,30 metros x 1,50 metros, e igualmente pintada de color verde.



Situación Actual Vs Situación Propuesta

La situación propuesta representa el estado de la línea en el momento que se hayan terminado de implementar todas y cada una de las propuestas de mejoras para eliminar las fuentes de desperdicios.

En la tabla N° 21 se presenta la cuantificación del impacto que tendrá la implementación de las mejoras. Se presentan cuantitativamente diversos indicadores de gestión que brindaron la suficiente información para determinar cuál es el incremento en el nivel de producción que se generará con la implementación de cada propuesta.

TABLA N° 21. Situación Actual Vs Situación Propuesta

	INDICADOR	SITUACION ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA	INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA
PROPUESTA N° 1	Tiempo de parada por espera de la etiquetadora	132 min/jornada	0 min/jornada	1,02
	Tiempo de encajado después de etiquetado para llevar a la línea	30 min/jornada	0 min/jornada	
PROPUESTA N° 2	Tiempo de la puesta a punto	42 min por cambio de presentación	18 min por cambio de presentación	0,11
PROPUESTA N° 3	Tiempo de Paradas de los Equipos	11 horas/mes	4,70 horas/día	0,13
PROPUESTA N° 4	Tiempo de espera por estaciones de mezcla	97 min/jornada	0 min/jornada	0,73
	Reducción de recorridos promedios	24 metros/vez	13 metros/vez	
PROPUESTA N° 5	Tiempo promedio de búsqueda de herramientas de trabajo	23 min/jornada	8 min/ jornada	0,08
PROPUESTA SN° 6,7 Y 8	Reducción del Tiempo de Búsqueda de Mangas	15 min/vez	0 min/vez	0,16



Continuación Tabla N° 21. Situación Actual Vs Situación Propuesta

	Reducción del Tiempo de Búsqueda de Equipos de Limpieza	20 min/vez	4 min/vez	
INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS				2,23
PRODUCCIÓN PROMEDIO DIARIA ESPERADA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS				5,43

El objetivo de la investigación fue lograr llevar el nivel de producción diario a 5 lotes de productos al día, y con la implementación de todas las propuestas se supera esa meta en un 8,9 %.



EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS

Esta sección muestra los costos asociados a la implementación de las propuestas, así como los beneficios que de ellas se derivan, logrando de esta forma establecer una relación costo-beneficios, que permite determinar el tiempo de pago de la inversión en las mismas.

La evaluación económica de las propuestas es el punto decisivo sobre la inversión o no en las propuestas de mejoras. En sí, es la forma de realizar la justificación económica a partir de los ahorros, beneficios y ganancias en contraste con el costo de implementación, que permiten la toma de decisión por parte de la empresa en estudio sobre el camino a seguir.

PROPUESTA N° 1: Incorporar a la línea su propio equipo de etiquetado

Los costos en los que se incurren para la implementación de la propuesta, se muestra en la tabla N° 22:

Tabla N° 22. Costo de Implementación.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Re-potenciar equipo	Unid	16.937,00	1	16.937,00
Fabricación de Volteadores	Unid	1.123,00	4	4.492,00
Costos Operativos	hr-hb	18,03	54	973,50
				22.402,50

*Datos suministrados por el Dpto. de Mantenimiento.

**Beneficios:**

En la línea antes de la incorporación de la etiquetadora, existían paradas a causa de que los operarios tenían que esperar hasta que la línea utilizando la etiquetadora terminara para estos comenzar la actividad. En promedio las espera eran de 2,22 hr al día. Con la implementación de la propuesta este tiempo se vuelve productivo, y se utilizará para la fabricación de nuevo lotes de producto, en pocas palabras se reduce en un 100 % los tiempos de espera por equipo de etiquetado ocupado. Por otro lado el eliminar realizar la actividad de etiquetado en otro departamento, implica eliminación de los tiempos de encajado de latas etiquetadas y traslados a la línea.

A continuación en la tabla N° 23, se presentan los ahorros generados con la implementación de la mejora:

Tabla N° 23. Ahorro generados al implementar la mejora.

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/DIA)
Disminución en un 100% de los tiempo de parada de la línea por espera de la etiquetadora	hr/día	2,22	108,17	239,77
Eliminación en un 100% del tiempo de encajado para salir del departamento de etiquetado y traslado a la línea	hr/día	0,50	108,17	54,08
Aumento de la Producción diaria en 31,96%	lotes/día	1,02	457,52	467,93
				761,78



El tiempo de pago de la propuesta es de 2 meses como se muestra en la tabla N° 24:

Tabla N° 24. Determinación del Tiempo de Pago

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-22.402,50	15.235,58	-7.166,92
-22.402,50	30.471,16	8.068,66
TIEMPO DE PAGO		2 MESES

Cálculos tipo:

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right) \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(2,22+0,5) \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right) \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 1,02 \text{ lotes/día}$$

$$\text{Tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times \text{Número de meses}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -22.402,50 + 761,78 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -7.166,92 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -22.402,50 + 761,78 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 2 \text{ mes} = 8.068,66 \text{ Bs F}$$

PROPUESTA N° 2: Estandarizar la puesta a punto de los equipos de la línea utilizando dispositivos de poka yoke

Los costos relacionados con la estandarización de la puesta a punto de los equipos a través de la implementación de dispositivos a prueba de error se presentan en la tabla N° 25:



Tabla N° 25: Costo de estandarizar puesta a punto de equipos

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Tubo redondo de 1"	unid	750,00	1	750,00
Láminas de hierro pulido de 4 mm de espesor	unid	98,00	1	98,00
Esmaltes para mantenimiento industrial (azul, rojo, gris) (1/4 galón)	unid	39,00	3	117,00
Personal de Construcción	hr-hb	20,39	18	367,10
Personal de la Línea	hr-hb	18,03	54	973,50
				2.305,60

*Datos suministrados por el Departamento de Compras.

Beneficios:

- La puesta a punto de los equipos se realizaba bajo el criterio del operario que la estuviese realizando, por ensayo y error básicamente. Esto generaba que en promedio hacer la puesta a punto de todos los equipos de la línea tomase 42 minutos. Con la implementación de la propuesta se logra reducir en 43,67 % el tiempo con que se lleva a cabo la puesta a punto.
- Se tiene un método estándar para realizar la puesta a punto, con lo que se puede entrenar a personal nuevo en como manipular los equipos.

A continuación en la tabla N° 26, se presentan los ahorros generados con la implementación de la mejora:



Tabla N° 26. Ahorros a partir de la implementación de la mejora

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/DIA)
Disminución en un 43,67% el tiempo de la puesta a punto de los equipos de la línea	min/día	18,34	1,80	33,07
Aumento de la producción diaria en un 3,39 %	Lotes	0,11	457,52	49,73
				82,79

El tiempo de pago de la mejora será de 2 meses, como se muestra a continuación:

Tabla N° 27. Tiempo de Pago de la propuesta.

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-2.305,60	1.655,86	-649,74
-2.305,60	3.311,73	1.006,13
TIEMPO DE PAGO		2 MESES

Cálculos Tipo:

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{\text{hr}}{60\text{min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(18,34) \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{\text{hr}}{60\text{min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 0,11 \text{ lotes/día}$$

$$\text{Tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times \text{Numero de meses}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -2.305,60 + 82,79 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -649,74 \text{ Bs F}$$



$$\text{T tiempo de pago: } -2.305,60 + 82,79 \frac{\text{Bs F}}{\text{dia}} \times 20 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} \times 2 \text{ mes} = 1.006,13 \text{ Bs F}$$

PROPUESTA N° 3: Plan de Mantenimiento Preventivo.

Los requerimientos para planificar el plan de mantenimiento preventivo se muestra a continuación:

Tabla N° 28. Costo de Implementar el Plan de Mantenimiento Preventivo.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Reunión con miembros del departamento de mantenimiento y operarios del área para definir el tipo de mantenimiento a realizar y a que equipos*	hr-hb	18,03	24,00	432,67
				432,67

*Se consideraron como costos las horas hombre que se requirieron en las reuniones con los miembros del dpto. de mantenimiento y el personal de la línea para determinar a qué equipos se le realizará el mantenimiento y con qué frecuencia.

Beneficios:

- Mejorar el funcionamiento de los equipos de forma de evitar fallas, que generen paradas no programadas de la línea, según registros de la empresa la línea presenta en promedio 11 horas paradas al mes a causa de paradas por fallas en los equipos, de las cuales 6,30



horas son a causa de falta de mantenimiento preventivo de los equipos.

- El realizar mantenimiento preventivo de los equipos permitirá prolongar la vida útil de los equipos.

Tabla N° 29. Ahorro generado al implementar la propuesta

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/mes)
Reducción en 57,27 % de los tiempo de paradas de los equipos de la línea	hr	6,30	108,17	681,45
				681,45

El tiempo de pago de la propuesta es de 1 mes, su determinación se presenta a continuación,

Tabla N° 30. Tiempo de pago de la propuesta.

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-432,67	681,45	248,78
TIEMPO DE PAGO		1 MES

**Cálculos Tipo:**

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{hr}}{\text{mes}}\right) \times 3,2 \left(\frac{\text{lotas}}{\text{día}}\right) \times \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}}}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(6,30) \left(\frac{\text{hr}}{\text{mes}}\right) \times 3,2 \left(\frac{\text{lotas}}{\text{día}}\right) \times \frac{1 \text{ mes}}{20 \text{ días}}}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 0,11 \text{ lotas/día}$$

$$\text{Tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{Mes}} \times \text{Numero de meses}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -432,67 \text{ Bs F} + 681,45 \frac{\text{Bs F}}{\text{Mes}} \times 1 \text{ mes} = 248,78 \text{ Bs F}$$

PROPUESTA N° 4: Incorporar Motores a los tanques portátiles que Carezcan de ellos y Reacondicionar el Área de Mezcla de la Línea.

En la tabla N° 31 se presentan los requerimientos para incorporar a los tanques portátiles motorreductores y su asignación de un lugar de mezcla:

Tabla N° 31. Costos de los Requerimientos.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Arrancador en caja	unid	315,90	6	1.895,40
Sello contrafuego (hembra-hembra)	unid	33,15	6	198,90
Tomacorriente anti explosión	unid	1.855,60	6	11.133,60
Conector Macho para toma Corriente	unid	661,70	6	3.970,20
Cable N-T para exteriores	metros	27,65	100	2.765,00
Cable SPT	metros	21,50	100	2.150,00



Continuación Tabla N° 31. Costos de los Requerimientos.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Tubería Aluminio Tipo Conduit	metros	22,90	100	2.290,00
Condulet tipo T	unid	14,59	3	43,77
Condulet LBY	unid	14,49	6	86,94
Uniones Universales	unid	17,00	6	102,00
Codos para Tubería tipo Conduit	unid	13,50	18	243,00
Cable S-T	metros	29,10	36	1.047,60
Conector Macho para toma Corriente	unid	661,70	6	3.970,20
Acople Omega Element Estándar Desing	unid	135,00	6	810,00
Motor-Reductor antiexplosión	unid	3.789,00	6	22.734,00
Base de soporte de motor-reductor	unid	575,00	6	3.450,00
Personal de Construcción	hr-hb	20,39	72	1.468,40
Personal de la línea		18,03	432	7.788,00
				66.147,01

*Datos suministrados por el Dpto de compras de la empresa, Gedisa, Suministros Atlas.

Beneficios:

- Se reducen los recorridos realizados en planta trasladando a los tanques portátiles, lo que genera una reducción del 74,67 % de los tiempos de duración de los recorridos.
- Se elimina en un 100% los tiempos de espera a causa de que las estaciones de mezcla están ocupadas por tanques portátiles de otras líneas, lo que implica 97 minutos en promedio que se utilizan para incrementar la producción.



Tabla N° 32. Ahorros al implementar la mejora.

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/DIA)
Reducción en un 100% de los tiempos de espera por estaciones de mezcla	min/día	97,00	1,80	174,87
Reducción de tiempos de recorridos en un 74,67%	min/día	26,58	1,80	48,46
Incremento de la producción en 22,94%	lotes/día	0,73	457,52	335,87
				559,20

El tiempo de pago de la propuesta es de 6 meses, y se determinó de la siguiente forma:

Tabla N° 33. Tiempo de pago

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-66.147,01	11.184,01	-54.963,00
-66.147,01	22.368,03	-43.778,98
-66.147,01	33.552,04	-32.594,97
-66.147,01	44.736,05	-21.410,96
-66.147,01	55.920,07	-10.226,94
-66.147,01	67.104,08	957,07
TIEMPO DE PAGO		6 MESES

**Cálculos Tipo:**

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right) \times 3,2 \left(\frac{\text{lotos}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(97+26,58) \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotos}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 0,73 \text{ lotos/día}$$

$$\text{Tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times \text{Numero de meses}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -54.963,00 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 2 \text{ mes} = -43.778,98 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 3 \text{ mes} = -32.594,97 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 4 \text{ mes} = -21.410,96 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 5 \text{ mes} = -10.226,94 \text{ Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -66.147,01 + 559,20 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 6 \text{ mes} = 957,07 \text{ Bs F}$$

PROPUESTA N° 5: Implementar dispositivo de sujeción de herramientas de trabajo.

En la tabla N° 34 se muestran los requerimientos para el diseño y construcción del dispositivo de sujeción de herramientas de trabajo:



Tabla N° 34. Costos de Implementar la Propuesta.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Tablón compuesto de virola de 18mm de espesor	unid	657,80	1	657,80
Galón de esmalte blanco	unid	79,00	1	79,00
Ganchos de alambre para madera (1"x18 unid)	unid	25,99	3	77,97
Personal del Taller de Construcciones	hr-hb	20,39	45	917,75
				1.732,52

*Datos suministrados por EPA

Beneficios:

- Promueve el orden y limpieza
- Facilita la ubicación de las herramientas de trabajo.
- Control de manipulación de herramientas.
- Disminuye los tiempos de búsqueda de herramientas en un 60%.

Tabla N° 35. Ahorros generados al implementar la propuesta.

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/DIA)
Se reducirá en 60 % el tiempo de búsqueda de herramientas de trabajo	min/día	13,80	0,30	4,15
Incremento de la producción en 3,40 %	lotes/día	0,08	457,52	37,41
				41,56



El tiempo de pago de la propuesta es de 3 meses, y se determinó de la siguiente forma:

Tabla N° 36. Tiempo de Pago.

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-1.732,52	831,23	-901,29
-1.732,52	1.662,45	-70,07
-1.732,52	2.493,68	761,16
TIEMPO DE PAGO		3 MESES

Cálculos Tipo:

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{\text{hr}}{60\text{min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(13,80) \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotes}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 0,08 \text{ lotes/día}$$

$$\text{Tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times \text{Numero de meses}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -1.732,52 + 41,56 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -901,07 \text{Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -1.732,52 + 41,56 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 2 \text{ mes} = -70,07 \text{Bs F}$$

$$\text{Tiempo de pago: } -1.732,52 + 41,56 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 3 \text{ mes} = 761,16 \text{Bs F}$$

PROPUESTA N° 6, N° 7 y N° 8: Redactar Manual de Procedimientos de la Línea, Implementar la herramienta 5 S en el área y Adquisición de equipos de limpieza para que se dispongan en el área.

A continuación se presenta la lista de requerimientos para poder implementar las mejoras:



Tabla N° 37. Costo de implementar las mejoras.

RECURSO	UNIDAD	Costo Unitario* (Bs F/unidad)	CANTIDAD	Costo Total (Bs F)
Resma de Papel	Unid	29,00	1	29,00
Cartucho de tinta negra	Unid	143,00	1	143,00
Cartucho de tinta color	Unid	168,00	1	168,00
Laminas de Cartulina (amarillas y rojas)	Unid	2,00	4	8,00
Material para plastificación (100 unid)	Unid	187,00	1	187,00
Personal de la Línea	hr-hb	18,03	486	8.761,50
Recolector	Unid	48,90	1	48,90
Escoba	Unid	22,49	1	22,49
Mopa	Unid	19,9	1	19,90
Tobo Metalico lava Mopa	Unid	279	1	279,00
Repuesto de Mopa	Unid	17,89	6	107,34
Pintura de Pared (gris)	cuñete	243	1	243,00
Esmalte Industrial (azul)	galon	135	1	135,00
Pintura para piso (amarilla)	galon	89	1	89,00
Pintura de Pared (verde)	galon	93	1	93,00
Brochas para áreas pequeñas 4"	Unid	14,78	3	44,34
Brochas para metales 2"	Unid	7,89	2	15,78
Brochas para grandes áreas 6"	Unid	79	2	158,00
				10.552,25

*Datos suministrados por Epa en línea y Mercado libre.

Beneficios:

- Ambiente limpio y ordenado.
- Organización de equipos y herramientas en el área de trabajo.
- Disminución de condiciones inseguras en el área.



- Facilidad en la identificación de pieza, herramienta y/o equipo dado las señalizaciones visuales dispuestas en el área.
- Motivación e incremento de la moral de los trabajadores, lo que impulsará su sentido de pertenecía.
- Establecimiento de un estándar de trabajo de la línea.

Tabla N° 38. Ahorros al implementar las mejoras.

AHORRO	UNIDAD	CANTIDAD (UNID)	PRECIO UNITARIO (Bs. F/UNID)	AHORROS (Bs. F/DIA)
Reducción en 100% el tiempo de búsqueda de mangas	min/dia	15,00	0,30	4,51
Reducción en un 74,65% el tiempo de búsqueda de equipos de limpieza	min/dia	11,20	0,30	3,36
Incremento de la producción en 4,85 %	lotes/dia	0,16	457,52	71,03
				78,90

El tiempo de pago de la propuesta es de 7 meses, y se determinó de la siguiente forma:

Tabla N° 39. Tiempo de pago.

INVERSIÓN INICIAL (Bs. F)	AHORRO/MES (Bs. F)	TOTAL
-10.552,25	1.577,98	-8.974,27
-10.552,25	3.155,95	-7.396,30
-10.552,25	4.733,93	-5.818,32
-10.552,25	6.311,91	-4.240,34
-10.552,25	7.889,88	-2.662,37
-10.552,25	9.467,86	-1.084,39
-10.552,25	11.045,83	493,58
TIEMPO DE PAGO		7 MESES

**Cálculos Tipo:**

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{\text{Reducción de tiempo } \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{\text{hr}}{60\text{min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotas}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Incremento de la producción: } \frac{(26,20) \left(\frac{\text{min}}{\text{día}}\right) \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times 3,2 \left(\frac{\text{lotas}}{\text{día}}\right)}{8,5 \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right)} = 0,16 \text{ lotas/día}$$

$$\text{T tiempo de pago: } \text{Inversión Inicial} - \text{Ahorro } \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times \text{Numero de meses}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -8.974,27 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -7.396,30 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -5.818,32 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -4.240,34 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -2.662,37 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = -1.084,39 \text{ Bs F}$$

$$\text{T tiempo de pago: } -10.552,25 + 78,90 \frac{\text{Bs F}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{día}}{\text{mes}} \times 1 \text{ mes} = 493,58 \text{ Bs F}$$

Como se puede observar todas las propuestas son rentables, debido a que presentan tiempos de recuperación de la inversión cortos. Las propuestas generan reducciones significativas de tiempo improductivo, de forma de incrementar el nivel de producción de la línea en cuestión.



CONCLUSIONES

- ✓ Las propuestas de mejoras planteadas tuvieron como finalidad eliminar todas aquellas actividades que no le agregan valor al producto, disminuir tiempos ociosos y de paradas en del proceso de producción de pinturas para el reacabado automotriz con el fin de incrementar los niveles de producción en la línea en estudio.
- ✓ La descripción de la situación actual permitió mostrar las condiciones en las que se encontraba la línea al inicio de este estudio; el conocimiento del proceso de producción, de las maquinarias y equipos utilizados, así como de las herramientas y materiales, lo cual permitió realizar un análisis crítico del área y generar propuestas correctivas a las problemáticas identificadas.
- ✓ Con la aplicación de la herramienta del diagrama de Ishikawa, en la problemática de la línea con bajos niveles de producción, se pudo determinar que las principales causas son los excesivos tiempos de paradas, falta de estándares de trabajo para realizar las actividades, falta de orden y limpieza en el ambiente de trabajo y equipos y herramientas insuficientes.
- ✓ A través del análisis de los 5 ¿Por Qué?'s , se disgregaron las causas identificadas con la técnica del diagrama de Ishikawa, lo que permitió identificar por ejemplo que los tiempos prolongados de operación tienen múltiples causas raíces como equipos ocupados por otras líneas de la planta, falta de indicaciones o ayudas visuales para realizar la actividad y falta de mantenimiento preventivo de los equipos.



Adicionalmente se identificó que la causa de que los tiempos de puesta a punto de los equipos fuesen prolongados (,) es debido a que no se ha establecido un estándar de cómo realizarla. Por otro lado se determinó que la línea no presenta condiciones de trabajo adecuadas principalmente por falta de orden y limpieza.

✓ La implementación de la metodología 5S en el área de trabajo de línea generó numerosos beneficios entre los que cabe mencionar: mejor ambiente de trabajo, orden y limpieza del área, incremento del sentido de pertenencia del personal a su área de trabajo, reducción del tiempo asociado a búsqueda de herramientas y materiales lo que se traduce directamente en un aumento en la producción. Se pretendió que la mejora lograda permaneciera en el tiempo por lo cual se propuso la realización de auditorías mensuales del área para verificar que tenga las condiciones óptimas de orden y limpieza ya alcanzadas.

✓ De forma de mantener el área de trabajo siempre limpia, y en las mejores condiciones (para mantener lo logrado con la metodología 5S ya implementada) posible se propuso la adquisición de equipos de limpieza propios para la línea, de forma que esto tengan un lugar fijo de ubicación y se pueda tener acceso a ellos en cualquier momento.

✓ Se desarrollaron métodos estándares de trabajo para la línea. Se estandarizó en un formato donde se presenta de forma detallada la forma correcta de realizar las actividades. Este manual de procedimiento sirve de guía para los operarios y como manual de entrenamiento a todo aquel personal que vaya a ingresar a la línea. En él se presentan cuestiones de seguridad personal y del área, riesgos que implica realizar la actividad y la forma y los equipos de protección personal que requieren los operarios



laborando en el área en cuestión. Se realizó en conjunto el análisis de rentabilidad de la implementación de la metodología 5S, la adquisición de equipo de limpieza y la redacción de un procedimiento estándar de trabajo. Para implementarlas se requirió de una inversión de 10.552,25 Bs., lo que genera ahorro mensuales de 1.577,98 Bs., y el tiempo de recuperación es de 7 meses. Se genera un incremento de 4,85 % en la producción diaria.

✓ La propuesta del diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo permitirá reducir las fallas de los equipos, lo que disminuirá los tiempos de paradas de los equipos de forma de aumentar el tiempo operativo de la línea. Se crearon unos formatos tipo check list donde se enlista los ítems que el departamento de mantenimiento debe verificar en el área, adicionalmente los formatos sirven como control para que los miembros de la línea exijan que se realice el mantenimiento e inspección de sus equipos. El implementar el plan reducirá en un 57,27% los tiempos de paradas de los equipos.

✓ La puesta a punto de los equipos del área se llevaba a cabo a partir de prácticas de ensayo y error, no existía un estándar definido, por esto se propuso un estándar de llevarla a cabo y de forma eficiente, dado que se implementaron dispositivos tipo poka yoke, que sirvieron para establecer estándares prácticos y sencillos de trabajo. Utilizar un método estándar para la puesta a punto permite que el tiempo de la misma se reduzca en un 43,67%, lo que repercute en la producción diaria de forma que se incrementará en 0,11 lotes de productos adicionales a los 3,2 lotes promedios de producción diaria.



✓ Se propuso la creación de un dispositivo de sujeción de herramientas que permite la inmediata ubicación de la herramienta de trabajo que se necesita, y adicionalmente el control visual de las herramientas de trabajo, dado que si no está en su lugar correspondiente resalta a la vista la silueta de la herramienta fuera del dispositivo. Este dispositivo permite la reducción en un 60 % del tiempo invertido en la búsqueda de herramientas de trabajo.

✓ Se incorporó a la línea su propio equipo de etiquetado lo que generó modificaciones en el área de trabajo, pero permitió que el proceso de producción se convirtiera en lineal. Se eliminaron las esperas promedio de 132 minutos por jornada en el área de etiquetado y los traslado y empaquetado innecesario que se realizaba en el área de etiquetado previo al llenado. El nuevo método de trabajo lineal es continuo y se inicia con el llenado de latas, que luego pasan a través de un volteador que permite que sea alimentada a la etiquetadora y luego la lata es encajonada y paletizada. La inversión realizada fue de 22.402,5 Bs., lo que genera ahorros mensuales de 13.471, Bs. y generando un incremento en el tiempo productivo de la línea que se traduce en un incremento de la producción en 0,83 lotes al día. El tiempo de recuperación de la inversión fue de 2 meses.

✓ Se propuso la incorporación de motorreductores a los tanques portátiles que carecen de estos, y la reestructuración del área para asignarles a cada uno un lugar de mezcla a cada uno que sea de uso exclusivo para la línea. Se busca eliminar las demoras que se generan cuando las estaciones de mezclan están ocupadas. Se requerirá una inversión de 66.147,01 Bs. para hacer la implementación. Se espera tener ahorros mensuales de 11.184,01 Bs., lo que permite que la



recuperación de la inversión sea en 6 meses. Con su implementación se logrará incrementar los niveles de producción en 0,73 lotes al día.

✓ Para la empresa todas las propuestas planteadas son de factible implementación ya que cumplen con el criterio de que el tiempo de recuperación de la inversión sea menor a un año, además de aportar el valor intangible pero muy importante de hacer sentir confortable al trabajador, para que realice sus labores diarias de una manera suave, fácil y estandarizada.

✓ Con las mejoras propuestas se consiguió aumentar los niveles de producción de 3,2 lotes al día a 5,43 lotes al día, lográndose superar el objetivo planteado por la investigación de que el que nivel de producción diario de la línea fuese de 5 lotes.



RECOMENDACIONES

- ✓ Culminar la implementación de las propuestas generadas en el presente trabajo de investigación.

- ✓ Hacer seguimiento continuo a las propuestas implementadas, principalmente a la de la metodología 5'S para que los resultados permanezcan en el tiempo.

- ✓ Con las propuestas que ya se han implementado, se determinó que los días de cierre de mes de los meses de febrero y marzo, los niveles de producción promedio superaran 5 lotes día que fue la meta planteada por la gerencia. A partir de estos resultados se ha notado que el personal detiene la línea en el momento que se producen los 5 lotes, de forma que se genera un ocio promedio de 45 minutos día. Se propone generar sistemas de incentivos en cuanto a niveles de producción para motivar al personal a maximizar la producción incluso cuando se haya superado la meta planteada. Estos planes promoverán una sana competencia en la planta logrando motivar al personal debido al incentivo económico que recibirán.

- ✓ Se recomienda que se realice lo antes posibles, para evitar daños a la salud de los operarios, un estudio sobre las concentraciones de químicos en el aire del área, dado que es un área con poca ventilación y no tiene instalada sistema de extracción de vapores, y en el proceso de producción que se lleva a cabo se liberan muchos vapores dado los componentes de la pinturas. Los resultados del estudio se deben cotejar con lo planteado en la norma COVENIN 2253:2001, sobre:



Concentraciones ambientales permisibles de sustancias químicas en lugares de trabajo e índices biológicos de exposición.

✓ Se recomienda impartir entrenamiento a los operarios para que se adapten y sigan el método de trabajo estándar establecido en el manual de procedimiento que se formuló para la línea. Se puede mejorar el entrenamiento de los operarios con la incorporación de entrenamiento utilizando videos.

✓ Actualizar las señales de alertas de seguridad disponibles en la empresa, para lograr una mejor visualización de las mismas.

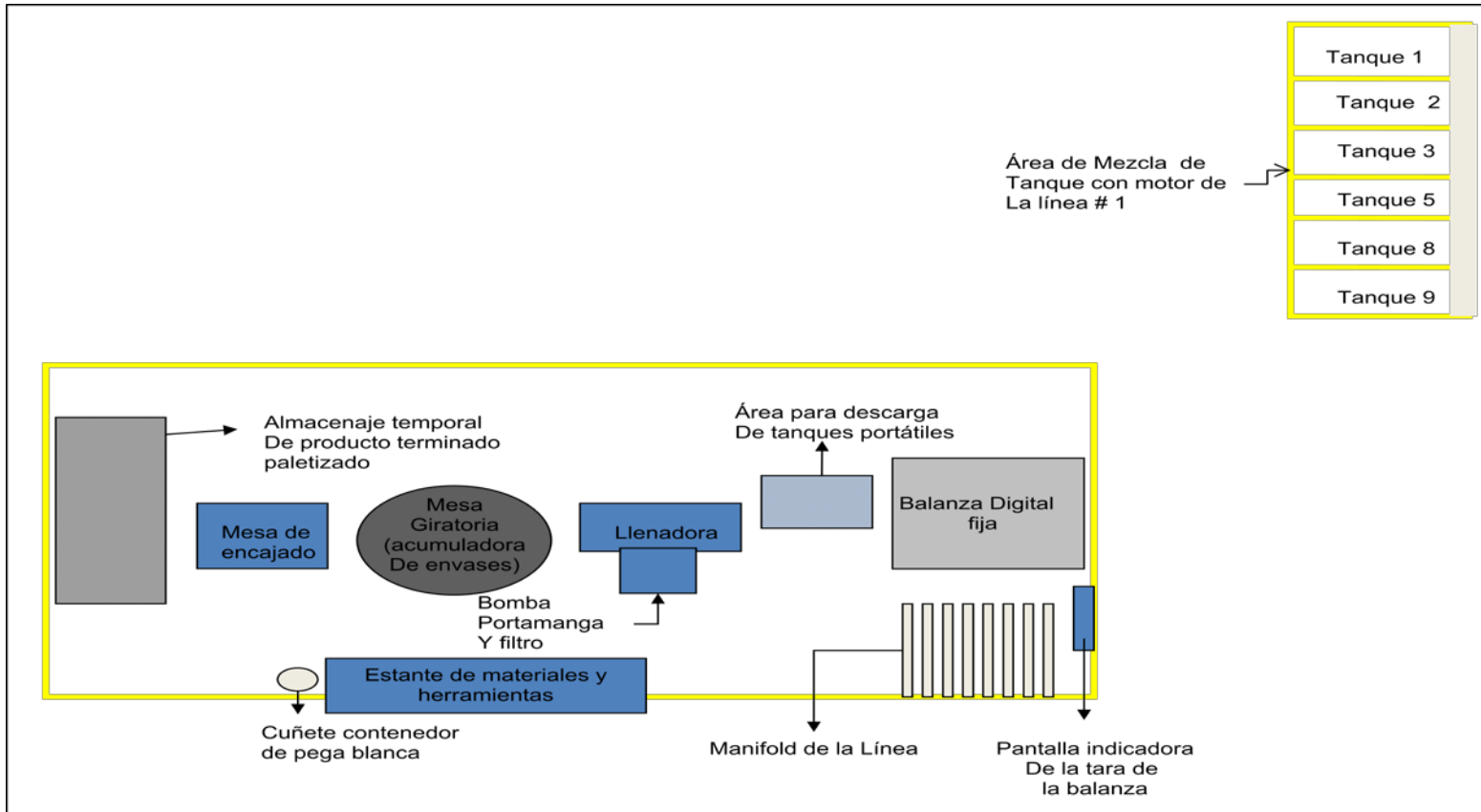
✓ Fomentar el compromiso del personal; de forma que se logre que sea por voluntad propia del personal el mantenimiento de su lugar de trabajo de la mejor forma posible y el cuidar sus equipos; en si se recomienda utilizar como filosofía de trabajo la denominada “*MI Máquina*” creada en Bridgestone Firestone, con la finalidad de incrementar el sentido de pertenencia del personal con su área, para que se sienta como en casa., y por ende cuide su área como si fuera suya.

✓ Realizar al menos una vez al año una revisión exhaustiva de los documentos, procedimientos y formatos de trabajo utilizados en la línea, a fin de actualizarlos con los cambios que se vayan realizando a los procesos, de forma de mantener la estandarización de los procesos.

✓ Se debe crear un concurso o incentivo en la planta que premie a la estación o línea de trabajo que obtenga los mejores resultados en la “Auditoria de 5´S”; es decir; premiar a la estación de trabajo más organizada del mes.

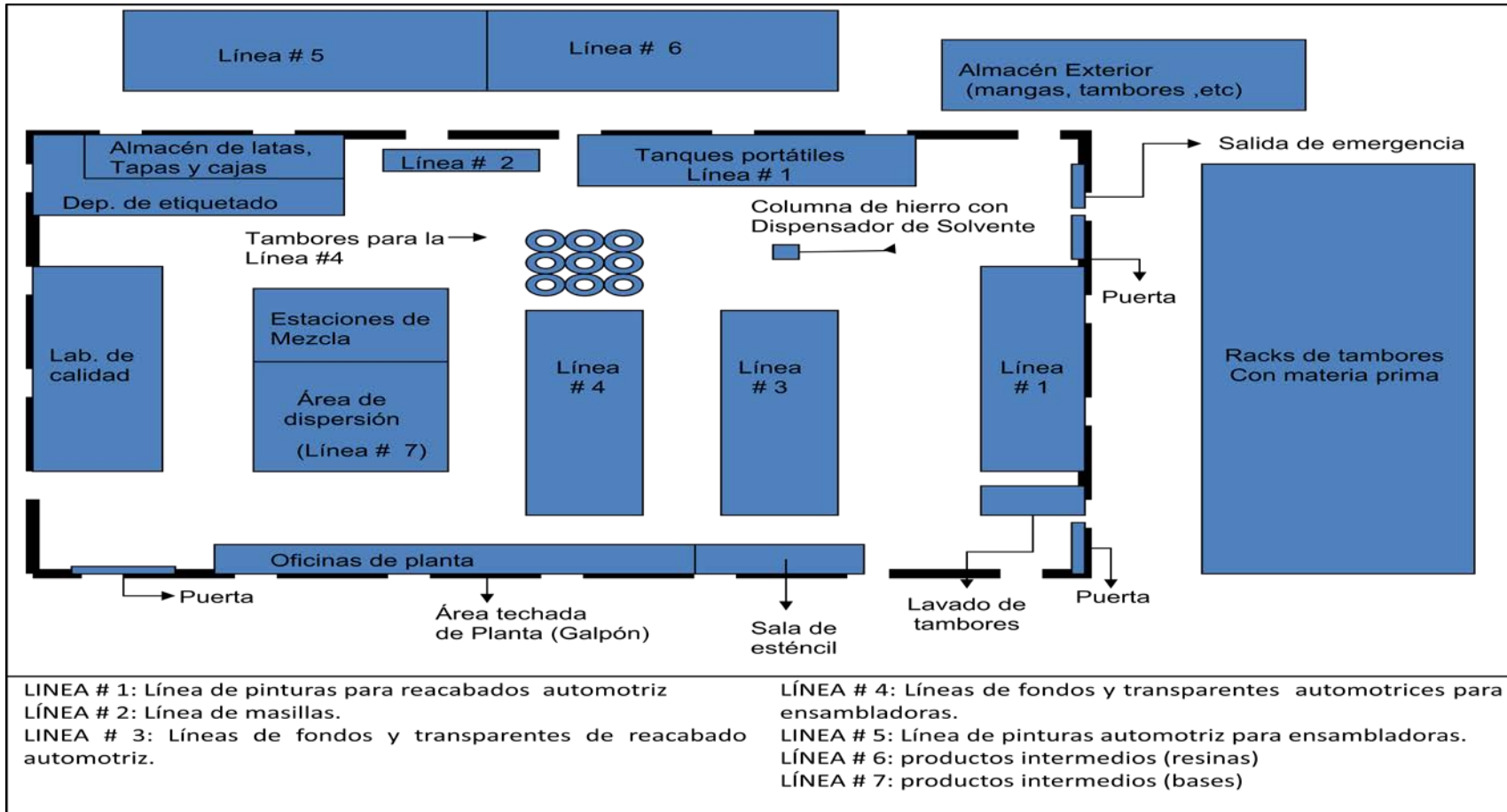
APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1



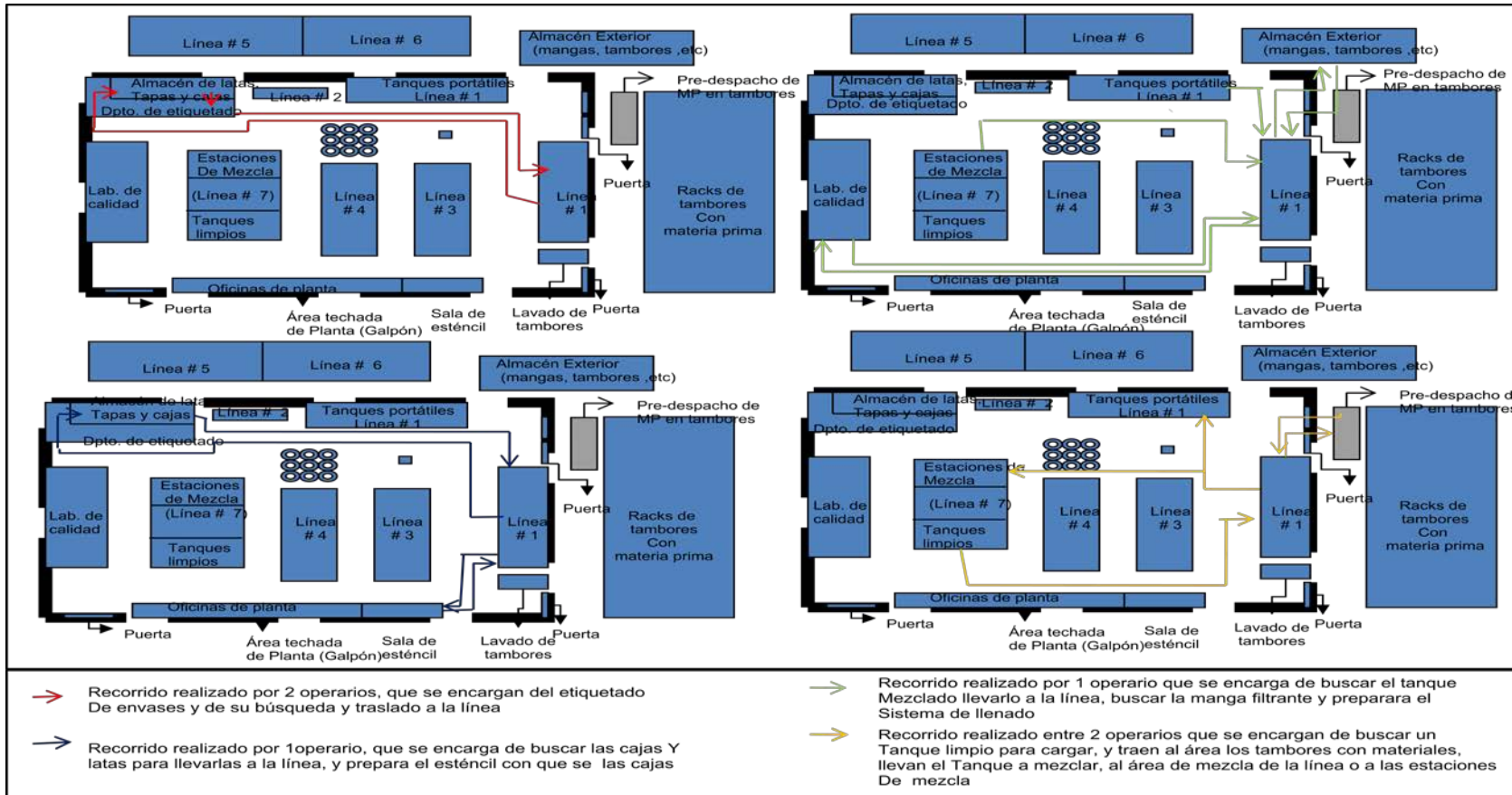
(Sin escala)

APENDICE Nº 2



(Sin escala)

APENDICE Nº 3



(Sin escala)

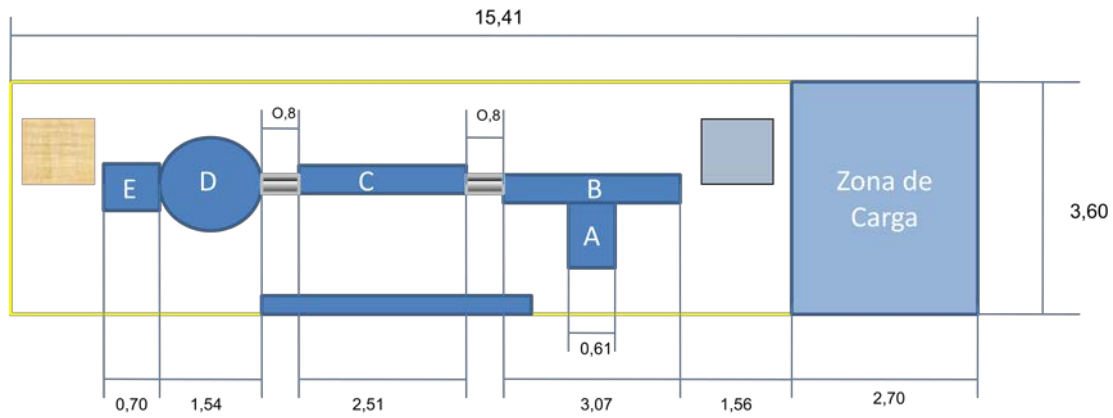
APENDICE N° 4

DEMORA	Jul-08		Ago-08		Sep-08		Oct-08		Nov-08		Dic-08	
	Frecuencia*	%	Frecuencia*	%	Frecuencia*	%	Frecuencia*	%	Frecuencia*	%	Frecuencia*	%
Espera por tanque	6	13,95	9	16,07	5	10,42	11	20,75	4	11,11	9	21,43
Espera por etiquetadora	15	34,88	17	30,36	17	35,42	17	32,08	13	36,11	13	30,95
Espera por etiquetas	4	9,30	3	5,36	1	2,08	3	5,66	6	16,67	7	16,67
Espera aprobación del laboratorio	7	16,28	9	16,07	10	20,83	4	7,55	5	13,89	6	14,29
Esperas por materia prima	4	9,30	7	12,50	9	18,75	8	15,09	4	11,11	3	7,14
Fallas en equipos	6	13,95	7	12,50	4	8,33	7	13,21	3	8,33	3	7,14
Otras*	1	2,33	4	7,14	2	4,17	3	5,66	1	2,78	1	2,38

*Registros históricos de la empresa.

** Paradas de planta, fallas eléctricas, ausencia de personal, derrames, etc.

Apéndice Nº 5



- A: Sistema de Filtro
- B: Llenadora-Tapadora
- C: Etiquetadora
- D: Mesa Giratoria
- E: Mesa para Encajonado de latas
- : Área de Tanques para Ser descargados
- : Paleta siendo Cargada con cajas de producto

Apéndice N° 6

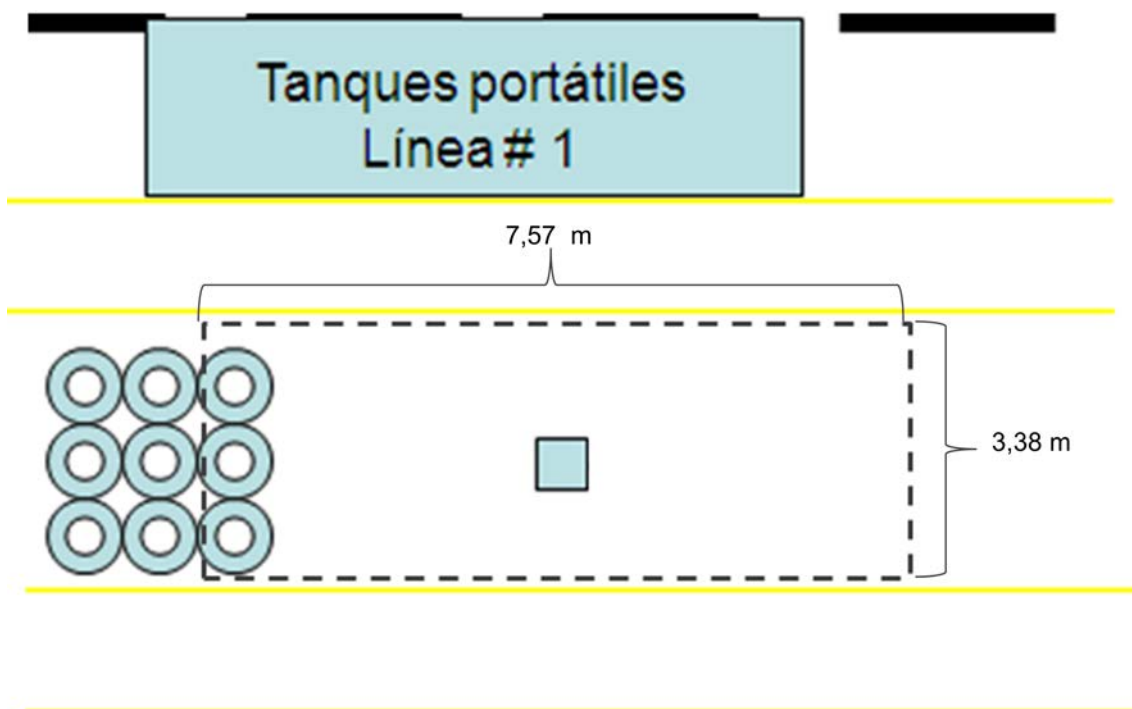
Plan de Mantenimiento Preventivo Tipo A				
FORMATO DE VERIFICACIÓN				FECHA
Ítem	¿Mantenimiento Realizado?	¿Presentaba Fallas?	OBSERVACIONES	Mantenimiento Realizado por:
Engranajes del Sistema de pega negra de la etiquetadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Correa de la mesa giratoria.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Dispositivo cilindro pistón de la llenadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Filtro porta mangas de la llenadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Boquilla de descarga de la llenadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Bocinas de Bronce de las poleas de la etiquetadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Cadena de la banda transportadora de llenado.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Hojillas de la etiquetadora.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
Verificación de válvulas de los tanques portátiles.	SI ____ NO ____	SI ____ NO ____		
VERIFICACIÓN FINAL		Observaciones	Recomendaciones	Firma Autorizada
¿Se completo el plan de mantenimiento?	SI ____ NO ____			

Apéndice N° 7

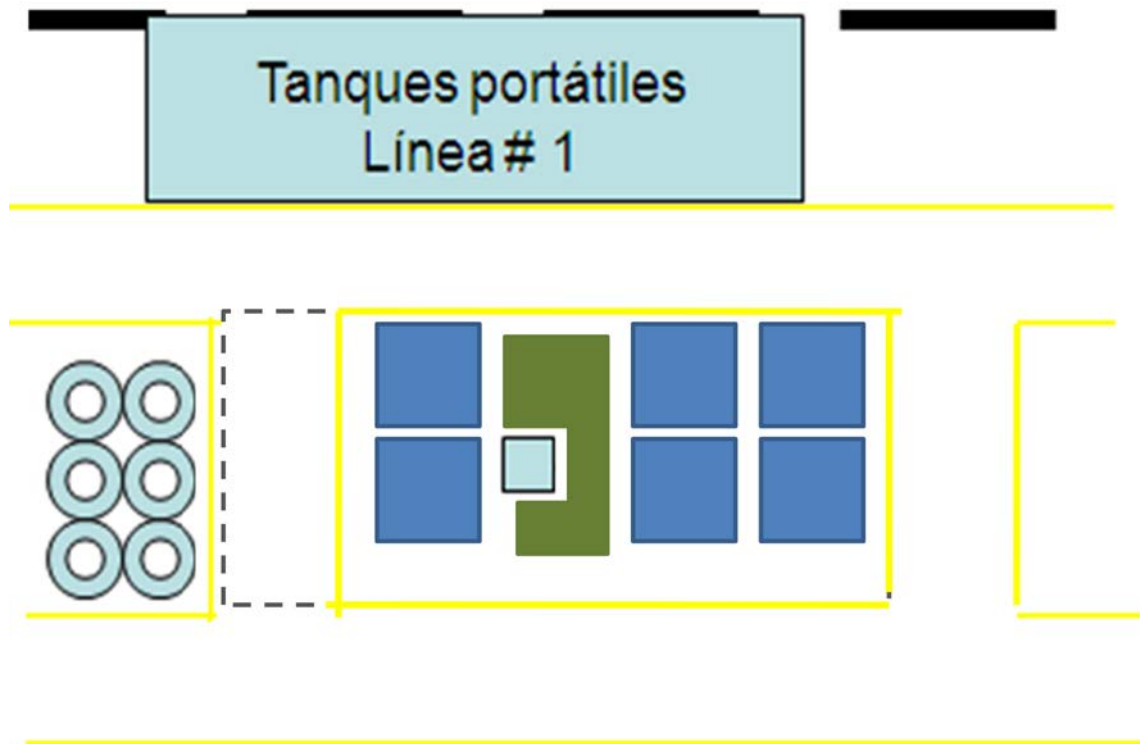
Plan de Mantenimiento Preventivo Tipo B				
FORMATO DE VERIFICACIÓN		Mantenimiento: 1º semestre____ 2º semestre____		
Ítem	Mantenimiento Realizado	¿Presentaba Fallas?	OBSERVACIONES	Mantenimiento Realizado por:
Motor de la Etiquetadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Sistema mecánico de la Etiquetadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Engrase de tornillos de la Etiquetadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Sistema eléctrico de la Etiquetadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Motor de la Mesa Giratoria.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Sistema motor-reductor de los tanques portátiles.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Verificación de acople de los ejes de los tanques portátiles.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Banda trasportadora de la llenadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		
Sistema neumático de la llenadora.	SI____ NO____	SI____ NO____		



VERIFICACIÓN FINAL		Observaciones	Recomendaciones	Firma Autorizada
¿Se completo el plan de mantenimiento?	SI____ NO____			

Apéndice N° 8

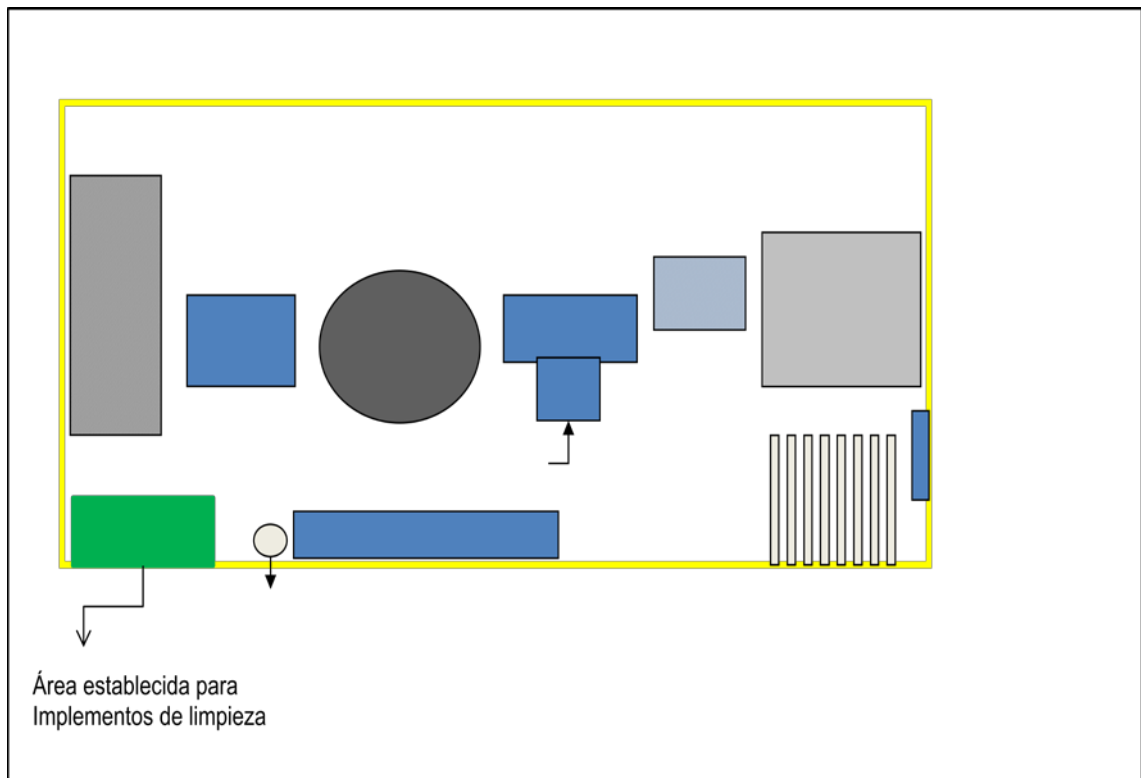


Apéndice N° 9



-  Zona de carga de solvente
-  Ubicación de tanques portátiles

Apéndice N° 10



**BIBLIOGRAFÍA**

ALONSO, Alejandro; ALONSO, Angel (1998). **“Conceptos de Organización Industrial”**. Ediciones Marcombo. Colombia

BALESTRINI, Miriam (1997). ***“Como se elabora el Proyecto de Investigación”***. BL Consultores Asociados. Venezuela.

BURGOS, Fernando (2005). ***“Ingeniería de Métodos”***. 5ta edición. Universidad de Carabobo. Venezuela.

CACHUTT, Crisdalith; PINTO, Francys (2001). **“Bases para el mejoramiento continuo del centro de producción de arquitectónicos en un fábrica de pinturas”**. Universidad de Carabobo. Venezuela.

CORDERO, Florismar; VILLALOBO, Luis (2008). **“Propuestas de Mejora en los Métodos de Trabajo en la línea de Extruidos Blandos y su impacto en la productividad. Caso: Empresa de Consumo Masivo”**. Universidad de Carabobo. Venezuela.

HURTADO, Maria (2008). ***“Propuestas de Mejoras en el proceso de obtención de pulpas y elaboración de mermeladas de frutas no cítricas. Caso: Corporación INLACA C.A.”***. Universidad de Carabobo. Venezuela.

GUIGNI, Luz; ETTEDEGUI, Corina; GONZALEZ, Ines; GUERRA, Venturina. (2007). **“Evaluación de Proyectos de Inversión”**. Universidad de Carabobo. Venezuela



IMAI, Masaaki (1998). **“Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)”**. McGraw-Hill Interamericana, S.A.

MARTINEZ, Gisette; CHÁVEZ, Danny (2008). **“Propuesta de mejoras en las líneas de fabricación de asientos automotrices en una ensambladora de butacas para vehículos. Caso: Lear de Venezuela”**. Universidad de Carabobo. Venezuela.

ORTIZ, Florangel; ILLADA, Ruth; SIRA, Sira; BARRIOS, Marianna (2007). **“Esides y Diagramas Múltiples. Herramientas para la Mejora Continua de los Procesos”**. Cuadernos de Ingeniería Industrial. Venezuela.

SABINO, Carlos (1994). **“Como hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos”**, 3ra Edición. Panapo. Venezuela.

SABINO, Carlos (1994). **“El proceso de Investigación”**. Panapo. Venezuela.

TAMAYO, Mario; TAMAYO (2001). **“El Proceso de la Investigación Científica”**. Limusa Noriega Editores. Venezuela.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. (1998). **“Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”**. Caracas. Venezuela.



Información en Disponible en Línea:

GRUPO KAIZEN. (2008). **“El Kaizen en la Planta (Gemba)”**. [Documento en Línea]. Disponible en:
[http://www.grupokaizen.com/mck/El_Kaizen_en_la_Planta_\(Gemba\).doc](http://www.grupokaizen.com/mck/El_Kaizen_en_la_Planta_(Gemba).doc)
[Consulta: 2009, Enero 24]

INSTITUTO NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE (2008). **“Problemática vial en Venezuela”**. [Documento en Línea]. Disponible en:
<http://www.inttt.gov.ve/problematika.php>. [Consulta: 2009, Febrero 21]

MAMTC: The Manufacturing Edge. (S/F). **“Visual Control”**. [Documento en Línea] Disponible en:
http://www.mamtc.com/lean/building_visControls.asp [Consultado: 2009, Febrero: 21]

MEYERS, Fred; MATTEW, Stephens y ENRIQUEZ, Javier (2006). **“Diseño de Instalaciones de Manufactura y manejo de materiales”**. [Libro en Línea]. Pearson Education. Disponible en:
<http://books.google.co.ve/books?id=uq3CmCKEv6AC>
[Consultado: 2009, Febrero: 21]