



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PLAN DE MEJORAS PARA LA LÍNEA DE FORMACIÓN, ENSAMBLE
Y ACABADO DE TAMBORES METÁLICOS.**

Caso: C.A Nacional de Grasas Lubricantes, Planta de Tambores Metálicos.

Tutor Académico:

Ing. Lina Ponce

Autores:

Br. Alejandro Quijada

C.I 19.755.644

Br. Fernando Coronel

C.I 19.861.261

Valencia, Enero de 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PLAN DE MEJORAS PARA LA LÍNEA DE FORMACIÓN, ENSAMBLE
Y ACABADO DE TAMBORES METÁLICOS.**

Caso: C.A Nacional de Grasas Lubricantes, Planta de Tambores Metálicos.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al Título
de Ingeniero Industrial

Línea de Investigación: Ingeniería de Productividad e Innovación Tecnológica

Tutor Académico:

Ing. Lina Ponce

Autores:

Br. Alejandro Quijada

C.I 19.755.644

Br. Fernando Coronel

C.I 19.861.261

Valencia, Enero de 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “**Plan de mejoras para la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos**”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ingeniería de Productividad e Innovación Tecnológica” del Departamento de Ingeniería de métodos, presentado por las Bachilleres Alejandro Quijada, C.I. 19.755.644 y Fernando Coronel, C.I.: 19.861.261, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día lunes 27 de Enero de 2014, a las 2:00 pm, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que éstos hicieron, en la Sala de Conferencias, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondieron satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 27 de Enero de 2014, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado la Tutora, Ing. Lina Ponce.

Firma del Jurado Examinador

Ing. Lina Ponce

Tutor

Ing. María Salama

Jurado

Dr. Carlos Martínez

Jurado

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios Todopoderoso, por darme salud y la oportunidad de emprender este largo y arduo camino lleno de alegrías, tristezas, sacrificios y esfuerzos, en pro de cumplir la anhelada meta de alcanzar el título de Ingeniero Industrial.

Gracias a mis padres: Donay y César, por darme la vida, un hogar y el apoyo incondicional para convertirme en un hombre de bien y ahora un profesional. Gracias por aconsejarme en todo momento, por ser mis guías, por darme las herramientas necesarias para cumplir esta meta y ahora poder decirles colegas.

Gracias a mi hermano: César Andrés, por siempre apoyarme, por impulsarme a seguir adelante dándome ánimos en las buenas y en las malas, por sacrificar en ocasiones su actividad laboral para que yo pudiera seguir avanzando en este trabajo de tesis.

Gracias a la Ing. Lina Ponce, por ser una excelente tutora que siempre nos brindó el apoyo de su dilatada experiencia profesional en el desarrollo de nuestro trabajo especial de grado.

Gracias a mi compañero y amigo Fernando Coronel, por la paciencia y la comprensión en todo momento para alcanzar nuestra meta.

Gracias al Ing. Carlos Martínez y la Ing. María Salama, por la participación en nuestra formación académica y en la valoración del presente trabajo especial de grado.

Gracias a Industrias Venoco C.A. especialmente al personal que labora en el departamento de servicio generales y la planta de tambores metálicos, por facilitarnos la realización de este trabajo especial de grado.

Finalmente, un agradecimiento especial a la Sra. Griselda Toro, Daniela Vera, José Ochoa, Daniel Parra y a todos mis familiares, amigos, profesores y cada una de las personas que en algún momento nos brindaron una ayuda, una información o una palabra de aliento y optimismo.

Alejandro Quijada.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por brindarme salud y fortaleza para alcanzar la meta de convertirme en ingeniero industrial. Por ofrecer salud a mis familiares que son mi principal apoyo para enfrentar los retos de la vida.

Gracias a la formación impartida por mi madre Griselda Toro y padre Fernando Coronel, que han hecho de mí una persona con valores. Me han regalado la vida, un hogar y todos sus esfuerzos y sacrificios para cumplir mis metas. Gracias a todos mis familiares en especial: Anngie, Gheisy, Abuela Carmen y Esther, Abuelo Francisco y Víctor; por estar conmigo en el transcurso de la carrera y ofrecerme su paciencia y buenos consejos.

Gracias a mi pareja, Marlessa Pérez, por escucharme, aconsejarme, ayudarme en todo lo posible durante estos 5 años de carrera universitaria. Y convertirse en la mujer que quiero a mi lado para alcanzar muchas otras metas a corto y largo plazo.

Gracias a mi compañero de estudio y amigo Alejandro Quijada por su amistad brindada y por todo el esfuerzo ofrecido para el cumplimiento del trabajo especial de grado.

Gracias a la Ing. Lina Ponce, por orientarnos en la tesis y enseñarnos a ser mejores profesionales. Gracias a todos los profesores de la facultad de ingeniería en especial al Ing. Carlos Martínez y la Ing. María Salama, por ser partícipes en la formación académica y jurado de trabajo presentado.

Gracias a Industria Venoco C.A, por brindarnos la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial. Especialmente gracias a todo el personal que labora en la planta de tambores metálicos por su apoyo para llevar a cabo el trabajo especial de grado presentado.

Fernando Coronel.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, por bendecirme con salud, por protegerme de todo mal y guiarme por el camino correcto para cumplir mis metas.

A mi madre, por ser mi mejor amiga, mi consejera, mi apoyo en todo momento, por impulsarme a buscar siempre las máximas calificaciones y compartir tantas bromas juntos.

A mi padre, por ser mi guía, por tenderme la mano cuando más lo he necesitado, por darme consejos para alcanzar el éxito profesional y por ser un ejemplo a seguir.

A mi hermano César, mi mejor amigo y compañero de bromas, por darme su apoyo, por sus palabras de aliento en todo momento y por creer en mí sin importar mis caídas.

A mi abuelo Adolfo, por formar una familia unida, llena de principios, valores, respeto y dedicación a las metas trazadas. Te extrañaré y amaré siempre, donde quieras que estés.

A mi familia, por creer en mí, por ser tan especiales, por estar pendientes de mis logros y siempre apoyándome y brindándome una mano amiga cuando los necesité.

A la Universidad de Carabobo, por permitirme la entrada a sus puertas y darme la formación académica necesaria para titularme de Ingeniero Industrial.

A mis amigos y compañeros de estudios que me apoyaron e impulsaron a cumplir mis sueños de ser un profesional.

Alejandro Quijada.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir cada día.

A mis Padres, por todo lo que han hecho por mí, estoy orgulloso de ambos.

A mi abuelo Víctor Coronel (Q.E.P.D), por enseñarme a ser una persona que va en busca de conocer y entender todas las cosas en la que presento interés y ser un ejemplo a seguir. Bendición abuelo sé que Dios te tiene a su lado y te está leyendo estas palabras.

Fernando Coronel.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	4
I.1 La Empresa.	5
I.1.1 Reseña histórica de C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL).	5
I.1.2 Descripción de la empresa.	6
I.1.3 Misión y visión de la empresa.	7
I.1.4 Políticas de la empresa.	8
I.2 Planteamiento del problema.	9
I.3 Formulación del problema.	12
I.4 Objetivos de la investigación.	12
I.4.1 Objetivo general.	12
I.4.2 Objetivos específicos.	12
I.5 Justificación.	13
I.6 Alcance.	13
I.7 Limitaciones.	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
II.1. Antecedentes.	16
II.2. Bases teóricas.	17
II.2.1. Envases metálicos.	17
II.2.2. Capacidad de planta.	21
II.2.3. Línea de producción.	22

II.2.4. Análisis del proceso.	23
II.2.5. Estudio de tiempos.....	23
II.2.6. SMED.....	26
II.2.7. Diagrama Causa-Efecto.	27
II.2.8. Representaciones gráficas para el análisis de datos.....	28
II.2.9. Tormenta de ideas.....	29
II.2.10. Puesta a punto.	30
II.3. Definición de términos.	30
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	32
III.1 Tipo de investigación.	33
III.2. Diseño de la investigación.....	33
III.3. Entorno de la investigación.	34
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
III.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	35
III.6. Fases metodológicas.....	35
CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	38
IV.1 Descripción del producto.	39
IV.2 Materiales.....	43
IV.3 Descripción del proceso.	44
IV.4 Descripción del área.	51
IV.5 Descripción de equipos y herramientas.	54
IV.5 .1 Equipos de manejo de materiales.	54
IV.5 .3 Equipos y herramientas de medición.	57
I.V.6 Determinar la capacidad de los equipos presentes en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos para tambores TH.....	60
IV.6 .1 Estudio de tiempos	60

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	63
V.1 Análisis de la situación actual de la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH.	64
V.1.1 Factores que influyen sobre el comportamiento de la eficiencia en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH.	68
V.1.2 Análisis de las categorías y sus factores.	73
CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE MEJORA	96
VI. Propuestas de mejora.	97
CAPÍTULO VII.	134
EVALUACIÓN DE LOS COSTOS – BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	134
CONCLUSIONES	151
RECOMENDACIONES	153
REFERENCIAS.....	155
APÉNDICES	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Modelos de los tambores metálicos	39
Tabla N° 2. Materiales tambor TH revestido.....	43
Tabla N° 3. Materiales tambor TH no revestido.....	44
Tabla N° 4. Maquinarias	49
Tabla N° 5. Equipos de manejo de materiales	55
Tabla N° 6. Capacidad de las estaciones con tambores TH.....	61
Tabla N° 7. Incumplimiento de tambores metálicos TH	66
Tabla N° 8. Eficiencia de producción de tambores TH	67
Tabla N° 9. Factores seleccionados.....	73
Tabla N° 10. Valores acumulados de los rubros en la grafadora	77
Tabla N° 11. Valores acumulados de los rubros de la cabina de acabado externo.....	79
Tabla N° 12. Porcentaje de influencia por falta de mantenimiento preventivo	82
Tabla N° 13. Fallas con pérdida de tiempo más frecuentes	82
Tabla N° 14. Tiempos de PAP cuando se realizan cambios	84
Tabla N° 15. Actividades de puesta punto de la cabina de pintura externa	86
Tabla N° 16. Actividades internas propuestas	115
Tabla N° 17. Conversión de actividades internas en externas propuesta	116
Tabla N° 18. Actividades internas eliminadas.....	117
Tabla N° 19. Tiempo de puesta a punto por actividades internas	120
Tabla N° 20. Tiempo de puesta a punto por actividades externas	121
Tabla N° 21. Resumen de eficiencias aumentada por propuesta.	132
Tabla N° 22. Rata de producción ejecutando las propuestas de mejora.....	133
Tabla N° 23. Costos de personal para definir temperatura en horno de curado externo	135
Tabla N° 24. Costos de formatos para definir temperatura en horno de curado externo	136
Tabla N° 25. Costos pistolas lubricantes para grafadora	136
Tabla N° 26. Costos totales de pistolas lubricantes para grafadora	137
Tabla N° 27. Costos materiales para sistema de lubricación	137
Tabla N° 28. Costos mano de obra.....	138
Tabla N° 29. Costos de materiales del manifold	139

Tabla N° 30. Costos de mano de obra propuesta N°3.....	139
Tabla N° 31. Costos de mano de obra propuesta N°4.....	140
Tabla N° 32. Costos materiales a reponer en el inventario	141
Tabla N° 33. Costos para definir temperatura en el horno de curado externo	141
Tabla N° 34. Costos estimados de la herramienta de medición	142
Tabla N° 35. Costos de mano de obra propuesta N°5.....	142
Tabla N° 36. Costos para reducir los tiempos de puesta a punto	143
Tabla N° 37. Costos del dispositivo	144
Tabla N° 38. Costos del instructivo.....	145
Tabla N° 39. Costos por capacitación	145
Tabla N° 40. Costos de inversión a realizar para implementar propuestas	146
Tabla N° 41. Resumen de ahorros y utilidades percibidas por la planta.	149

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Porcentaje de participación de ventas 2013-2014.	40
Gráfico N° 2. Planificación de ventas	64
Gráfico N° 3. Porcentaje de eficiencia de la línea de Enero-Mayo 2013.....	67
Gráfico N° 4. Paradas no planificadas en las estaciones entre el mes de Enero a Mayo 2013.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Diagrama Causa-Efecto	28
Figura N° 2. Dimensiones de los tambores TH	41
Figura N° 3. Clases de tambores metálicos TH	42
Figura N° 4. Diagrama de proceso de tambores TH (revestidos y no revestido)	51
Figura N° 5. Distribución de planta de tambores metálicos.....	53
Figura N° 6. Garra de tigre.....	57
Figura N° 7. Cinta adhesiva	58
Figura N° 8. Lápiz de dibujo	58
Figura N° 9. Medidor de espesor.....	59
Figura N° 10. Pistola medidora de fuga	59
Figura N° 11. Diagrama de Causa-Efecto.	69
Figura N° 12. Diagrama de tuberías de instrumentación de lubricación de rodillos	78
Figura N° 13. Pistola de aplicación de lubricante de la grafadora.	79
Figura N° 14. Sistema de tuberías de aplicación de pintura	80
Figura N° 15. Área de limpieza de tapa y fondo para tambores revestidos	89
Figura N° 16. Área de aplicación de pintura de tapas y fondos revestidos	90
Figura N° 17. Área de curado de tapas y fondos revestidos	90
Figura N° 18. Estructura de soporte de pistolas de aplicación de pintura.	92
Figura N° 19. Movimientos en las pistolas de aplicación de pintura.	93
Figura N° 20. Modelos de tambores dentro y fuera de especificaciones	94
Figura N° 21. Formato para estudio de tiempo de temperaturas en el horno	100
Figura N° 22. Pistolas de lubricación	101
Figura N° 23. Diagrama de tuberías de lubricación de rodillos propuesto	103
Figura N° 24. Diagrama de tuberías de aplicación de pintura en paralelo con manifold N°1	105
Figura N° 25. Diagrama de tuberías de aplicación de pintura en paralelo con manifold N°2	106
Figura N° 26. Formato de inspección.....	108
Figura N° 27. Formato para la evaluación máxima, mínima y de consumo para el mantenimiento preventivo de los equipos.....	111

Figura N° 28. Pieza de ajuste de ángulo de rotación de la abrazadera N°1	112
Figura N° 29. Pieza de ajuste de ángulo de rotación de la abrazadera N°2	113
Figura N° 30. Lista para prueba piloto	114
Figura N° 31. Estructura de soporte de copa Ford N°4	119
Figura N° 32. Diseño de sistema para limpiar componentes de tambores revestidos	122
Figura N° 33. Sistema que acciona motor neumático y pistón con resorte	123
Figura N° 34. Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones.....	131



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PLAN DE MEJORAS PARA LA LÍNEA DE FORMACIÓN, ENSAMBLE Y ACABADO DE TAMBORES METÁLICOS.

Caso: C.A Nacional de Grasas Lubricantes, Planta de Tambores Metálicos.

Tutor Académico:
Ing. Ponce, Lina

Autores:
Br. Coronel, Fernando
Br. Quijada, Alejandro

RESUMEN

Esta investigación es un proyecto factible, donde se selecciona como centro de estudio la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos por presentar inconvenientes en las estaciones que no permiten alcanzar la producción establecida en la planificación de ventas 2013-2014 de la empresa C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), originando un incumplimiento de 39,62% de los tambores solicitados. El objetivo general de esta investigación es proponer un plan de mejoras en la línea de producción de tambores metálicos de la empresa CANGL. Para esto se realizó un análisis exhaustivo identificando las causas raíces que influyen en el desempeño de la producción, las cuales son: personal no entrenado, falta de suministros, elevado tiempo de puesta a punto (PAP) y paradas no planificadas (PNP). Para el análisis y las propuestas de mejora se utilizaron, como herramientas y técnicas de recolección de información, el diagrama Ishikawa, tormenta de ideas, observación directa, gráfico de barras, estudio de tiempos, análisis de operación y entrevistas. Las propuestas de mejoras establecidas para solucionar las problemáticas fueron: estudio para establecer temperaturas en el horno de curado externo, adquisición de pistolas de lubricación de la grafadora con sistema de tuberías, fabricación de manifolds y herramientas de ajustes de los ángulos en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo, procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo, reducción de tiempos de PAP aplicando SMED, equipo para limpiar tapas y fondos de los tambores revestidos e instructivos para el reproceso de tambores con acabados fuera de especificaciones. La ejecución de todas las propuestas de mejoras incrementará la rata de producción actual de 1,25 a 1,83 tambores/min logrando que la línea cumpla con la planificación de ventas 2013-2014, mediante una inversión de 101.222,24Bs con un tiempo de recuperación de 5 días y obteniendo un beneficio de 437.444,459Bs al mes.

Palabras clave: *Eficiencia, Mejora, Producción.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas en Venezuela se encuentran en la búsqueda incesante de mejorar sus procesos, con la finalidad de alcanzar altos niveles de producción y lograr obtener la calidad en los productos que ofrecen en el mercado, para lograr satisfacer las necesidades de sus clientes.

Dentro de este grupo de empresas se encuentra la C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), incorporada en el ramo metalúrgico, la cual tiene como objetivo incrementar sus volúmenes de producción para aprovechar al máximo los beneficios que se obtienen debido a la creciente demanda de tambores metálicos.

Para alcanzar dicho objetivo CANGL pretende incrementar sus niveles de eficiencia actual, empleando para ello técnicas para reducir los niveles de desperdicio, mejorar los métodos de trabajo y reducir costos, que le permitan mejorar continuamente sus procesos, mejorar la calidad de su producto y ampliar sus márgenes de ganancias, con la finalidad de poder ser más competitivos y garantizar satisfacer las necesidades de sus clientes tanto internos como externos.

Debido a lo descrito anteriormente, se desea analizar y examinar el proceso productivo que se efectúa en la empresa CANGL, enfocándose particularmente en la Planta Tambores, en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos, debido a que presenta inconvenientes en la producción de tambores que no permiten cumplir con la planificación de ventas establecidas por la planta en el periodo 2013-2014.

La presente investigación es un proyecto factible que procura formar parte de las estrategias de crecimiento y mejoras de la empresa para el cumplimiento de las metas planteadas.

Este trabajo está estructurado en siete (VII) capítulos. En el Capítulo I se presenta la información general de la empresa, su reseña histórica, misión y visión, políticas de seguridad, salud, ambiente y calidad, planteamiento del problema, objetivos, alcance, justificación y limitaciones de la investigación. El Capítulo II hace referencia a los antecedentes y describe la teoría en la que se basó la investigación. El capítulo III describe el tipo, diseño y entorno de la investigación, técnicas de recolección, procesamiento y análisis de datos y las fases metodológicas de la investigación. En el Capítulo IV se realiza la descripción del producto, materiales, proceso de producción, área de formación, ensamble y acabado de tambores, condiciones en el área de trabajo, descripción de equipos y herramientas. El Capítulo V trata acerca de la identificación cuantificación y análisis de las causas que generan el incumplimiento de lo establecido en la planificación de ventas 2013-2014. En el Capítulo VI se abarcan la generación de las propuestas de mejora. Para finalizar, en el Capítulo VII se señalan los costos de cada una de las propuestas, el beneficio que obtendría la empresa y el tiempo en el que se recuperaría la inversión.

Una vez llevado a cabo el estudio, se exponen las conclusiones que corroboran el logro de los objetivos en función de los resultados obtenidos y se presentan las recomendaciones que complementan la investigación realizada. Adicionalmente, se señalan las fuentes bibliográficas consultadas que sirvieron para abordar los distintos tópicos tratados en este trabajo especial de grado, y se insertan apéndices que complementan la investigación.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

I.1 La Empresa.

I.1.1 Reseña histórica de C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL).

CANGL fue fundada en 1958 y comenzó operaciones en 1960 fabricando grasas lubricantes para las empresas petroleras internacionales que operaban en Venezuela para aquella época. En 1963 comenzó la producción de aceites lubricantes. En 1973 el gobierno de Venezuela emitió la ley de reserva del mercado nacional de hidrocarburos al estado a través de la empresa Corporación Venezolana del Petróleo (CVP). CANGL continuó la fabricación de lubricantes para la empresa del estado a la vez que un mercado de exportación para su marca VENOCO.

En 1993 el gobierno venezolano permitió la participación de otras empresas en el mercado nacional. En 1994 MOBIL INTERNATIONAL PETROLEUM CORPORATION compró el 50% de las acciones de CANGL a INDUSTRIAS VENOCO, C.A. y así la empresa pasó a fabricar las marcas MOBIL y VENOCO, las cuales son distribuidas por sus respectivas organizaciones comerciales independientes. La empresa posee también un acuerdo de manufactura para elaborar los productos marca BP para BP Exploración de Venezuela, S.A. y de grasas marca PDV. Al igual que manufactura las marcas TrebolGas y Llanopetrol.

En el año 2009 se incorpora a CANGL la Planta de Tambores, la cual se encarga de la fabricación de tambores metálicos de 55 galones de capacidad, en dos versiones: tambores cerrados (TH) y tambores abiertos (OH), los cuales tienen como función almacenar y proteger las grasas lubricantes de factores externos, además de facilitar el traslado de los productos a envasar. La decisión de incorporar esta planta fue con la finalidad de eliminar la dependencia de proveedores externos que les proporcionaban los envases metálicos, logrando con esto cubrir las necesidades internas de la planta y abrirse campo en la producción de tambores metálicos para clientes externos.

Actualmente la planta de Grasas Lubricantes, Aceites y Productos Asfálticos (CANGL) posee la certificación de su sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008 y la ISO-9002, siendo a su vez una empresa consolidada que satisface más del 50% del consumo de aceites en Venezuela.

I.1.2 Descripción de la empresa.

C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL) es una empresa filial de Industrias Venoco, C.A., I.V.C.A., forma parte de la división de lubricantes; y está ubicada en la ciudad de Guárcara, Edo. Carabobo Venezuela.

Actualmente se dedica a la producción y comercialización de grasas lubricantes, respondiendo a la política de sustitución de aportaciones. Adicionalmente, realiza las operaciones de mezclado de aceites automotores, la fabricación de aceites industriales, la producción de productos especiales de uso automotor e industrial y la fabricación de tambores metálicos de 55 galones de capacidad.

Para la producción de grasas lubricantes, CANGL tiene una capacidad de producción de 10.000 Tm/año, trabajando a un turno por día y 90 millones de litros de capacidad de mezcla de aceites sobre la base de un turno de trabajo diario. Se producen grasas con jabones de calcio, litio (incluyendo complejos), sodio y grasas a base de espesantes inorgánicos, desmoldeantes anticorrosivos y productos especiales. Las instalaciones de esta planta incluyen:

- Reactores de saponificación y acabado.
- Silos de almacenamiento.
- Molinos, homogeneizadores, enfriador y desaireador.
- Líneas de llenado para graneles, tambores, pailas y envases menores.

Para la fabricación de los envases metálicos, la empresa cuenta con una planta dedicada exclusivamente a la producción de tambores de tapa fija con dos orificios (TH) y tambores de tapas desmontables (OH). En las instalaciones de esta planta operan tres líneas:

- Línea de fabricación de tapas y fondos.
- Línea de acabado externo de tapas y fondos.
- Línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos.

Considerando que el tambor constituye una de las presentaciones claves para el envasado de los lubricantes, las instalaciones de la planta de tambores cuentan con el espacio físico, personal calificado y maquinarias de alta tecnología para la fabricación de los tambores metálicos, ofreciendo calidad en sus productos y resguardando la integridad del producto a verter por parte de los clientes.

I.1.3 Misión y visión de la empresa.

I.1.3.1 Misión:

“C.A.N.G.L. prestará servicios de fabricación, mezclado y envasado de grasas, aceites lubricantes y productos especiales relacionados; teniendo como principio guía la satisfacción de las necesidades de sus clientes; promueve, opera y lidera negocios rentables propios o en asociación dentro de la industria química, petroquímicas, de lubricantes y sus actividades conexas orientadas al mercado nacional e internacional, valiéndose de sus propios méritos, capacidades y de sus ventajas competitivas reales en tecnología y recursos humanos. Estas operaciones se realizarán bajo procesos controlados, propiciando el desarrollo integral de su recurso humano, en armonía con la comunidad, el ambiente y las disposiciones legales vigentes aplicables; y garantizando un rendimiento adecuado para sus accionistas”. (C.A.N.G.L., 1958).

1.1.3.2 Visión:

“Consolidarse como empresa líder, modelo de organización y de gestión profesional, en la comercialización, fabricación, mezclado y envasado de grasas, aceites lubricantes y productos especiales, convirtiéndose en la mejor opción para el cliente, ofreciéndole ventajas competitivas y consistentes en base a la calidad de los productos, tiempo de respuesta, rentabilidad y responsabilidad con el ambiente y la comunidad”. (C.A.N.G.L., 1958).

I.1.4 Políticas de la empresa.

1.1.4.1 Políticas de calidad:

La división de lubricantes de industrias Venoco, constituidas por las empresas: C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), Aditivos Orinoco de Venezuela C.A. (ADINOVEN) y Lubricantes Venoco Internacional C.A. (LVICA); como una organización dedicada a la manufactura y comercialización de aceites y grasas lubricantes, productos asfálticos, envases metálicos, componentes de envases plásticos, y de otros productos especiales relacionados a la lubricación y al mantenimiento del sector automotor e industrial; tenemos el compromiso de:

- Abordar las expectativas de los clientes y satisfacer sus requerimientos;
- Garantizar la calidad, integridad y seguridad de los productos y servicios que ofrecemos de una manera consistente y eficiente;
- Mantener eficazmente su sistema de gestión de calidad, promoviendo la mejora continua en los procesos y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente;
- Cumplir con las normativas ambientales y legales nacionales, regionales y/o locales vigentes, aplicables a nuestra actividad comercial;

- Usar eficientemente los recursos de la organización; y
- Proteger y salvaguardar al personal, al medio ambiente y a la comunidad; mediante la aplicación eficaz de su sistema de seguridad integral.

1.1.4.2 Política de salud, seguridad y ambiente:

Industrias Venoco, C.A., sus filiales y/o relacionadas, líderes en la producción, comercialización y distribución de productos químicos, petroquímicos y lubricantes, declaran su adhesión a los principios de responsabilidad integral, promoviendo la gestión proactiva de Salud, Seguridad y Ambiente. En consecuencia, se adoptan y aplican todas las medidas que racionalmente tienden a eliminar o reducir los riesgos a la salud y seguridad de las personas, instalaciones, comunidad, clientes, suplidores y ambiente, a través de la mejora continua de sus procesos y actividades, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias vigentes. Industrias Venoco, C.A., sus filiales y/o relacionadas, proveen y mantienen condiciones de trabajo seguras y saludables, siendo considerados los trabajadores parte fundamental de la organización, propiciando el uso de mejores prácticas relacionadas con la prevención de accidentes y la contaminación ambiental, cumpliendo además con la responsabilidad de las empresas hacia la comunidad y el ambiente.

I.2 Planteamiento del problema.

En un mercado global tan competitivo en estos tiempos, las industrias latinoamericanas enfrentan el reto de manufacturar productos en mayor cantidad, con mejor calidad y la menor cantidad de recursos posibles. Siendo el consumidor quien marca las pautas en cuanto al tiempo de entrega y la cantidad a fabricar, lo que promueve un aumento en la competitividad de las empresas, donde cada día se crean nuevas tecnologías que hacen que los procesos sean más eficientes y más rápidos, originando mayores niveles de producción en menores tiempos. Es por esta razón, que las empresas se ven comprometidas a permanecer en constante crecimiento de sus procesos de producción, estableciendo técnicas

de mejora continua para reducir sus costos operacionales y posicionarse dentro de los mercados que participe.

Tal es el caso de las empresas metalúrgicas en Venezuela, en particular las fabricantes de tambores metálicos, que comercialmente adquieren cada vez más valor por la función que cumplen estos de contener y proteger productos de factores externos, facilitar su transporte y garantizar la seguridad de los mismos.

Industrias VENOCO, C.A. no se escapa de la realidad anteriormente esbozada, la empresa cuenta con dos divisiones de negocio, la División Química y la División Lubricantes. Dentro de esta última se encuentra: C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), que en la búsqueda de abrirse paso en el mercado de la fabricación de tambores y para satisfacer su propio consumo, procedió a la instalación de la planta de tambores metálicos encargada principalmente de cubrir la demanda interna del complejo industrial y de otras empresas.

La planta cuenta con una línea diseñada para fabricar dos tipos de versiones de tambor: cerrados (TH) y abiertos (OH) de 55 galones de capacidad en sus dos versiones. Existen productos a envasar, que dependiendo de sus características químicas, es necesario revestir internamente el tambor, cubriéndolo con un medio que evite el contacto directo entre el sustrato y la sustancia a verter, evitando de esta manera la contaminación y el deterioro del producto. Para esto la planta ofrece dos clases de tambores: revestido, cuando se desea la protección del producto debido a sus características y no revestido, cuando no es necesaria la protección.

En el presente año, con la incorporación de nuevos productos a envasar por parte del complejo industrial y nuevos clientes externos, la demanda de tambores ha aumentado significativamente. Por lo que el departamento de ventas proyectó aumentos en la planificación de producción para el periodo 2013-2014, solicitando un incremento de

tambores mensuales de revestidos en 50% y de tambores no revestidos en 40% lo que representan un total de 17.000 unid/ mes.

La línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos tiene una capacidad instalada de 24.000 tambores mensuales operando 7,5 horas diarias efectivamente, sin embargo, algunas estaciones tienen problemas para producir las necesidades del mercado, evidenciándose una producción según registros suministrado por la planta de los primeros 5 meses del año 2.013 de 1.654 tambores revestidos y 8.610 tambores no revestidos, en promedio al mes. Originando un déficit de 6.736 unid/mes. Este incumplimiento de tambores metálicos, representa un 39,62% de la planificación de ventas estimada. Bajo estas condiciones de producción la planta no logrará cumplir con la demanda requerida por los clientes, generando costos extras, disminuyendo los beneficios y bajando su participación en el mercado nacional por la pérdida de clientes.

Actualmente la planta desconoce la capacidad real de los equipos por lo que no pueden establecer claramente la cantidad de tambores que son capaces de producir en una jornada laboral efectiva de 7,5 horas, adicionalmente según registros históricos se evidencian 8.254 minutos por paradas no planificadas por lo que se ve afectada la línea dejándose de producir aproximadamente 3.000 tambores mensuales.

La mezcla de productos en la planta, conformada por los tambores revestidos y no revestidos, obliga a los operarios a realizar ajustes en los equipos estableciendo paradas planificadas por puesta a punto de 9 horas por mes aproximadamente cuando se fabrican TH y de 3,9 horas mensuales en promedio al elaborar OH, debido a las diferentes características que presentan cada tipo de tambor; en consecuencia se dejan de producir aproximadamente 1.656 tambores al mes.

Debido a esto es necesario analizar con detalle la situación actual y proponer mejoras que permitan incrementar la eficiencia de esta línea, disminuyendo los problemas existentes de producción que atentan con el cumplimiento de las proyecciones de venta estipuladas por la empresa.

I.3 Formulación del problema.

¿Qué mejoras pueden realizarse en la línea de producción de tambores metálicos en la empresa CANGL que permita cumplir con las planificaciones de venta del periodo 2013-2014?

I.4 Objetivos de la investigación.

I.4.1 Objetivo general.

Proponer un plan de mejoras en la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos de la empresa C.A Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL).

I.4.2 Objetivos específicos.

- Diagnosticar la situación actual de la línea de fabricación de tambores metálicos de la empresa CANGL.
- Analizar la situación actual de la línea de fabricación de tambores metálicos de la empresa CANGL.
- Proponer mejoras que permitan cumplir con las proyecciones de ventas.
- Evaluar el impacto económico de las propuestas sugeridas.

I.5 Justificación.

El cumplimiento del plan de ventas 2013-2014 logrará satisfacer las necesidades de los clientes y proyectará a CANGL como un proveedor seguro y comprometido con un mercado que presenta un crecimiento en el país.

La presente investigación será útil a la empresa CANGL ya que se propondrán soluciones que incrementen la producción de la línea de tambores metálicos, estableciendo propuestas de mejora en la línea que reduzcan los periodos de puesta a punto en las máquinas y la duración de las paradas no planificadas.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se aplicarán conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, siendo estos implementados en la Planta de Tambores de la empresa Venoco C.A.

Finalmente, este trabajo de investigación servirá como apoyo para investigaciones futuras dentro de Industrias Venoco C.A, Planta de Tambores Metálicos, así como también proporcionar información útil para investigaciones en empresas metalúrgicas.

I.6 Alcance.

Esta investigación se llevará a cabo en Industrias Venoco, C.A, en la División de Lubricantes operada por C.A. Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), específicamente en la planta de fabricación de tambores metálicos, en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores, con el objetivo de evaluar y analizar las condiciones que afectan significativamente los niveles de eficiencia en la línea.

El presente trabajo de investigación comprende la fase de investigación, análisis y propuestas de mejoras del proceso de producción de tambores metálicos. La implementación queda bajo la responsabilidad de la empresa CANGL.

I.7 Limitaciones.

- Las propuestas de mejoras pueden modificar las operaciones realizadas en el área pero no deben alterar las características de calidad de los tambores.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes.

Como apoyo a la presente investigación, se consultaron trabajos que tienen como propósito la evaluación, análisis y mejora de un proceso. A continuación se plantean los objetivos principales y el aporte de estos trabajos a la investigación propuesta.

Freites y Sedan. (2008), realizaron un análisis crítico en el desempeño productivo de la empresa Danaven División Ejes y Cardanes específicamente en la línea de producción de Blank de Piñón, entre los problemas abordados destacaron elevado tiempo de puesta a punto, distribución inadecuada y recorridos innecesarios. Para el análisis y propuesta de mejoras utilizaron herramientas como Balance de Línea, Métodos de Distribución de Planta, entre otras. La aplicación de las propuestas de mejoras permitió incrementar la eficiencia de 56% a 96,8%. El aporte esencial de este antecedente citado fue la serie de propuestas de mejoras basadas en metodologías asociadas con el estudio de métodos generando soluciones a problemas asociados a tiempo de puesta punto, paradas no planificadas, entre otras.

Castro y Parra. (2006), realizaron propuestas de mejora que permitieron el incremento del nivel de producción de la Línea de Mecanizado de Cocos de la empresa Dana Ejes y Cardanes, mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing y herramientas como Smed, Kanban, entre otras, logrando un incremento del 27,58% en el nivel de producción mensual. El aporte fundamental de este antecedente fue la realización del análisis de la situación actual y un análisis detallado del proceso, producto y equipos utilizados en la línea de ensamble, además de la aplicación de las herramientas para las propuestas de mejora, siendo Smed el más útil debido a que uno de los problemas que se pretende atacar es el tiempo de puesta punto.

González y Rosas (2006), propusieron mejoras para incrementar el nivel de producción en el área de celdas de la empresa Covendis, realizando una investigación de tipo de proyecto factible describiendo la situación actual mediante la aplicación de Diagrama de

Causa y Efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de los 5 porque's y complementando con reuniones con los ingenieros y trabajadores del área para determinar las causas relacionadas con el problema de baja producción de las celdas. Plantearon propuestas de mejora empleando técnicas de ingeniería industrial como son la técnica Kaizen, metodología SMED, TPM entre otros. Logrando un incremento en la producción de 4760 válvulas diarias, superando el déficit de producción el cual era de 4000 válvulas diarias. El aporte de esta investigación fue el uso de las técnicas de Diagrama de Causa y Efecto, Diagrama de Pareto, Diagrama de los 5 porque's para el análisis y diagnóstico de la situación actual de presente trabajo de grado.

II.2. Bases teóricas.

La fundamentación teórica del presente trabajo se presenta de manera detallada en esta sección. Para una mayor comprensión por parte del lector primero se desarrollarán los siguientes puntos:

II.2.1. Envases metálicos.

Un envase metálico según la Norma COVENIN 1363-88, “es el recipiente de material metálico destinado a contener productos para asegurar y facilitar su conservación y su distribución. Está formado por un cuerpo y por uno o dos terminales”.

Dentro de los envases metálicos se tiene los tambores, el cual es un recipiente de forma cilíndrica fabricado de acero destinado a contener lubricantes, grasas u otros líquidos, para asegurar y facilitar su conservación y distribución. Está formado por un cuerpo, tapa y fondo.

La Norma COVENIN 1363-88, profundiza los conceptos del cuerpo, tapa y fondo que conforman al tambor, empezando por el cuerpo que “es la parte del envase comprendida entre los terminales y determina el aspecto general del mismo. Posteriormente nos define el fondo como “el terminal del envase unido al cuerpo por su parte inferior cuando este se encuentra en su posición correcta” y finalizando con la tapa que “es el terminal del envase unido al cuerpo por su parte superior cuando éste se encuentra en su posición correcta”.

Los envases metálicos tienen una clasificación, la cual depende de su construcción, entre las cuales tenemos según la Norma COVENIN 1363-88:

- Envases metálicos de 1 pieza, el cual está formado por una sola pieza sin soldadura ni cierres.
- Envases metálicos de 2 piezas, el cual está formado por un cuerpo y un terminal.
- Envases metálicos de 3 piezas, el cual está formado por un cuerpo y 2 terminales.

La Compañía Anónima Nacional de Grasas Lubricantes, Planta de Tambores Metálicos se dedican a la fabricación de los envases metálicos de tres piezas contemplados en la Norma COVENIN 1363-88.

II.2.1.1Requisitos generales.

Los envases metálicos deben cumplir con los siguientes requisitos para su aprobación:

- Los envases no deberán presentar defectos, tales como: orificios, golpes, deformaciones, sucio interno o externo, cualquier traza de material extraño u oxidación.

- Ningún envase deberá tener visible en su parte exterior, a 1 metro de distancia: rayas, salpicaduras, manchas de aceite o grasa y ausencia de pintura o distorsión del color.
- Ningún envase metálico deberá presentar filos o cantos vivos.
- La impresión de los tambores no debe desprenderse con facilidad por fricción.
- Ningún envase deberá presentar internamente lo siguiente: manchas, sucio, humedad, oxidación material extraño, rebabas, ni olor.

Estos requisitos permiten conocer las condiciones bajo la cual deben encontrarse los tambores metálicos producidos por la planta de tambores para ser aceptados como un producto terminado.

II.2.1.2 Requisitos de desempeño.

Al iniciar una producción y cada tres meses o cuando haya cambios en la materia prima o en el diseño del envase, se toma una muestra de envases metálicos para realizar pruebas de desempeño y verificar si son aceptables o no.

La muestra es un grupo de envases metálicos extraídos de un lote, que sirve para obtener la información necesaria que permita apreciar una o más características de ese lote, a los cuales se les realiza el siguiente método de ensayo para observar su desempeño:

- **Prueba de fuga:** el cual consiste en aplicar una presión de 1 kg/cm^2 (5psi) por un periodo de 10 segundos al 100% de los tambores en la línea de producción y observar si presentan fuga, aplicando una sustancia jabonosa en las uniones y soldaduras.

Este requisito de desempeño permite conocer los tambores que pasan la prueba de fuga para que posteriormente pasen a las siguientes estaciones, de lo contrario, se descartan y se contabilizan para llevar un registro de los tambores rechazados.

II.2.1.3 Requisitos para tambores metálicos.

El acero usado deberá tener una dureza máxima de 60 Rockwell B determinado según la Norma Venezolana COVENIN 646-82. Adicionalmente los tambores metálicos no deben presentar defectos de cierre según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 1362-84.

Los recubrimientos, tanto interior como exterior, deberán estar bien aplicados además de cumplir con lo establecido entre el comprador y el fabricante. Asimismo si se posee un revestimiento interno de protección, debe ser compatible con el fluido que se va a envasar sin presentar defectos por rayas, áreas no recubiertas o manchas.

El revestimiento interno deberá tener un espesor entre 12 y 18 micrómetros, mientras que el externo debe estar comprendido entre 18 y 25 micrómetros. Para garantizar que el recubrimiento de pintura se adhiera correctamente a las láminas de acero, utilizadas para fabricar los tambores, se deben encontrar libres de óxido.

Con la utilización de un compuesto sellante y mediante doble o triple cierre se unen la tapa y el fondo al cuerpo. El cierre puede ser tipo normal o espiral. Adicionalmente, la costura lateral del envase metálico debe ser soldada de manera eléctrica por resistencia.

El cuerpo debe poseer dos nervaduras que sirven para reforzar la zona central y evitar que se expandan. Para envasar lubricantes líquidos, los tambores deben poseer

corrugaciones laterales adicionales tanto en la parte interior como superior. Sin embargo para envasar grasas y productos similares, solo deben existir las nervaduras.

Cuando los tambores poseen tapa fija se les perforan dos agujeros, siendo vertedores que estarán dispuestos a 180 grados, uno de 50.8mm y otro de 19mm. Las roscas deben tener un hilo con tres vueltas como mínimo. Además el espesor de las tapas no debe ser inferior al del cuerpo del tambor.

Es importante el conocimiento de los requisitos que deben cumplir los tambores metálicos y garantizar que el producto se encuentre dentro de la Norma COVENIN 1362-84 y la Norma COVENIN 646-82, lo que aporta a este trabajo de grado un conocimiento global de las especificaciones que deben regirse en el producto en estudio.

II.2.2. Capacidad de planta.

Según Ávila y López (2005), es la capacidad instalada y se puede medir en unidades de producción al año. También puede definirse el tamaño de un proyecto por indicadores indirectos, como el monto de la inversión, la cantidad de ocupación efectiva de la mano de obra u otro que produzca efectos sobre la economía.

Esta información permitió el conocimiento de la capacidad instalada de la línea de formación, ensamble y acabado en la planta de tambores metálicos y conocer la cantidad de tambores que pueden producir al año con una jornada laboral de 8 horas.

- **Capacidad real:**

Ávila y López (2005) señalan que es el promedio de artículos que alcanza una planta en un lapso determinado teniendo en cuenta todos los contratiempos que se presentan en la fabricación y la venta del producto.

En el presente trabajo de grado se tomó en cuenta la capacidad real de la línea estudiada para conocer la cantidad de tambores que se produjo en promedio durante el periodo de estudio.

II.2.3. Línea de producción.

Según lo descrito por Burgos (2012), la línea de producción es una disposición de áreas de trabajo, donde los eventos consecutivos están colocados en forma inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a una rata uniforme a través de una serie de operaciones balanceadas, lo cual permite el trabajo simultaneo en todas las estaciones llegando el material a su condición final a través de un camino razonablemente directo.

Tomando en cuenta esta definición, la línea de producción tomada en cuenta para este trabajo de grado fue la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos, donde los materiales pasan por diferentes estaciones a una rata uniforme hasta alcanzar el producto terminado, en este caso los tambores metálicos.

Burgos (2012) destaca los siguientes conceptos:

- **Estación de trabajo:** es un lugar específico, donde se realiza una cierta cantidad de trabajo.
- **Tiempo de operación:** es el tiempo requerido para realizar el contenido de trabajo de la estación dada.
- **Tiempo del ciclo:** es el tiempo que tarda el producto en cada estación de trabajo sobre la línea, cuando ésta se mueve a un ritmo estándar ó 100% de eficiencia. El tiempo de ciclo es la cantidad de tiempo transcurrido entre unidades sucesivas, a medida que éstas avanzan en la línea.

El aporte de estos conceptos fue esencial para establecer las estaciones de trabajo que se encontraban en la línea estudiada y posteriormente, como determinar sus respectivos tiempos de operación mediante un estudio de tiempo.

II.2.4. Análisis del proceso.

Una herramienta básica utilizada para el análisis del proceso es el Diagrama de Operaciones de Proceso, al cual se describe a continuación:

- **Diagrama de operaciones del proceso (DOP)**

Burgos (2012), describen el Diagrama de Operaciones del Proceso como “la representación gráfica de los puntos en los cuales se introducen los materiales al proceso y de la secuencia de todas las OPERACIONES e INSPECCIONES”.

El diagrama de operaciones de procesos fue utilizado para representar gráficamente las operaciones por la cual pasan los tambores metálicos dentro de la planta hasta convertirse en producto terminado.

II.2.5. Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es definido por Burgos (2012) como “una técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales. El objetivo de Estudio de Tiempos no es determinar cuánto tarda un trabajo, sino cuánto debería tardar.”

Como soporte de esta investigación fue de gran importancia ya que se lograron establecer cuanto tiempo tarda y cuanto debería tardar cada trabajo en cada una de las estaciones en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos.

- **Estudio de tiempos con cronometrados:** según Ávila y López (2005) “es una técnica de medición del trabajo que se basa en el uso del cronometro para establecer estándares de producción, tomando en cuenta cada detalle del trabajo y su relación con el Tiempo Normal necesario para realizar el ciclo completo.”

La atribución de lo descrito anteriormente, fue la toma de esta técnica para determinar cuánto tiempo se tomaba cada operación en las estaciones de trabajo que se encontraban en la línea en estudio.

- **Registros históricos:** “permiten determinar directamente el Tiempo Normal de ejecución de una tarea sin tener que realizar observaciones o mediciones directas. Los estándares calculados a partir de ellos son relativamente consistentes; y cuando el trabajo es nuevo y todavía no ha sido implantado resulta mucho más conveniente utilizarlas” (Burgos, 2012, p.279).
- **Procedimiento para la estimación estadística del número de ciclos:**

Si consideramos la distribución “t” como modelo de comportamiento de las medias muestrales, podemos utilizar el siguiente procedimiento para estimar el número de ciclos a registrar (Burgos, 2012, p.231):

1. Con base a los requerimientos de la situación particular, especificar un Intervalo (I) y un Nivel de Confianza (C). Por ello, dependiendo de la importancia que tenga la actividad que se va a medir y de las consecuencias que pueda tener el

hecho no obtener un tiempo suficientemente próximo al tiempo verdadero, somos nosotros quienes especificaremos los valores de C e I que nos convienen.

2. Registrar M ciclos de la operación.
3. Calcular la desviación Estándar Muestral (SD).
4. Calcular el intervalo de Confianza (Im) provisto por la muestra de M observaciones.

$$Im = 2 x (t_c \cdot \frac{SD}{\sqrt{M}})$$

Donde:

Im= Intervalo de confianza previsto para una muestra M.

M= Numero de observaciones realizadas en el estudio.

SD= Desviación estándar de la muestra.

Tc= Valor obtenido de las tablas de probabilidades para la distribución “t” con un nivel de confianza de 95% y M-1 grados de libertad.

5. Se calcula el intervalo de confianza exigido bajo la siguiente ecuación:

$$I = 2 x K x \bar{X}$$

Donde

K = Error de la muestra de 3%.

\bar{X} = Media maestra.

6. Comparamos Im con I. Si Im es igual o menos de I, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos de error de muestreo, y por lo tanto la media muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones. Si Im es mayor que I, entonces se necesita observaciones adicionales.
7. El número de observaciones necesaria son N – M , donde N se busca con la siguiente:

$$N = \frac{(SD \cdot t_c)^2}{(K\bar{X})^2}$$

Siendo K un porcentaje aceptable de desviación con relación a la media.

Este procedimiento fue tomando en cuenta para determinar si el número de observaciones tomadas para el estudio de tiempo de las operaciones realizadas en cada estación de trabajo eran aceptables.

II.2.6. SMED.

La metodología SMED, es de gran aporte para la disminución de los tiempos elevados de puesta a punto al realizar un cambio de modelo o al inicio de un ciclo productivo. Según Burgos (2.005), el sistema SMED (Single Minute Exchange of Dies) desarrollado por Shingeo Shingo es un término referido a la teoría y técnicas para llevar a cabo operaciones de puesta a punto en menos de diez minutos.

Las ventajas competitivas que esta metodología aporta a la empresa, son:

- Reducir el tiempo de preparación de la maquina en producción
- Reducir el tamaño del inventario
- Reducir el tamaño de los lotes de producción
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.
- Producir lotes pequeños
- Permitir tiempos de entrega más cortos
- Tener unos tiempos de cambio más fiables
- Obtener una carga más equilibrada en la producción diaria.

Las fases conceptuales involucradas en las mejoras de preparación interna y externa, según Shingo (1.990) son:

Fase 1. Distinguir los conceptos de preparación interna y externa: La preparación interna son aquellas labores que deben realizarse con cuando la máquina está parada, mientras que la preparación externa son aquellas actividades que pueden ser realizadas con la máquina en funcionamiento.

Fase 2. Separar claramente la preparación interna y externa.

Fase 3. Convertir la preparación interna en externa.

Fase 4. Centrar los esfuerzos en perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Las técnicas de ayuda para implantar las fases de mejora son:

- a) Estandarizar la operación de preparación.
- b) Utilizar sistemas de fijación de sujeción rápida.
- c) Adoptar medios de preparación en paralelo.
- d) Eliminar los ajustes.
- e) Mecanizar algunos procesos de preparación.

Esta metodología contribuyó al análisis y disminución del tiempo elevado de puesta a punto que ostentaba la cabina de pintura externa que opera en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos.

II.2.7. Diagrama Causa-Efecto.

Según Galgano (1995), el Diagrama Causa- Efecto es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas. Es una representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno, y es por eso que todo tipo de problema puede afrontarse con este tipo de análisis.

Generalmente, el diagrama asume la forma de espina de pez, de donde toma el nombre alternativo de Diagrama de Espina de Pescado, así como se observa en la figura N° (1).

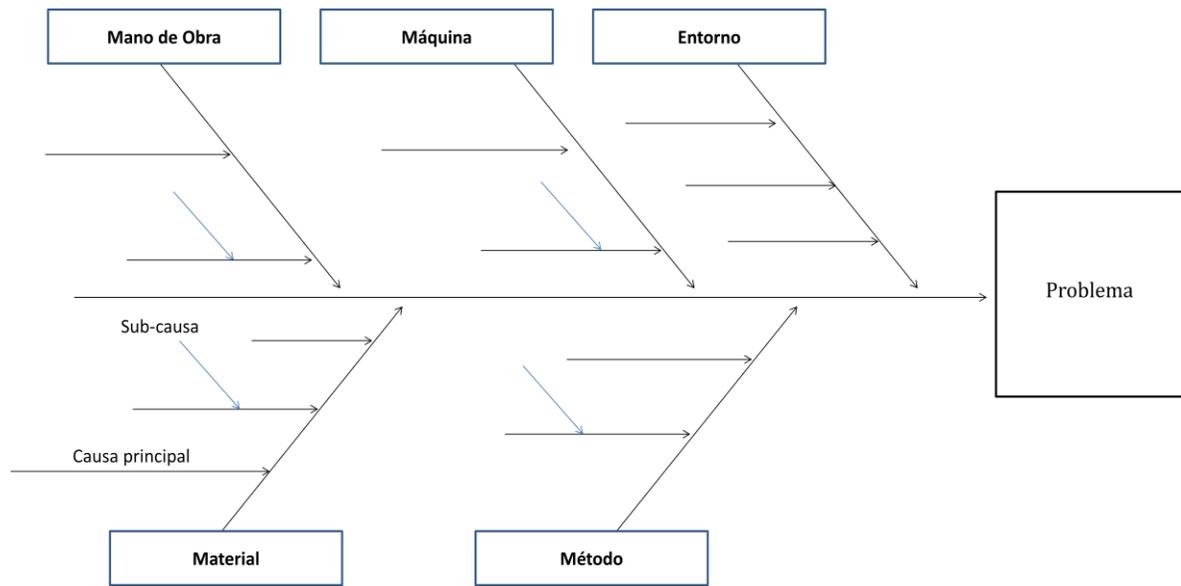


Figura N° 1. Diagrama Causa-Efecto
Fuente: Elaboración propia.

Una vez elaborado, el Diagrama Causa-Efecto representa de forma ordenada y completa todas las causas que pueden determinar cierto problema y constituye una útil base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas, es decir, el auténtico análisis causa-efecto.

El Diagrama Causa-Efecto fue una herramienta aplicada en este trabajo de grado para detectar las causas que afectaron a un bajo nivel de eficiencia en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos en el periodo de estudio.

II.2.8. Representaciones gráficas para el análisis de datos.

- **Diagrama de barras.**

Como lo describen Díaz y Fernández (2008), se representan tantas barras como categorías tiene la variable, de modo que la altura de cada una de ellas sea proporcional a la frecuencia o porcentaje de casos en cada clase. Estos mismos gráficos pueden utilizarse

también para describir *variables numéricas discretas* que toman pocos valores (número de hijos, número de recidivas, etc.).

Este diagrama contribuyó a representar gráficamente los cambios en la planificación de ventas del período 2012-2013 al 2013-2014, así como también para mostrar los porcentajes de eficiencia en el periodo de estudiado en el presente trabajo de grado y para indicar el tiempo de paradas no planificadas ocasionadas por los equipos.

- **Gráficos de sectores.**

Para Díaz y Fernández (2008), En los gráficos de sectores, también conocidos como diagramas de "tartas", se divide un círculo en tantas porciones como clases tenga la variable, de modo que a cada clase le corresponde un arco de círculo proporcional a su frecuencia absoluta o relativa.

Este grafico contribuyó a representar gráficamente el porcentaje de participación de ventas en el periodo 2013-2014 de los tipos de tambores que fabrica la Planta de Tambores.

II.2.9. Tormenta de ideas.

Según el autor Campoy (2006) la tormenta de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita la aparición de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado, además, se utiliza para liberar la creatividad.

Es una de las técnicas más conocidas y se utiliza para generar una gran cantidad de ideas, partiendo de incorporar todos los aspectos posibles de un problema, tanto los previstos como los imprevistos y contando con todos los componentes de un equipo de trabajo.

Esta técnica fue de gran aporte para esta investigación, debido a que facilitó la selección de las causas que afectaban con mayor énfasis al bajo nivel de eficiencia en la línea, así como también a generar ideas para algunas de las propuestas de solución.

II.2.10. Puesta a punto.

Según lo descrito por Freites y Sedan (2008), se refiere a “las actividades relacionadas con el alistamiento previo a la ejecución del trabajo, tal como obtener planos e instrucciones, buscar el material, afilar las herramientas, cambiar herramientas, troqueles, etc. y también asociadas al retiro como son: desmontar la parte procesada, limpiar la estación de trabajo, almacenar temporalmente la pieza, etc.”

Como soporte de esta investigación fue de vital importancia ya que una de las propuestas era la reducción de la puesta a punto en una de las estaciones de la línea mediante la aplicación de la técnica SMED y por lo tanto era vital el conocimiento de las actividades desarrolladas previamente para colocar los equipos a trabajar.

II.3. Definición de términos.

- **Cabina:** es el conjunto de paredes y techo del carro armados sobre la plataforma del mismo. (Glosario de términos técnicos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2002).
- **Calidad:** es el conjunto de méritos o desméritos del producto comparado contra las especificaciones físicas, químicas, biológicas o sus combinaciones que satisfacen las necesidades del uso a que está destinado el producto. (Glosario de términos técnicos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2002).

- **Especificación:** es el enunciado concreto del conjunto de condiciones que debe satisfacer un producto, un material o un proceso incluyendo si es necesario, los métodos que permitan determinar si tales condiciones se cumplen. (Glosario de términos técnicos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2002).
- **Fatiga:** desde el punto de vista industrial, la fatiga se define como el defecto del trabajo sobre la mente y el cuerpo del individuo que tiende a rebajar la cantidad y/o calidad de su producción con respecto a sus resultados óptimos. (Glosario de términos técnicos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2002).
- **Manifold:** sistema por el cual se recogen varios flujos de gases o líquidos en un solo colector. (Glosario de términos técnicos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, 2002).
- **Mils:** Unidad de medida referida a milímetros de pulgadas. (Beigbeder, 2006).
- **Revestimiento:** Cubrir una superficie con una capa de algún tipo de material, generalmente para protegerla o adornarla. (Larousse, 2007).
- **Solenoid:** Bobina formada por varias vueltas de alambre arrolladas y aisladas, que con el paso de la corriente origina en su interior un campo magnético uniforme; la colocación de una barra de hierro en su interior genera un electroimán. (Larousse, 2007).
- **Temporizador:** Sistema de control de tiempo que se utiliza para abrir o cerrar un circuito en uno o más momentos determinados, y que conectado a un dispositivo lo pone en acción. (Diccionario RAE, 2005).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se muestra el desarrollo metodológico que permite el alcance de los objetivos planteados en la investigación.

III.1 Tipo de investigación.

Según Barrios (2006), una investigación de tipo proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales, mediante la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

Tomando en consideración lo antes expuesto, se puede decir que la presente investigación se enmarca dentro de la categoría de proyectos factible, ya que permite conseguir una propuesta a la problemática siguiendo una metodología que formule y sustente dichas propuestas, además de generar análisis y conclusiones de la misma.

III.2. Diseño de la investigación.

Para Silva (2008), una investigación de campo “son investigaciones que se realizan en el medio donde se desarrolla el problema, o en el lugar donde se encuentra el objeto de estudio: el investigador recoge la información directamente de la realidad.”

Esta investigación está respaldada por una investigación de campo, debido a que la información del diagnóstico del problema se obtendrá directamente de la empresa Venoco C.A.

III.3. Entorno de la investigación.

Para la presente investigación se toma como entorno de estudio las instalaciones de la planta de tambores de la empresa C.A Nacional de Grasas Lubricantes (CANGL), específicamente en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos.

III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron herramientas que permitieron recolectar la información necesaria para definir y conocer la realidad de la problemática planteada. Para tal fin se emplearon técnicas como:

- Observación directa: con el objetivo de analizar los procesos y las condiciones de operación en el área de estudio.
- Entrevistas no estructuradas con los operarios y al personal especializado que labora específicamente en la Línea de Formación, Ensamble y Acabado de Tambores Metálicos, con el fin de establecer los requerimientos técnicos de los equipos.
- Estudio de tiempos: este estudio fue necesario para validar la rata de producción de los equipos involucrados en la línea de ensamble de tambores y de esta manera tener resultados confiables de la capacidad del área seleccionada.
- Análisis de manual de procedimientos: con este análisis se obtuvo información relevante sobre la manera en que deben realizarse cada una de las operaciones en la línea de fabricación de tambores metálicos.

Para la recolección de datos y aporte de mayor información, se utilizaron las siguientes herramientas:

- Revisiones documentales provenientes de la empresa, referentes a datos históricos de la empresa, planificación de ventas, datos de producción, puestas a puntos de los equipos y paradas no planificadas.
- Revisiones bibliográficas como en libros, artículos, trabajos de grado y páginas de Internet, referidos al tema en cuestión.
- La Internet como medio para recolectar información sobre los costos y especificaciones técnicas de los equipos propuestos.
- Formatos para estudio de tiempos.

III.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el estudio de los datos recolectados se llevó a cabo un registro y una clasificación de los mismos. Se emplearon técnicas como:

- Tormenta de ideas.
- Gráfico de barras.
- Estudios de tiempos.
- Análisis de Operación.

III.6. Fases metodológicas.

En el presente capítulo, se muestra el desarrollo metodológico que permitió el alcance de los objetivos planteados en la investigación.

Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la línea de fabricación de tambores metálicos de la empresa CANGL.

Para ser capaz de estructurar la investigación es necesario tener clara comprensión de los procesos realizados actualmente en la línea de fabricación de tambores metálicos de la

empresa CANGL. En esta etapa, se realizó una descripción detallada del proceso de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos a través del análisis de las operaciones por la cual pasa el tambor; para ello, se realizaron visitas a la planta recurriendo a la observación directa y entrevistas a los operarios. Adicionalmente se recolectó información de los reportes emitidos por la planta en cuanto a las horas de sobretiempo, paradas no planificadas y tambores producidos por día.

Además, se llevaron a cabo estudios de tiempos a las diferentes estaciones por las cuales pasa el tambor en la línea de formación, ensamble y acabado, para dar conocer las capacidades de los equipos que conforman la línea. El propósito de esta etapa fue identificar los elementos críticos del proceso.

Fase II: Análisis de la situación actual de la línea de fabricación de tambores metálicos de la empresa CANGL.

Mediante esta fase se realizaron análisis de las operaciones que marcan la capacidad de respuesta de la línea en estudio. Esto se llevó a cabo utilizando las siguientes herramientas: Diagrama de Causo-Efecto y Tormenta de ideas, para identificar las oportunidades de mejora en la línea.

Fase III: Propuestas de mejoras que permitan cumplir con las planificaciones de ventas.

En esta etapa se plasmaron las propuestas que aumentarían la producción de la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos cumpliendo con lo establecido en el plan de ventas proyectadas para el año 2013-2014 basado en 17.000 unid/ mes.

Fase IV: Evaluación del impacto económico de las propuestas sugeridas.

Para esta última etapa se evaluaron los costos y beneficios que proporcionan para la planta de tambores metálicos de la empresa CANGL cada una de las propuestas planteadas. Verificando el tiempo de pago de la inversión.

CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN **ACTUAL**

IV.1 Descripción del producto.

La planta de fabricación de tambores de la empresa C.A Nacional de Grasas Lubricantes se encarga de producir tambores metálicos de 55 galones de capacidad, cuyas funciones principales son: contener el producto que se desea almacenar, aislarlo de factores que puedan alterar su estado original, prolongar el tiempo de almacenamiento sin que el producto sufra alteraciones y por último facilitar el transporte sin importar el estado físico del producto almacenado.

La planta clasifica los tambores según sus tipos (Cerrados y abiertos) y clase (Revestidos y no revestidos), debido a sus diferentes especificaciones y características. Estos tambores se describen a continuación en la tabla N° (1).

Tabla N° 1. Modelos de los tambores metálicos

Tipo	Clase	Característica
Cerrado (TH)	Revestido	Pesado (Lamina 0,90mm)
	No revestido	Liviano (Lamina 0,70mm)
Abierto (OH)	No revestido	Pesado (Lamina 0,90mm)

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico N° (1) se observa el porcentaje de participación de ventas de los tipos de tambores metálicos establecidos en la planificación 2013-2014.

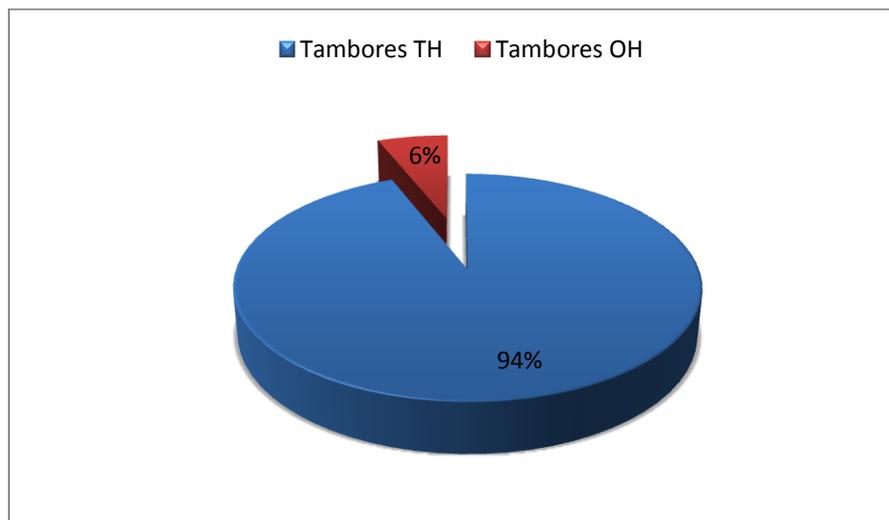


Gráfico N° 1. Porcentaje de participación de ventas 2013-2014.
Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

Los tambores metálicos TH representan el 94% de participación establecida en la planificación de ventas 2013-2014, lo que corresponde a 15.980 tambores mensuales, mientras que los tambores OH se ubican con un 6% de participación, lo que equivale a 1.020 tambores mensuales. Para fines del presente trabajo de investigación se describirá detalladamente los tambores TH, ya que es el producto que dirige todas las decisiones de producción establecidas por la planta dada su alta demanda.

Tambor cerrado (TH): Son tambores conformados por tres partes (tapa, cuerpo cilíndrico y fondo). La principal característica de este envase metálico es poseer una tapa fija con dos orificios, mediante el cual se realiza la carga y descarga de los productos a envasar por parte de los clientes. Generalmente son utilizados para el envasado y almacenamiento de productos de baja viscosidad. Este tipo de tambor se fabrica bajo la clase de revestido, con lámina de 0,90mm de espesor y no revestido, con lámina de 0,70mm de espesor. Ambas clases deben encontrarse bajo las dimensiones establecidas por la planta mostradas en la figura N° (2).

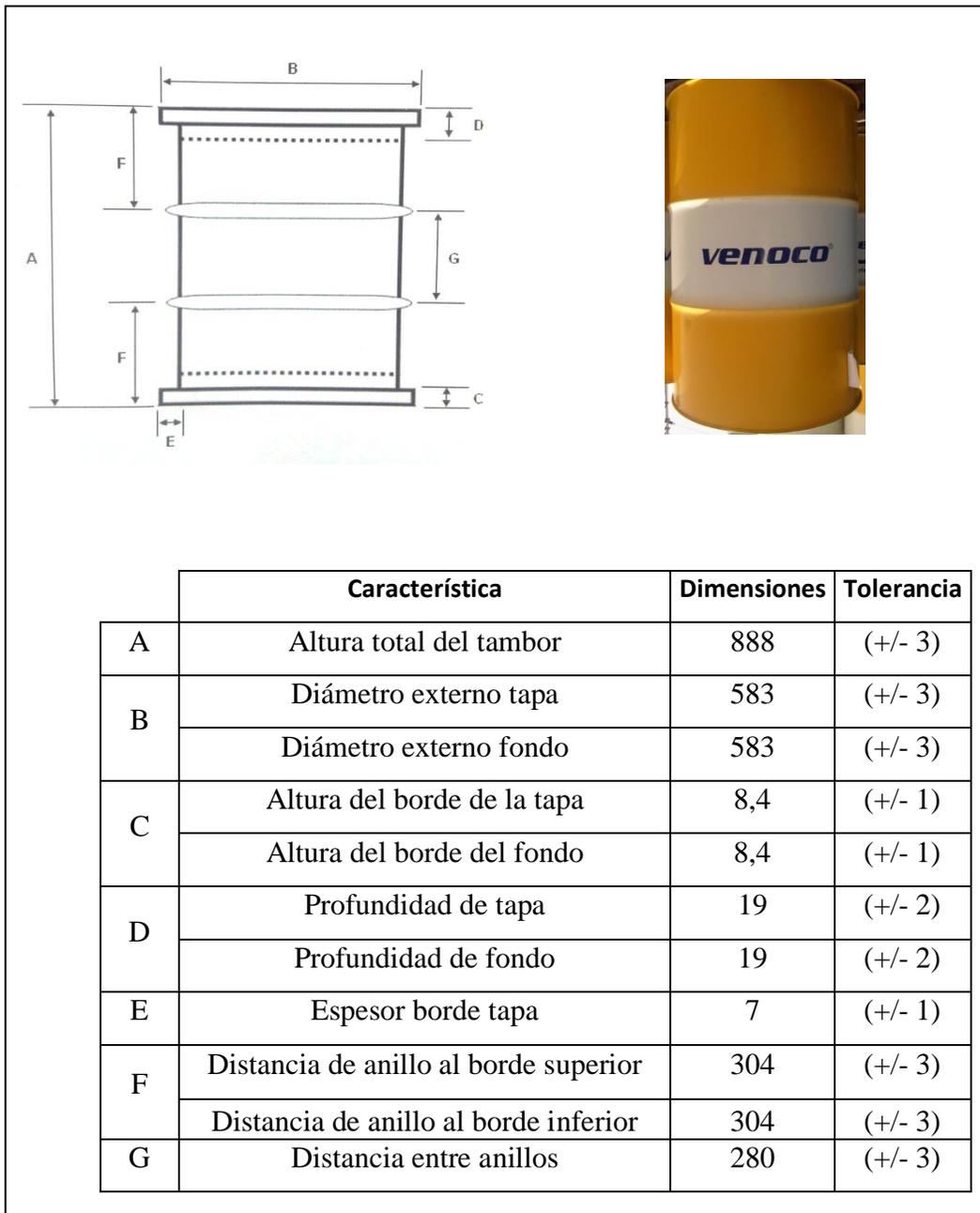


Figura N° 2. Dimensiones de los tambores TH
Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

Las clases de tambores obedecen a las características internas que presentan los tipos de tambores, la clase revestida son aquellos que por las propiedades del producto a envasar por parte de los clientes, es necesario aplicar una pintura que impida el contacto directo del

sustrato con el producto, evitando de esta forma la contaminación del material almacenado, en cambio, la clase de tambores no revestidos carecen de esta aplicación. (Ver figura N° 3).



Tambor TH revestido



Tambor TH no revestido

Figura N° 3. Clases de tambores metálicos TH
Fuente: Elaboración propia.

IV.2 Materiales.

Para la fabricación de los tambores metálicos TH son necesarios los siguientes materiales:

Tambor TH Revestido:

A continuación se muestra en la tabla N° (2) los materiales utilizados para la fabricación de los tambores TH revestido.

Tabla N° 2. Materiales tambor TH revestido

Descripción	Componentes
Tapa revestida (1)	Bobina de acero 0,90 mm de espesor
	Tapón 2" revestido
	Tapón ¾" revestido
	Pintura para revestimiento interno y externo
	Sellante
	Brida de ¾" y 2"
Cuerpo revestido (1)	Bobina de acero 0,90 mm de espesor
	Pintura revestimiento interno y externo
Fondo revestido (1)	Bobina de acero 0,90 mm espesor
	Pintura revestimiento interno y externo
	Sellante

Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

Tambores TH no revestido:

A continuación se muestra en la tabla N° (3) los materiales utilizados para la fabricación de los tambores TH no revestido.

Tabla N° 3. Materiales tambor TH no revestido

Descripción	Componentes
Tapa (1)	Bobina de acero 0,70 mm de espesor
	Tapón 2"
	Tapón ¾"
	Pintura revestimiento externo
	Sellante
	Brida de ¾" y 2"
Cuerpo (1)	Bobina de acero 0,70 mm de espesor
	Pintura revestimiento externo
Fondo (1)	Bobina de acero 0,70 mm espesor
	Pintura revestimiento externo
	Sellante

Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

IV.3 Descripción del proceso.

El proceso de producción de la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos TH se realiza de forma intermitente, ya que se efectúa por órdenes de producción, en base a los pedidos específicos que realizan los clientes.

En la fabricación de estos tambores es necesario que se lleven a cabo los siguientes procedimientos:

1. Órdenes de producción: los operadores reciben instrucciones por parte del supervisor respecto a la clase y cantidad de tambores metálicos a producir, durante la jornada laboral de 7,5 horas de trabajo.

2. Suministro de materia prima: los operarios de la línea de ensamble, formación y acabado de tambores metálicos, en base a los órdenes de producción, solicitan a un montacarguista el suministro de los materiales necesarios. Este se encarga de proveer las láminas de acero cortadas establecidas en las órdenes de producción (utilizadas para la formación del tambor), las tapas, fondos, pintura y bridas. Para esto se cuenta con dos montacarguistas.

3. Puesta a punto: la puesta a punto que se realizan en la línea varían dependiendo de la estación y se llevan a cabo cuando es necesario realizar cambios de tambores OH a TH. Esto se debe que presentan diferentes características en cuanto al espesor de la lámina, además van dirigidos a diferentes clientes, lo que hace necesario realizar ajuste en las estaciones de acabado externo.

4. Secuencia de operaciones para la formación, ensamble y acabado de los tambores:

Para la fabricación de los tambores metálicos en la línea de formación, ensamble y acabado de los mismos, se realizan las siguientes operaciones:

Soldadura.

En esta primera estación se reciben las láminas de acero por parte del montacarguista y son colocadas en un “Alimentador neumático Bunting Magnetics SFC01”, el cual proporciona las láminas a un mecanismo que une sus extremos formando un cilindro, para luego pasar por una máquina “soldadora automática Wright-K SFC05”, que sella dicha unión, concretando la forma cilíndrica del cuerpo del tambor.

Formación de pestañas.

Una vez formado el cuerpo del tambor metálico es introducido a una máquina “formadora de pestaña automática Minster GFE01”, la misma se encarga de darle forma curva a los bordes del cilindro para que puedan ser acopladas correctamente las tapas y fondos en procesos posteriores.

Formación de anillos.

En esta etapa el cuerpo del tambor pasa por un “Expansor de Venas Mecánicas marca Minster GFE02”, el cual realiza un anillado alrededor del cuerpo dándole mayor resistencia al material.

Aplicación de pintura interna en el cuerpo del tambor.

Esta operación solo se lleva a cabo cuando se desea producir tambores revestidos, para esto los cuerpos de los tambores son introducidos en una cabina, cuya función es aplicar pintura en el interior del cuerpo metálico por medio de una pistola automatizada.

Horneado de pintura interna.

Esta operación se realiza seguidamente de la aplicación de pintura interna en el cuerpo del tambor revestido, en esta etapa es introducido el tambor en un horno de curado, cuya temperatura oscila entre los 285 °C y 290 °C. La función que cumple el horno es transformar la película de pintura líquida aplicada en el cuerpo a un estado sólido de adecuadas propiedades que permitan la calidad del curado y por ende el cubrimiento del tambor metálico.

Grafado.

Seguidamente de salir el cuerpo del tambores del hornos, un par de operarios se encargan de remover las impurezas de manera manual que podrían contaminar el esmalte sobre el sustrato del metal de las tapas y/o fondos, para luego posarlas en cada extremo del cilindro mientras es desplazado mediante una cadena automatizada a la “Grafadora

hidráulica Carando GFE07". Esta unidad es una máquina de dos cabezales hidráulicos que une las tapas y fondos al cilindro a través de una costura redonda hasta formar el tambor.

1^{era} Prueba de fuga.

La prueba de fuga es realizada con la "Probadora de Fuga Duff GFE05", sometiendo a presión interna, mediante la inyección de aire, al tambor, procurando siempre que no deforme ni el cuerpo, ni la tapa ni el fondo. Un operario aplica una solución jabonosa con una brocha en el cordón de la costura de la soldadura y el grafado de fondo y/o tapa, verificando de manera visual las posibles fisuras o fugas que presente el tambor. Luego, limpiar la solución jabonosa y separar de la línea los tambores con fuga marcando la parte donde presentó la falla.

Colocación de bridas.

Un operario se encarga de manera manual de enroscar las bridas de 2" y ¾" en los orificios que poseen las tapas mientras el tambor se desplaza de forma continua a la siguiente estación.

Aplicación de pintura externa.

El tambor es introducido a una cabina donde es colocada entre unos rodillos giratorios mientras unas pistolas, de manera automática, aplican la pintura al cuerpo, tapa y al fondo. Dentro de la cabina se acciona un extractor de gases para evitar que la pintura atomizada que no entre en contacto con la superficie del tambor contamine las paredes de la cabina.

Horneado de pintura externa.

Una vez aplicada la pintura en el exterior del tambor, es necesario transformar esta película de pintura líquida a un estado sólido de adecuadas propiedades que permitan la calidad del curado y por ende el cubrimiento del tambor metálico, para esto, el mismo es introducido en un horno, cuya temperatura oscila entre los 220 °C y 218 °C.

Desenroscar bridas.

En esta etapa un operario afloja la brida de 2" en cada uno de los tambores que transita por la línea una vez que ya salieron de horno de curado externo, esta operación se realiza con el fin de introducir un equipo que inyecta aire en la estación siguiente.

2^{da} Prueba de fuga.

Un operario inyecta aire al tambor y aplica una solución jabonosa con una brocha en el cordón de la costura de la soldadura y el grafado de fondo y/o tapa, verificando de manera visual con un manómetro las posibles fisuras o fugas que presente el tambor. Luego, limpiar la solución jabonosa y separar de la línea los tambores con fuga marcando la parte donde haya presentado falla.

Apretar bridas.

Una vez realizada la segunda prueba de fuga un operario se encarga de apretar completamente las bridas de 2" y 3/4", para esto utiliza una pistola rotatoria de ajuste de bridas que acciona de manera manual.

Serigrafiado.

En esta etapa del proceso son identificados los tambores con el logo y/o nombre del cliente, para esto se utiliza la maquina semiautomática de "serigrafía UAE10".

Paletizado.

Finalmente se agrupan 4 tambores en una paleta de madera que posteriormente son trasladados por un montacargas, manejado por un operario, hasta el almacén de producto terminado.

A continuación se muestra en la tabla N° (4) las maquinarias mencionadas en el proceso de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos antes descrito.

Tabla N° 4. Maquinarias

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	FOTOGRAFÍA
Alimentador de láminas.	Marca: Bunting Magnetics. Automático	SFC01	
Soldador.	Marca: Wright-K Automático.	SFC05	
Formador de pestañas.	Marca: MINSTER Mecánico, Automático.	GFE01	
Expansor de venas.	Marca: MINSTER Mecánicas. Automático.	GFE02	
Cabina de pintura	Elaborada en CANGL. Automática. Cabina para revestimiento interno de cilindros.	UAI09	
Horno	Elaborado en CANGL. Horno de curado interno de cilindros.	UAI16	

Grafadora.	Marca: CARANDO. Hidráulica Automático.	GFE07	
Probador de fuga.	Marca: DUFF Neumático Automático.	GFE05	
Cabina de pintura	Marca: Agustini. Automática. Cabina para recubrimiento externo de tambores.	UAE01	
Horno	Marca: Agustini. Horno de curado externo de tambores.	UAE09	
Serigrafiado	Elaborado en CANGL. Semiautomática.	UAE10	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez descrito el proceso de formación, ensamble y acabado de los tambores e ilustradas las maquinarias involucradas en el proceso, se muestra en la figura N° (4) el diagrama de proceso de los tambores TH (revestidos y no revestidos).

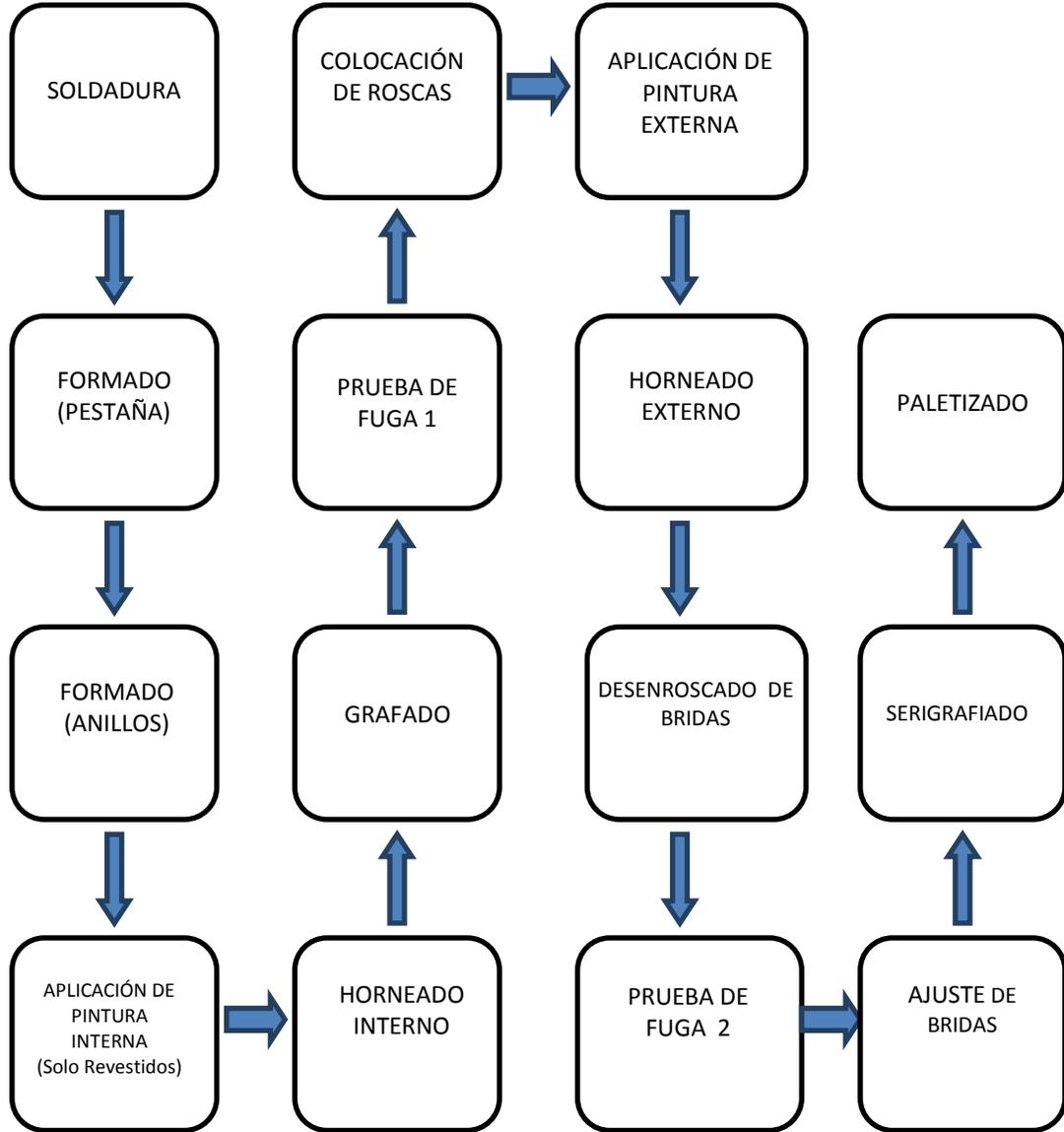


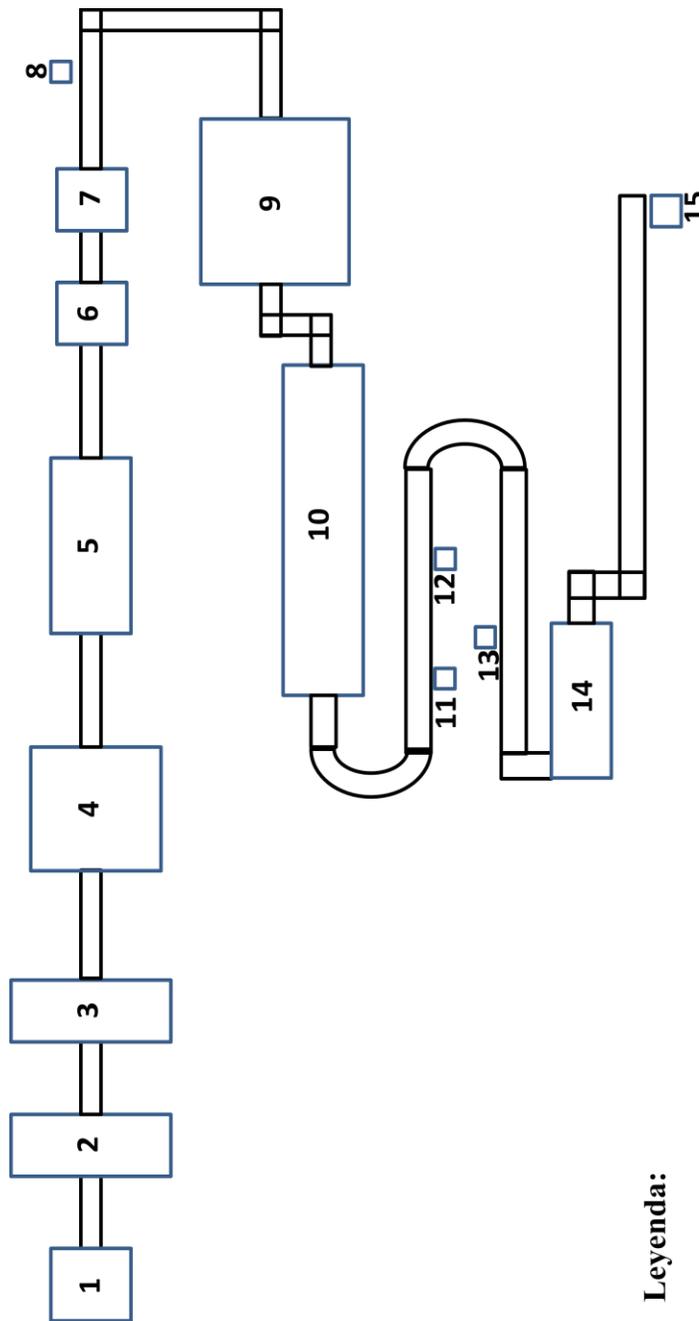
Figura N° 4. Diagrama de proceso de tambores TH (revestidos y no revestido)
Fuente: Elaboración propia.

IV.4 Descripción del área.

El área de la planta se encuentra delimitada, con un largo de 72m y ancho de 42m, dentro de la cual se encuentran las maquinarias para la fabricación de los tambores metálicos. En esta área también se disponen de los equipos de manejo de materiales.

La distribución que presenta actualmente la línea de ensamble es una distribución por proceso, caracterizada por la ubicación de los equipos o áreas de trabajo sujetas a la secuencia de las operaciones necesarias para la elaboración del producto.

La disposición de los equipos se muestra en la figura N° (5). En esta se puede apreciar la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos que se va analizar en la presente investigación.



Leyenda:

- 1. Soldadora.
- 2. Formadora de pestañas.
- 3. Formadora de anillos.
- 4. Cabina de pintura interna.
- 5. Horno de curado interno.
- 6. Grafadora.
- 7. Probadora de fuga 1
- 8. Colocación de bridas
- 9. Cabina de pintura externa.
- 10. Horno de curado externo.
- 11. Desensosque de bridas.
- 12. Prueba de fuga 2.
- 13. Apretar bridas
- 14. Serigrafado.
- 15. Paletizado.

Figura N° 5. Distribución de planta de tambores metálicos
Fuente: Elaboración propia.

Condiciones en el área de trabajo

Las condiciones de trabajo en la línea de formación y ensamble de los tambores metálicos son las siguientes:

- **Temperatura**

La temperatura varía entre 26 °C y 28°C aproximadamente.

- **Ventilación**

La fuente de aire suministrada al galpón es a través de dos vías: natural originada por el paso de las corrientes de aires que atraviesan el galpón por las entradas y salidas del mismo y ventilación forzada a través de 4 ventiladores Marca Termo Técnica Pericoli modelo E0R53/1.

- **Iluminación**

La iluminación es natural suministrada a través de láminas traslucidas ubicadas en el techo. La misma varía entre 550 a 740 lux.

- **Ruido**

Los niveles de ruido oscilan entre 85 y 95 decibeles. Para esto los operadores utilizan protectores auditivos especiales que atenúan los niveles de ruido hasta 25 decibeles menos.

IV.5 Descripción de equipos y herramientas.

IV.5 .1 Equipos de manejo de materiales.

Los equipos presentes para el manejo de materiales en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos se muestran en la tabla N° (5).

Tabla N° 5. Equipos de manejo de materiales

EQUIPO (Cantidad)	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
<p>Montacargas para bobinas. (1)</p>	<p>Utilizado para el traslado de las bobinas. Marca: Carterpillar. Capacidad 10tn.</p>	
<p>Montacargas para paletas. (2)</p>	<p>Utilizado para el traslado de las paletas vacías o con el paletizado de los tambores. Marca: Shangli. Capacidad: 2500kg.</p>	
<p>Mesa móvil para tapas y fondos. (2)</p>	<p>Utilizado para el traslado de Tapas y Fondos. Marca: Elaboración Propia. Dimensiones: 1.30m*1.30m</p>	
<p>Estante de herramientas. (3)</p>	<p>Utilizado para el traslado de las herramientas a cualquier estación de la línea para el ajuste de los equipos. Marca: Elaboración Propia. Dimensiones: 1.25m*0.60m</p>	
<p>Paletas. (más de 2500)</p>	<p>Utilizado para el traslado de los tambores. Dimensiones: 1.20m*1.20m</p>	

<p>Cadena transportadora. (1)</p>	<p>Utilizado para el traslado de los tambores en el interior de horno de curado externo. Longitud: 14,3m</p>	
<p>Banda transportadora. (2)</p>	<p>Utilizado para el traslado de los tambores terminados hacia el peletizado. Longitud:12,4m</p>	
<p>Cadena en forma de U para traslado de tambores. (3)</p>	<p>Utilizado para el traslado de los cilindros. Longitud (1) :13m Longitud (2) :14m Longitud (3) :14,8m</p>	
<p>Rodillos locos. (2)</p>	<p>Utilizado para el traslado de las láminas de acero a la soldadora. Longitud:1,5m</p>	
<p>Riel para traslado a cabina de recubrimiento externo. (1)</p>	<p>Utilizado para el traslado de los tambores a la cabina de pintura. Longitud: 3,5m</p>	

Fuente: Elaboración propia.

IV.5 .3 Equipos y herramientas de medición.

Para la realización de inspección de calidad en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores, la planta utiliza equipos y herramientas especializadas descritas continuación:

- **Garra de tigre:** herramienta utilizada por el inspector de calidad para la prueba de adherencia en el acabado externo de los tambores. La misma posee 6 cuchillas dentadas con la cual se desgarran la pintura en las zonas de tapa, cuerpo y fondo donde se desee realizar las pruebas de adherencia. En la figura N° (6) se muestra la garra de tigre utilizada por la planta.



Figura N° 6. Garra de tigre
Fuente: Elaboración propia.

- **Cinta adhesiva:** herramienta utilizada por el inspector de calidad para la prueba de adherencia en el acabado externo de los tambores. La misma debe ser posicionada sobre los fragmentos de pintura retirados previamente por la garra de tigre. Una vez desprendida se verifica la cantidad de pintura que se adhiere a la cinta. En la figura N° (7) se muestra la cinta utilizada por la planta.

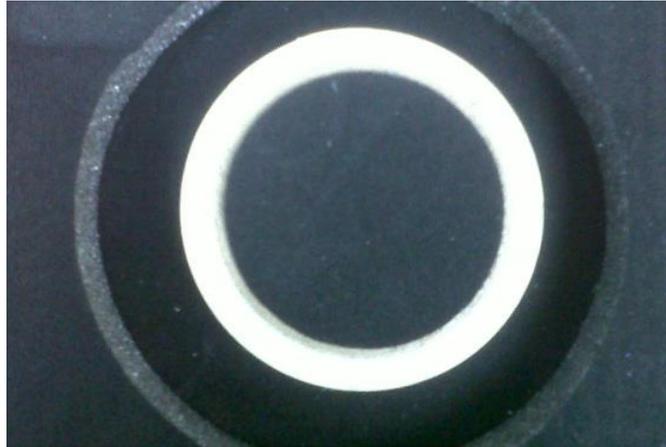


Figura N° 7. Cinta adhesiva
Fuente: Elaboración propia.

- **Lápiz de dibujo:** herramienta utilizada para la prueba de dureza en el acabado externo de los tambores, para esto se utilizan lápiz 2B, B, HB, F, H, 2H mostrados en la figura N° (8).



Figura N° 8. Lápiz de dibujo
Fuente: Elaboración propia.

- **Medidor de espesor:** equipo utilizado para la prueba de espesor en el acabado externo de los tambores. Ver figura N° (9).



Figura N° 9. Medidor de espesor
Fuente: Elaboración propia.

- **Pistola medidora de fuga:** equipo utilizado de manera manual para la prueba de fuga de tambores. Ver figura N° (10).



Figura N° 10. Pistola medidora de fuga
Fuente: Elaboración propia.

I.V.6 Determinar la capacidad de los equipos presentes en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos para tambores TH.

A continuación se presenta un estudio de tiempos para la determinación de las capacidades de los equipos presentes en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos para tambores TH.

IV.6 .1 Estudio de tiempos

El análisis de la capacidad de producción de los equipos permite conocer si la línea es capaz de producir lo establecido por el departamento de ventas en el plazo determinado de un mes. El uso del estudio de tiempo en esta investigación, va dirigida al cálculo del tiempo que tarda en producirse una unidad en cada estación de trabajo y con ello conocer la capacidad de producción de las estaciones de la línea evaluada cuando se desea producir tambores TH.

Para realizar el estudio de tiempo, se utilizó como herramienta la toma de videos para minimizar el margen de error de las observaciones. Esto debido que los procesos son en su mayoría automatizados y con tiempo de operación en segundos.

Para presentar el tiempo de ciclo de la operación que se va a medir en cada estación, se procedió a realizar una toma de video en 5 estaciones diferentes por día, donde se registraron 2 muestras por cada video. Esta actividad se llevo a cabo durante un periodo de 15 días para establecer aleatoriedad en las muestras registradas, cubriendo así las observaciones iniciales en las 15 estaciones que conforman la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos. Posteriormente se calcularon los tiempos promedios y la desviación estándar de cada una de las estaciones.

Por otro lado se estableció el nivel de confianza del estudio y se estableció si el número de observaciones empleadas satisfacen los requerimientos de error del muestreo, para poder darle validez a la media muestral establecida en cada una de las estaciones de la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos.

En el Apéndice N° (1) se presentan el procedimiento llevado a cabo para el estudio de tiempo y los resultados arrojados; mostrando los registros de los diferentes tiempos tomados, el tiempo promedio y la desviación estándar.

Con los resultados obtenidos en el estudio realizado a cada una de las estaciones (Apéndice N° 1) se definieron los siguientes tiempos de ciclo de las estaciones establecidas actualmente y con ellos las capacidades de producción de las mismas, (Ver tabla N° 6).

Para determinar las capacidades de cada una de las estaciones se aplicó la siguiente ecuación:

$$Capacidad = \frac{1}{Tiempo\ promedio\left(\frac{s}{unidad}\right)} \times 60\left(\frac{s}{min}\right)$$

Tabla N° 6. Capacidad de las estaciones con tambores TH

Estación	Descripción	Tiempo promedio (s/unid)	Capacidad (Unid /min)
Soldadura	Máquina	16,6	3,61
Pestañado	Máquina	19,7	3,05
Anillado	Máquina	19,7	3,05
Cabina de pintura interna (solo revestido)	Máquina	18,3	3,28
Horno curado interno (solo revestido)	Máquina	21,98	2,73

Grafado	Máquina	28	2,14
Probador de fuga N°1	Máquina	28	2,14
Colocación de bridas	Hombre	24,3	2,25
Cabina de pintura externa	Máquina	26,6	2,56
Horno curado externo	Máquina	23,55	2,54
Desenrosque de bridas	Hombre	7,12	8,42
Probador de fuga N°2	Hombre	9,63	6,23
Sujeción de bridas	Hombre	5,72	10,49
Serografiado	Máquina	9,62	6,24
Paletizado	Hombre	10,83	5,54

Fuente: Elaboración propia

Realizado el estudio de las capacidades de los equipos se define que la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos cuando fabrica tambores TH, tiene la capacidad de trabajar a una rata de producción de 2,14 tambores por minuto, lo que equivale a 21.186 tambores mensual bajo jornadas efectivas de 7,5 horas de trabajo.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN **ACTUAL**

V.1 Análisis de la situación actual de la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH.

En el presente capítulo se efectúa un análisis exhaustivo de la situación actual en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH, una vez conocido el proceso, los materiales y equipos involucrados en la línea. Además de la capacidad de la línea de producir 21.186 unid. /mes, cuando se opera con tambores TH, dato establecido por el estudio de tiempo realizado en el Apéndice N° (1).

Para el periodo 2013-2014 el departamento de ventas de la empresa CANGL ha establecido aumentos de la producción de los tambores metálicos, modificándose con ello la planificación de producción de la planta de tambores. Estos aumentos han reflejado una variación significativa del 50% mensual en los tambores revestidos y 40% mensual en los tambores no revestidos, con respecto al periodo 2012-2013 (Ver Gráfico N° 2). Finalmente estableciéndose una planificación de 17.000 tambores metálicos mensuales en su totalidad para el periodo actual.

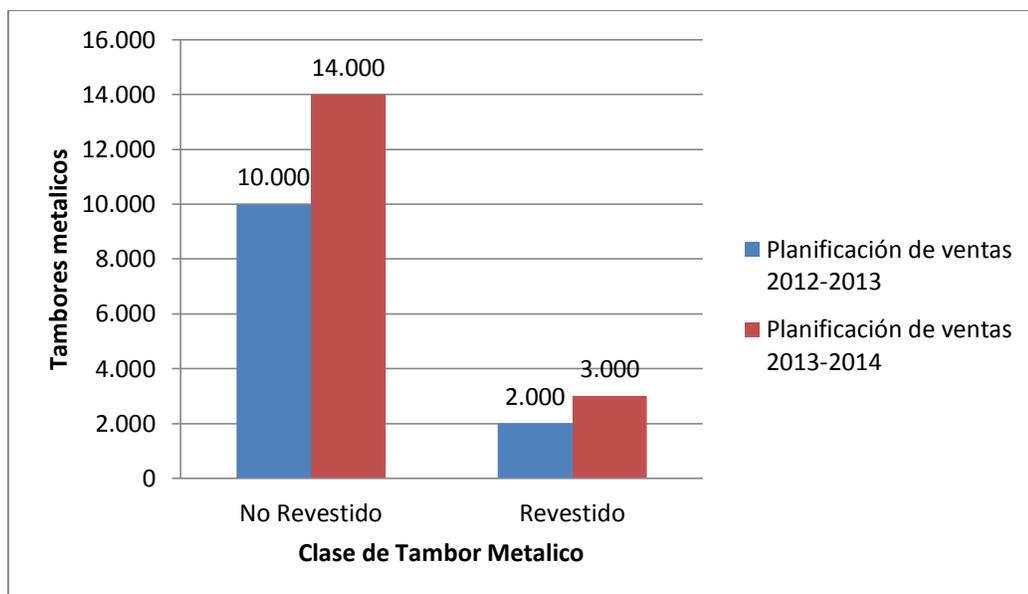


Gráfico N° 2. Planificación de ventas
Fuente: Elaboración propia.

Este aumento representado en el gráfico N° (2) de 4.000 tambores no revestidos y 1.000 tambores revestidos, se encuentra establecida únicamente por la demanda de los tambores metálicos del tipo TH que representan el 94 % de la producción planificada por ventas, mientras que el 6% restante se encuentra representado por los OH. Se conoce que la línea encargada de la formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos opera 22 días al mes bajo un turno de 7,5 horas de jornada laboral, de los cuales 20 días se establecen para la producción de tambores TH y 2 para la producción de OH.

Según registros históricos suministrados por la empresa CANGL la línea de formación, ensamble y acabado cuenta con una capacidad instalada de 24.000 tambores metálicos mensuales, sin embargo, bajo el estado de vida útil de los equipos, la capacidad demostrada de la planta se ubica en un 88,28% de la capacidad instalada, según el estudio de capacidad realizado en el capítulo anterior.

Datos suministrados por la planta de tambores metálicos de los primeros cinco meses del año 2013, evidencian que las estaciones no producen a tiempo el volumen solicitado por ventas cuando se fabrican únicamente tambores TH, esto ha originado que la planta opere bajo una capacidad de 8.610 tambores no revestidos y 1.654 tambores revestidos en promedio al mes, condición que afecta el alcance de la planificación de producción para el periodo 2013-2014 causando un incumplimiento de tambores metálicos de 39,62 %.

Dado que la planificación de producir 1.020 tambores OH no revestidos se cumplen en los días establecidos por la planta, se centró el análisis en los tambores TH para medir la efectividad de la línea. A continuación se presenta en la tabla N° (7) lo establecido en el plan de ventas de 2013-2014 respecto a los tambores TH y el porcentaje de incumplimiento que presenta este tipo de tambor respecto a lo producido en el periodo de estudio de Enero-Mayo 2013.

Tabla N° 7. Incumplimiento de tambores metálicos TH

Clase de tambor TH	Producción promedio por mes Enero-Mayo 2013	Planificación de ventas 2013-2014 por mes	Incumplimiento (%)
No revestido	7.590	12.980	41,52
Revestido	1.654	3.000	44,87
Total	9.244	15.980	42,15

Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

Según el estudio de tiempo realizado a los equipos que operan en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores (Apéndice N° 1), indica que la misma maneja una tasa de producción de 2,14 tambores/min, es decir, la línea tiene la capacidad de producir 19.260 tambores tipo TH bajo la clase no revestida y revestida en 20 días laborables de 7,5 horas de trabajo efectivo. Bajo esta información se evidencia que la línea puede producir los 15.980 tambores TH establecidos en el plan de ventas operando a partir de una tasa de producción mínima de 1,78 tambores/min. Dicha tasa de producción se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$Rata\ mínima = \frac{15.980\text{tambores TH}}{19.260\text{ tambores TH}} \times 2,14\left(\frac{\text{tambores}}{\text{min}}\right) = 1,78\text{ tambores/min}$$

Una vez conocida la tasa de producción mínima con la cual puede operar la línea, se procedió a calcular el porcentaje de eficiencia mínima requerido para cumplir la planificación establecida por ventas para el periodo 2013-2014, para esto se aplicó la siguiente ecuación.

$$Eficiencia\ mínima\ requerida = \frac{1,78\text{ tambores /min}}{2,14\text{ tambores/ min}} \times 100\% = 82,97\%$$

Por medio de información suministrada por el departamento de producción de la planta de tambores (Tabla N° 8), se establece el comportamiento de la eficiencia alcanzada por la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos desde los meses de Enero a Mayo del año 2013 cuando se producen tambores TH.

Tabla N° 8. Eficiencia de producción de tambores TH

Mes	Días laborables TH	Producción (Unid.)	Rata de producción (Unid./ min)	Rata de producción establecida (Unid./ min)	Eficiencia (%)
Enero	11	6.799	1,3735	2,14	64,18
Febrero	15	7.446	1,1031	2,14	51,55
Marzo	18	9.086	1,1217	2,14	52,42
Abril	18	14.339	1,7702	2,14	82,78
Mayo	20	8.552	0,9502	2,14	44,40

Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

En la tabla N° (8) se puede apreciar que no se opera bajo la rata de producción establecida por la capacidad de producción, observando una variación en los niveles de la misma en cada uno de los meses, afectando la eficiencia promedio de la línea, la cual no alcanza la eficiencia mínima requerida para cumplir con lo establecido en la planificación de ventas 2013-2014, así como se observa en el gráfico N° (3).

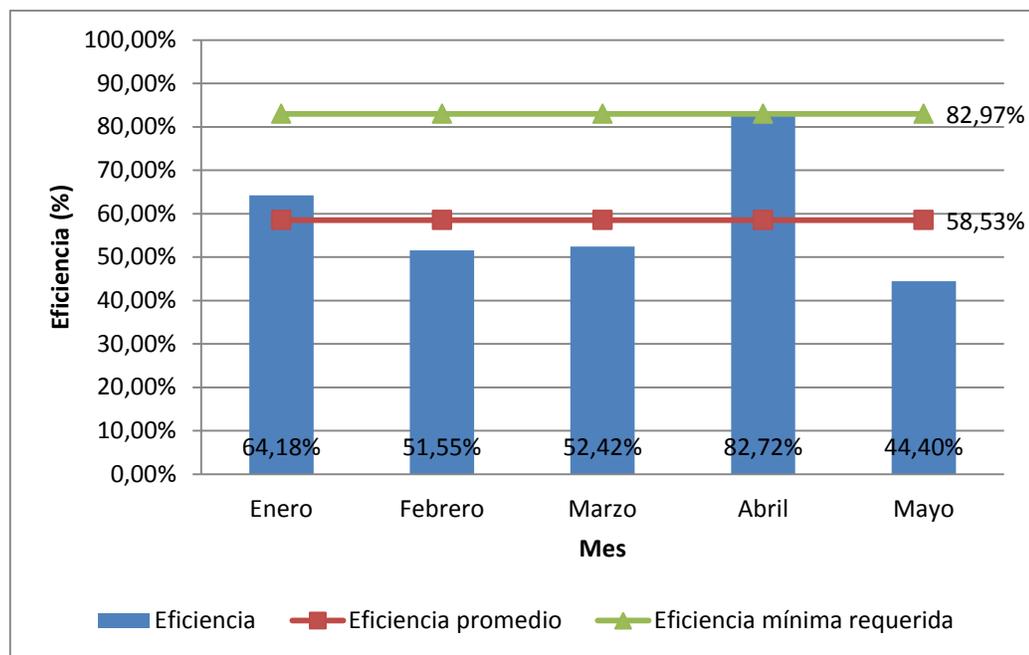


Gráfico N° 3. Porcentaje de eficiencia de la línea de Enero-Mayo 2013.

Fuente: Elaboración propia.

V.1.1 Factores que influyen sobre el comportamiento de la eficiencia en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH.

Inicialmente se realiza un diagrama Causa-Efecto o diagrama Ishikawa, mostrado en la figura N° (11), para diagnosticar, identificar y analizar las causas y sub-causas que generan un bajo nivel de eficiencia, el cual es en promedio 58,53% para el periodo Enero-Mayo 2013.

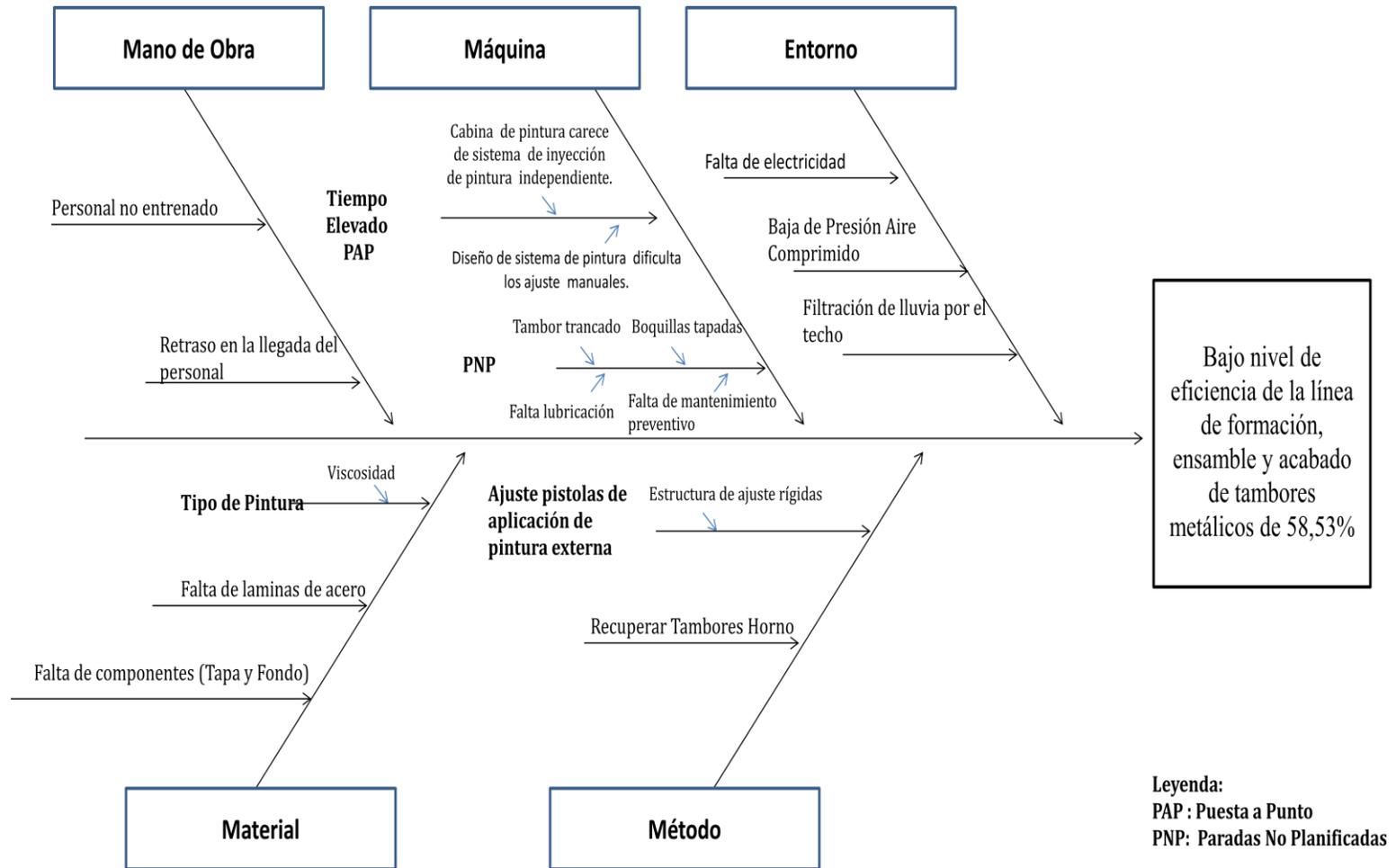


Figura N° 11. Diagrama de Causa-Efecto.
 Fuente: Elaboración propia.

- **Mano de obra:**

Personal no entrenado: En el periodo de estudio se observó que las temperaturas para el curado de los tambores metálicos en el horno de curado externo no se encuentran claramente definidas, debido a que el personal encargado no posee entrenamiento para establecer los valores de temperaturas bajo el cual deben funcionar los quemadores correctamente, que garanticen que los tambores se encuentren bajo las características de calidad establecidas por la planta, en cuanto a dureza y adherencia se refiere. Actualmente, los operarios varían los parámetros de temperatura cuando se presentan tambores fuera de especificaciones de calidad. Bajo esta forma de operar basada en acciones correctivas, trae como consecuencia tambores a reprocesar por parte de los operarios. Registros históricos evidencia 350 tambores metálicos mensual reprocesados por esta causa, lo que representa una disminución de la eficiencia en 2,28%.

Retraso en la llegada del personal: En 5 ocasiones el arranque de la línea fue afectado por retrasos del personal de hasta 20 minutos. Por lo que se dejó de producir 214 tambores por esta causa, condición en donde se mantiene la línea inoperativa y los operadores presentes se encontraban en ocio. Este factor afectó la eficiencia de la línea disminuyéndola en 0,27%.

- **Máquina:**

Paradas no planificadas: Las paradas no planificadas es uno de los factores con mayor impacto en la eficiencia debido que ocurren de manera imprevista y deben tomarse acciones correctivas a corto plazo para poner en marcha la producción, registros históricos suministrados por la planta en el período de estudio de Enero-Mayo de 2013 evidencia 8.254 minutos por paradas no planificadas en donde se dejaron de producir aproximadamente 3.532 tambores metálicos mensuales, hecho que disminuyó la eficiencia de la línea 22,36%.

Tiempos de puesta a punto: Cuando se culmina la producción de los tambores OH para producir TH es necesario realizar ajuste en varias estaciones que involucran hasta 128 minutos de puesta a punto en los que se desperdicia tiempo productivo. Adicionalmente la cabina de pintura carece de sistema de inyección de pintura independiente lo que aumenta los tiempos de puesta a punto por cambios de pintura.

Tomando en cuenta que se realizan aproximadamente 6 cambios al mes del tipo de tambor y/o de sustitución de la pintura debida a la variedad de clientes que presenta la planta, se dejan de producir 1.343 tambores metálicos al mes, hecho que afecta la eficiencia de la línea 8,5%.

- **Material:**

Materia prima: Falta de suministro de láminas cortadas de acero por parte de los montacargas para la formación de los cuerpos de los tambores metálicos en la soldadora, esto contribuye con las paradas no planificadas.

Componentes: Falta de suministro de tapas revestidas, cuando se trabajan con tambores TH revestidos, la producción de la línea de formación, ensamble y acabado se ve afectada por el suministro de tapas y fondos revestidos provenientes de la línea de formación y revestimiento de tapas y fondos. La misma cuenta con 6 días para producir la cantidad de 6.000 componentes, actualmente datos suministrados por la planta reflejan la producción de 3.600 en promedio debido a la necesidad de los operarios de realizar operaciones manuales de limpieza a los componentes que les produce fatiga, ocasionando un déficit de 40% de la cantidad de componentes requeridos. Bajo esta condición se dejaron de producir 1.200 tambores metálicos al mes afectando la eficiencia en 7,6%.

Tipo de pintura: La cabina de pintura externa trabaja con diferentes colores, estos colores poseen diferentes viscosidades por lo que el operador debe verificar que se encuentren dentro de las especificaciones para poder realizar ajustes y accionar el sistema de la cabina

de pintura externa, de no realizarse esta actividad el acabado externo de los tambores podrían presentar fallas en las especificaciones de calidad, esta condición contribuye en los tiempos de puesta punto.

- **Método:**

Ajuste de las pistolas de aplicación de pintura externa: La estructura que sostiene las pistolas de aplicación de pintura externa en los tambores metálicos no posee indicadores de posición angular para las pistolas, por lo que es manipulada únicamente por un operario debido a la experiencia en el posicionamiento de los parámetros de operación, sin embargo, bajo las condiciones establecidas por la estructura de soporte, se dificulta la realización de los ajustes por parte del operador, por lo que aplica métodos de ajustes manual que aumentan los tiempos de puesta punto. Estas posiciones se ven modificadas al momento de realizar cambios de tambores OH a TH (Actividad que se realiza dos veces por mes). Esta condición a su vez se encuentra inmersa en la problemática de puesta a punto antes descrita.

Recuperar tambores en el horno de curado externo: Según registros históricos se observó que se trancaron tambores metálicos en el horno de curado interno, esto se debe a la falta de información de la manera en que debe ejecutarse las operaciones de los tambores a ser reprocesados, lo que origina que los operarios en ocasiones no aflojen las bridas de los tambores a reprocesar, expandiéndose estos en el interior del horno produciendo su obstrucción. La ocurrencia de este hecho ocasiona paradas en la línea por periodos de tiempos superiores a una hora mientras se solventa dicha problemática, afectando el proceso continuo de la producción de tambores y a su vez la eficiencia en un 0,61%.

- **Entorno:**

Falta de electricidad: Registros históricos demuestran la ocurrencia en promedio de 1 falla eléctrica al mes, por lo que la línea se ve obligada a detenerse al no poseer planta eléctrica, lo que contribuye a los tiempos involucrados en las paradas no planificadas.

Baja de presión de aire comprimido: La presión de aire comprimido es suministrado por un único compresor que alimenta al complejo industrial, cuando existen pérdidas de presión las cabinas de pintura no operan correctamente ocasionando fallas, por lo que es detenida la estación y con ella la línea.

Filtración de lluvia por techo: Detención de la línea para arreglar filtración de agua que caía en el tablero de control del horno de acabado interno, dejándose de producir 963 tambores, considerando una jornada laboral efectiva de 7,5 horas con capacidad de 2,14 tambores por minutos. Este evento contribuyó con las paradas no planificadas registradas en el período de estudio.

V.1.2 Análisis de las categorías y sus factores.

Una vez desarrolladas todas las categorías y los factores por los cuales se produce una baja eficiencia en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos TH, se procedió a realizar una reunión en la cual se encontraban ingenieros de procesos, supervisor y operadores de la planta de tambores metálicos, para establecer los problemas a resolver con mayor profundidad. En la reunión se discutieron cuáles de las categorías con sus respectivos factores revisten mayor importancia, tomando en cuenta el impacto que tienen cada uno de ellos sobre la eficiencia de la línea (ver Tabla N° (9)).

Tabla N° 9. Factores seleccionados

Categoría	Factor	Impacto eficiencia
Mano de obra	Personal no entrenado.	2,22%
Máquina	Paradas no planificadas.	22,36%
	Tiempos de puesta a punto.	8,5%
Material	Componentes.	7,6%
Método	Ajuste de las pistolas de aplicación de pintura externa.	Impacto contenido en la puesta a punto.
	Recuperar tambores en el horno de curado externo.	Impacto contenido en las paradas no planificadas.
Total		40,68%

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la eficiencia mínima requerida para cumplir con lo establecido en la planificación de ventas 2013-2014 es de 58,53%, se estudiarán la mayoría de los factores analizados en el diagrama de causa y efecto para alcanzar y superar la eficiencia requerida.

Una vez definido los factores, se realizó un estudio de la causa raíz que originaron la disminución de 40,68 % de la eficiencia de la línea de formación ensamble y acabado de los tambores metálicos.

Mano de obra.

Personal no entrenado:

Para establecer la temperatura en el horno de curado interno, es necesario tomar en cuenta la temperatura establecida en dos quemadores que suministran la fuente de calor para curar la pintura impregnada sobre la superficie externa de los tambores, el set up de los quemadores, la temperatura a la que se disparan los mismos y la frecuencia de la cadena que transporta los tambores en el interior del horno. Los niveles en que deben encontrarse estos parámetros para garantizar el curado de la pintura no se encuentran claramente definidos, por lo que los operadores no están entrenados para establecer los valores que garanticen que los tambores metálicos no deban ser reprocesados por motivos de mal curado. Actualmente, los operadores establecen las temperaturas que suministre el supervisor de la planta, el cual varía los valores dependiendo de los resultados arrojados en las especificaciones de calidad referente a dureza y adherencia.

Máquina.

Paradas no planificadas (PNP):

Una de las variables que impactan notablemente en el bajo nivel de eficiencia de la línea de formación, ensamble y acabado de tambores, son las paradas no planificadas, debido que

estas disminuyen la eficiencia de la línea un 22,36% en el período de estudio. Adicionalmente las PNP afectan el tiempo operativo de la línea causando una disminución de las unidades capaces de producir en una jornada de 7,5 horas.

Para el análisis de las paradas no planificadas se tomó información suministrada por el Departamento de Producción de la Planta de Tambores de las paradas no planificadas surgidas de Enero a Mayo del 2013, con el cual se realizó el gráfico N° (4). Este nos permitirá identificar el tiempo de duración de PNP de cada una de las estaciones.

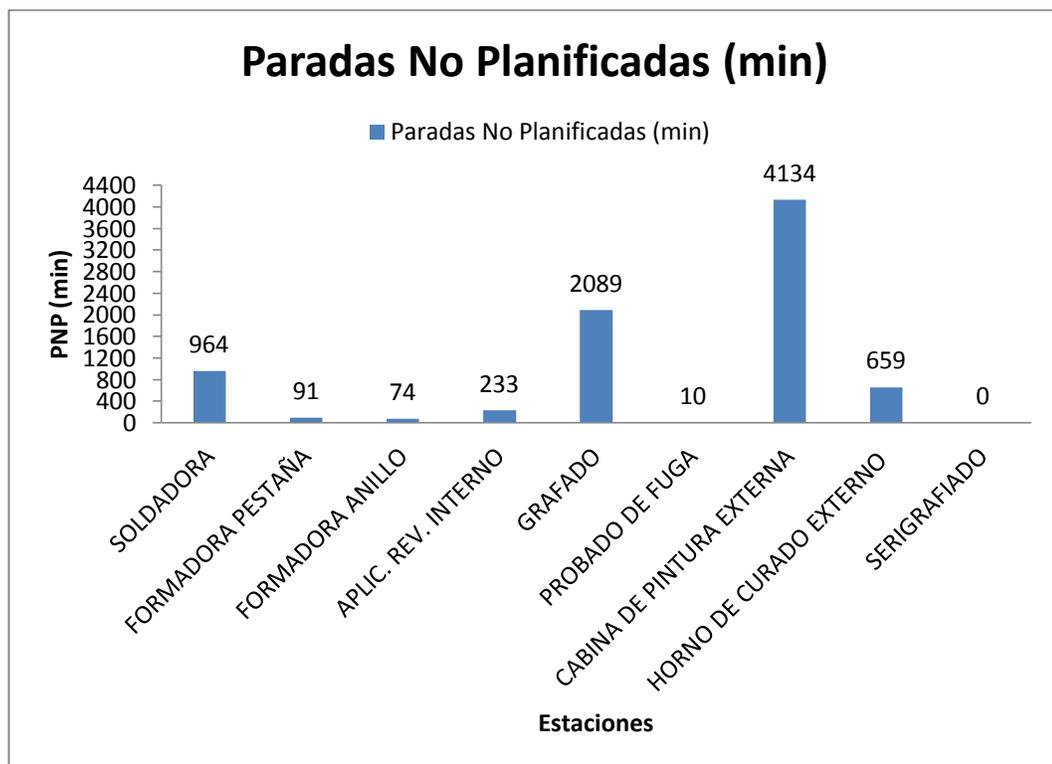


Gráfico N° 4. Paradas no planificadas en las estaciones entre el mes de Enero a Mayo 2013. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico N° (4), se observa que las estaciones más críticas con respecto al comportamiento de las paradas surgidas entre los meses de Enero a Mayo 2013, son las de la cabina de acabado externo con 4.134 minutos y la de grafado con 2.089 minutos. Considerando las dos estaciones antes mencionadas como las más críticas o influyentes dentro de las fallas presente en la categoría de Maquinas, dentro del período de tiempo en estudio.

Una vez seleccionada las estaciones, se procede a la identificación de las fallas que originaron las PNP en el periodo de tiempo en estudio y el tiempo en que solventaron cada una de las fallas.

Para la identificación de las causas específicas que generaron las PNP en la producción de tambores TH, se tomó información de los reportes de fallas de ambos equipos registrados de Enero a Mayo del 2013. Adicionalmente se clasificaron las causas bajo diferentes rubros, para agrupar las fallas y medir el porcentaje de incidencia que tienen sobre las PNP.

Los tipos de paradas se clasifican bajo los siguientes rubros:

- Equipos.
- Ajustes.
- Mantenimiento no programado.
- Imprevisto.

En el Apéndice N° (2) se presenta el reporte de fallas registradas por el departamento de producción de la Planta de Tambores de Enero a Mayo del 2013, en las estaciones seleccionadas, clasificando los rubros antes mencionados en cada una de las incidencias.

A continuación se presentan los valores acumulados de los rubros en la estación de grafado proveniente del Apéndice N° (2).

Grafadora:

Tabla N° 10. Valores acumulados de los rubros en la grafadora

Clasificación	Tiempo (min)	Porcentaje de incidencia (%)
Mantenimiento no programado	435	20,82
Ajustes	279	13,36
Equipo	1.279	61,23
Imprevisto	96	4,60
Total	2.089	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° (10) se puede observar que el rubro que tiene mayor incidencia en las paradas no planificadas registradas por la grafadora en los meses de Enero a Mayo del 2013 es el de Equipo con un tiempo acumulado de 1.279 minutos y un porcentaje de incidencia de 61,23%.

Entre las fallas presentes en el rubro de Equipo dentro del período de estudio de Enero a Mayo se encuentra el atascamiento de los tambores metálicos, registrándose un tiempo de duración de 47,37 minutos en promedio por cada atascamiento, evidenciándose 27 fallas de este origen, lo que refleja un total de 2.737 tambores metálicos que se dejaron de producir, es decir 547 tambores en promedio por mes. Adicionalmente cuando se presenta el atascamiento de los tambores, estos no pueden ser reprocesados, por lo que se pierde material, produciéndose el scrap de 5 tambores en promedio por mes en el para el período de estudio.

Esto es originado por las fallas presentes en la pistola de lubricación de los rodillos de la grafadora que no lubrican los rodillos utilizados para el grafado y adicionalmente contaminan los tambores metálicos con el lubricante cuando el sistema opera en modo automático, por lo que se desactivó parte del sistema, dando origen a la parada no

planificada en la grafadora cuando los rodillos no se encuentran lubricados en su totalidad, disminuyendo la eficiencia un 3,50%.

El sistema de lubricación de los rodillos en la grafadora actual consta de cuatro válvulas solenoides, una bomba, un tanque y cuatro pistolas de aplicación (Ver figura N° 12), dicho sistema se encuentra controlado por un PLC. Cuando se realiza la aplicación del lubricante sobre los rodillos, las pistolas atomizan el mismo de forma excesiva, debido a que los orificios que poseen los picos de las boquillas no son adecuados para la aplicación, adicionalmente la bomba utilizada maneja una presión de 6 psi que no pueden controlar correctamente las boquillas por lo que impulsan el lubricante impregnando a los rodillos de la grafadora y al tambor que se encuentre en la operación de grafado. En la figura N° (13) se observa la pistola de lubricación utilizada actualmente por la planta.

A continuación se muestra el diagrama de tuberías de instrumentación del sistema de lubricación de los rodillos.

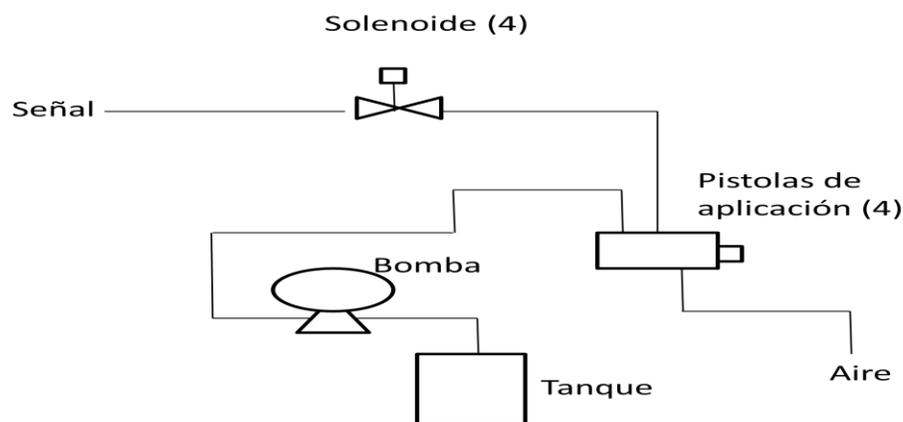


Figura N° 12. Diagrama de tuberías de instrumentación de lubricación de rodillos
Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 13. Pistola de aplicación de lubricante de la grafadora.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizada la estación de Grafado, se presenta en la tabla N° (11) los valores acumulados de los rubros en la estación de la Cabina de Acabado Externo proveniente del Apéndice N° (2).

Cabina de acabado externo:

A continuación se muestra en la tabla N° (11) los valores acumulados de los rubros de la cabina de acabado externo.

Tabla N° 11. Valores acumulados de los rubros de la cabina de acabado externo

Clasificación	Tiempo (min)	Porcentaje de incidencia
Mantenimiento no programado	582	14,08%
Ajustes	2.733	66,11%
Equipo	474	11,46%
Imprevisto	345	8,35%
Total	4.134	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° (11) se puede observar que el rubro que tiene mayor incidencia en las paradas no planificadas registradas por la línea en los meses de Enero a Mayo del 2013 es el de Ajustes con un tiempo acumulado de 2.733 minutos y un porcentaje de incidencia de 66,11%.

Entre las fallas presentes en el rubro de Ajustes se encuentra el ajuste del sistema de aplicación de pintura con 1.857 minutos, originado por las presiones suministradas al sistema de bombeo. Especificaciones del proveedor establecen manejar presiones de 800 a 1.000 psi para la aplicación de pintura, sin embargo, la planta opera bajo presiones de 1.200 a 1.300 psi para garantizar que los espesores en la tapa del tambor se encuentren dentro de especificaciones de calidad. El motivo por el cual establecen presiones por encima de lo recomendado es debido a las caídas de presión que presenta el sistema dispuesto en serie para las pistolas 10, 11, 3, 4, 8 y 9, llegando la presión primeramente al fondo, luego al cuerpo y por último a las pistola utilizadas para la tapa del tambor (Ver figura N° 14).

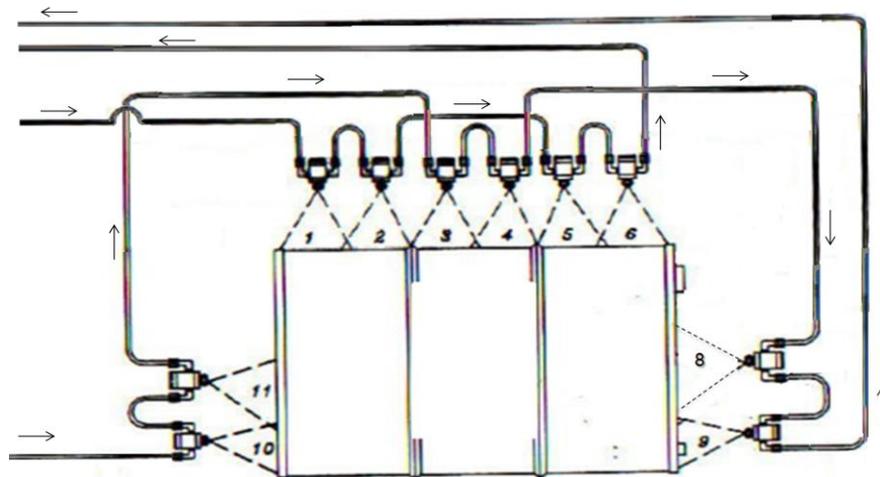


Figura N° 14. Sistema de tuberías de aplicación de pintura
Fuente: Elaboración propia.

Bajo estas condiciones de operación las boquillas 10 y 11 se encuentran constantemente sometidas a altas presiones, situación que ha originado el desgaste de las mismas, trayendo como consecuencia aplicaciones de pintura que generan tambores fuera de

especificaciones. Para solventar momentáneamente esta problemática el operador realiza ajustes en el posicionamiento de las pistolas que presentan desgastes en las boquillas y en los tiempos de aplicación de pintura hasta conseguir que los tambores se encuentren dentro de especificaciones. Si el desgaste de las boquillas genera espesores por encima de los 1,4mils deben ser retiradas y ser sustituidas por unas nuevas. Registros históricos del período de Enero a Mayo del 2013 reflejan el cambio de boquillas cada mes y medio. Adicionalmente la empresa adquirió una pistola de aplicación manual para cubrir las fallas en los tambores por falta de espesores en la tapas.

Esta problemática ha afectado la eficiencia de la línea para el período de estudio, involucrando 1.857 minutos por ajuste al sistema de aplicación de pintura, lo que se traduce a 3.974 tambores que se dejan de fabricar en el período en estudio, bajo la capacidad de la línea de producir 2,14 tambores por minuto, esto equivale a 794 tambores metálicos mensuales en promedio que disminuyen la eficiencia de la línea un 5,03%.

Mantenimiento preventivo:

En el período de estudio, adicionalmente a los problemas originados en la grafadora y la cabina se evidenció que no existe un programa de mantenimiento preventivo en los equipos que operan en la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores, generando que estos no funcionen de manera eficiente, presentando múltiples fallas en distintos componentes que los conforman y ocasionando la degradación rápida del tiempo de vida útil de los mismo.

Debido que no se realiza el monitoreo y la evaluación exhaustiva en todas las partes o componentes de los equipos con su respectiva frecuencia, el departamento de mantenimiento se ve obligado a solo ejecutar mantenimiento correctivo, dando prioridad a las fallas que ocasionan pérdidas de tiempo y de producción más notable en la línea de estudio.

Tomando como información los reportes de producción presentados por el supervisor de la planta en el periodo de estudio, se realizó la tabla N° (12) que indica el porcentaje de influencia en las paradas no planificadas por falta de mantenimiento preventivo en los equipos que trabajan en la línea:

Tabla N° 12. Porcentaje de influencia por falta de mantenimiento preventivo

Equipos	Cantidad de fallas	Tiempo (min)	Porcentaje de influencia (%)
Cabina de pintura externa	10	582	39,89
Grafadora	11	435	29,81
Cabina de Rev. Interno	8	105	7,20
Soldadora	7	99	6,79
Formadora de Pestaña	3	91	6,24
Formador de Anillos	4	74	5,07
Horno de curado externo	5	63	4,32
Prueba de Fuga	3	10	0,69
Total	51	1.459	100

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificada la cantidad de fallas y sus respectivos tiempos de duración por cada estación, debido a la falta de mantenimiento preventivo, se realizó una reunión con el personal de mantenimiento y mediante entrevistas no estructuradas lograr determinar el origen de las fallas (Ver tabla N°13). Esta reunión fue necesaria debido que los registros históricos suministrados carecen de esta información.

Tabla N° 13. Fallas con pérdida de tiempo más frecuentes

Equipo	Fallas presentadas	Origen de la falla
Cabina pintura externa	Acabado externo fuera de especificaciones.	Falta de mantenimiento de las pistolas de aplicación.
Cabina pintura externa	Contaminación en la cabina de pintura.	Falta de mantenimiento al sistema de agua que elimina el overspray.
Cabina pintura externa	Se tascan tambores.	Falta de mantenimiento a los rodillos.
Grafadora	Fuga por falla de grafado.	Falta de limpieza de los rodillos y platos.

Grafadora	Atascamiento de tambores por deformación de tapas y/o fondo.	Falta de pulitura a los rodillos que generan pérdida de ángulos.
Grafadora	Falla de sensor.	El bigote que detecta los tambores se daña.
Cabina de rev. interno	Falla en transportador de la cabina de revestido.	El bigote detector de tambores se daña.
Soldadora	Fuga por costura de soldadura.	Falta de rectificación de las piedras para la soldadura.
Formadora de pestaña	Tambor con mal pestañado.	Cuna doblada (Falta de mantenimientos en cunas que transportan tambores).
Formador de anillos	Se parte guía del tope de la formación de anillo.	Cuna doblada evita el correcto anillado del tambor.
Horno de curado externo	Falla de sensor.	El bigote que detecta los tambores se daña.
Prueba de fuga	Prueba de fuga errónea.	Se desprende goma por falta de sustitución.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla N° (13), por falta de un plan de mantenimiento preventivo, la planta se vio afectada un total de 1.459 minutos durante el periodo de estudio, lo que equivale a 629 tambores que se dejaron de producir en promedio por mes, lo que refleja una ineficiencia en la línea de 3,98% que influye en el cumplimiento de la producción requerida en el plan de ventas 2013- 2014.

Es por esto que es importante implementar propuestas de solución a las fallas antes descritas en la grafadora y en la cabina de pintura, así como también en la línea en general en cuanto a mantenimiento se refiere, para evitar que continúen presentándose estos eventos.

Puesta a punto de los equipos (PAP):

Cuando la orden de producción indica un cambio de OH a TH deben llevarse a cabo un proceso de puesta a punto en ciertas estaciones de la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos.

En el momento que se realizan cambios es necesario realizar ajuste en la estación de soldadura, pestañadora, cabina de pintura interna (cuando se producen tambores TH revestidos), grafadora, cabina de pintura externa y serigrafiado, cabe destacar que las mismas son realizadas por distintos operarios una vez que la supervisora solicita el cambio. El tiempo de PAP promedio registrado por lo operarios en el reporte de producción de cada una de las estaciones se muestran en la tabla N° (14).

Tabla N° 14. Tiempos de PAP cuando se realizan cambios

Estación	Tiempo PAP (min)
Soldadora	12
Pestañadora	10
Cabina de pintura interna TH (cuando se producen tambores revestidos)	12
Grafadora	40
Cabina de pintura externa	128
Serigrafía	10

Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

Como se puede observar en la tabla N° (14) el tiempo de PAP más elevado es el de la Cabina de pintura externa con 128 minutos, cifra considerada crítica para la eficiencia de la línea, debido que es la operación que acciona la producción de tambores metálicos TH una vez culminada su puesta a punto.

Según registros históricos suministrados por la planta los días destinados para la producción de los tambores TH se ven afectados por dos de estos cambios, registrando un tiempo acumulado de 256 minutos de puesta a punto al mes donde se dejan de producir 547 tambores metálicos al mes.

Adicionalmente en la producción de los tambores TH dependiendo del cliente a quien va dirigido el tambor, es necesario sustituir solamente la pintura en la cabina de acabado externo, lo cual se lleva a cabo en 93 minutos con una frecuencia de 4 veces al mes, lo que se traduce a 796 tambores que dejan de producirse, considerando que la planta es capaz de producir a un ritmo de 2,14 tambores por minuto. En estos cambios de pintura se ejecutan actividades que se encuentran contempladas en la puesta a punto realizada en los cambios del tipo de tambor. Bajo estas condiciones la eficiencia de la línea se ve afectada en un 8,50%.

Utilizando la filosofía SMED, se analizan cada una de las actividades realizadas durante la puesta a punto de la estación seleccionada, clasificando las actividades externas e internas, e identificando cuales de estas incrementan los tiempos de PAP y cuáles de las actividades internas pueden convertirse en externas. Adicionalmente en la descripción de las actividades se contemplaran aquellas en donde se realizan solamente cambios de pintura.

Separación de las preparaciones internas y externas.

Cabina de pintura externa:

En la tabla N° (15) se muestra el desglose de las actividades de puesta a punto de la estación de cabina de pintura externa enmarcando el tipo de preparación (internas o externas).

Tabla N° 15. Actividades de puesta punto de la cabina de pintura externa

N°	Actividad	Interna	Externa	Tiempo (min)
1	Desactivar mecanismo alimentador de tambores.	X		0,5
2	Verificar que el esmalte horneable sea el indicado en cuanto a código y color según la orden de producción.	X		0,5
3	Colocar tambores de pintura (2) en lo mezcladores con ayuda del montacarguista.	X		8
4	Accionar mezcladores.	X		0,5
5	Colocar equipos de protección personal (Tapa boca y guantes).	X		0,5
6	Verifique la viscosidad de la pintura con la ayuda de la copa Ford #4.	X		8
7	Limpiar copa Ford #4 con alcohol.	X		3
8	Apagar quemadores.	X		0,5
9	Limpieza ductos de transporte de pintura.	X		7
10	Suministrar nueva pintura al sistema (Abrir válvula de recirculación de pintura).	X		2
11	Encender y verificar la temperatura de los calentadores.	X		1
12	Verificar presiones en los manómetros de las bombas.	X		1
13	Limpiar pistola de aplicación manual para fallas de espesores en tapa.	X		5
14	Suministrar pintura al envase de la pistola manual para fallas de espesores en tapa.	X		5
15	Ubicar pistola manual en la salida de la cabina de pintura.	X		0,5
16	Medir viscosidad de la pintura caliente.	X		8
17	Limpiar boquillas de las pistolas de aplicación automática de la cabina.	X		7
18	Retirar pintura adherida a la estructura metálica de aplicación de pintura (utilizar cuchilla).	X		8
19	Retirar y botar cartones ubicados en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	X		1

20	Accionar rodillos de la cabina de pintura y retirar pintura adherida (utilizar cuchilla).	X		4
21	Retirar pintura de los rieles de deslizamiento del tambor de la cabina (utilizar cuchilla).	X		5
22	Lubricar rieles de deslizamiento (aplicar grasa).	X		4
23	Colocar cartones en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	X		1
24	Graduar pistolas de aplicación de pintura.	X		35
25	Cierre válvula de recirculación.	X		0,5
26	Activar mecanismo de alimentador de tambores.	X		0,5
27	Verificar acabado de manera visual.		X	10
28	Registrar tiempo de puesta a punto en hoja de registro de planta.		X	1
			Total	128

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla N° (15), las primeras veintiséis actividades son llevadas a cabo como preparación interna, es decir, se ejecutan una vez finalizada la producción del tipo de tambor anterior (con la estación detenida), mientras que las dos últimas actividades son realizadas como actividades externas una vez que el equipo se encuentra encendido. Cuando se desee cambiar solamente el color se descarta la actividad 24, mientras el resto de las actividades se mantienen iguales en cuanto a su procedimiento.

Según lo antes expuesto se puede evidenciar que la mayoría de las actividades que rigen la puesta a punto son internas, por tal motivo es importante reducir sistemáticamente estos tiempos a los efectos de disminuir el tiempo total de preparación de esta estación y con esto aumentar la producción.

Materiales.

Componentes:

Cuando se producen tambores de la clase revestidos en la línea de formación ensamble y acabado de tambores metálicos, es necesario acoplar tapas y fondos a los tambores revestidos, estos componentes provienen de la línea de acabado de tapas y fondos revestidos. Cuando órdenes de producción solicita el ensamble de los tambores de la clase revestida la línea se ve limitada a producir la cantidad de componentes suministrados por la línea de acabado de tapas y fondos revestidos, la cual dispone de 7 días para producir la cantidad de 6.000 unidades, conformadas por 3.000 tapas y 3.000 fondos. Estos componentes posteriormente serán almacenados y utilizados cuando se deseen producir tambores revestidos en la línea de formación ensamble y acabado de tambores metálicos.

Para la producción de los tapas y fondos se dispone de un horno de curado de 9 metros de largo y 1 metro de ancho, cuya función es transformar la película de pintura líquida aplicada al interior de ambas terminales (tapas y fondos) a un estado sólido de adecuadas propiedades que permitan la calidad del curado, garantizando la protección del producto cuando este entre en contacto con las terminales del tambor.

El horno utilizado actualmente posee 3 quemadores distribuidos uniformemente, el quemador 1 con una temperatura de 295 °C, el quemador 2 a 304 °C y el quemador 3 con una temperatura de 316 °C, bajo estas condiciones el horno tiene una capacidad de diseño para curar máximo 1.200 unidades compuestas entre ambas terminales según datos suministrados por la planta en una jornada laboral efectiva de 7,5 horas. Tomando en cuenta que se disponen de 7 días para la producción de tapas y fondos, la línea es capaz de producir 6.741 componentes, valor que se encuentra por encima de lo solicitado.

Actualmente esta capacidad se ve limitada por la cantidad de tapas y fondo que son suministradas al horno por partes de los operarios, para realizar el curado de las terminales

es necesario que los operarios realicen la limpieza de la superficie de los componentes. Esta actividad se lleva a cabo en el área de limpieza que se observa en la figura N° (15), aplicando los siguientes pasos:

Paso 1: Tomar envase plástico de manera manual que contiene alcohol y ejercer presión sobre el mismo para impregnar la superficie de la tapa o fondo que se desea revestir.

Paso 2: Limpiar la superficie de la tapa o fondo a la cual se le aplicó alcohol, removiendo manualmente con movimientos circulares las impurezas con una tela aplicando presión sobre la tapa.

Paso 3: Retirar y apilar componente limpio a un costado de la paleta soporte.

Paso 4: Repetir pasos anteriores hasta cumplir la orden de producción.



Figura N° 15. Área de limpieza de tapa y fondo para tambores revestidos
Fuente: Elaboración propia.

Una vez limpio los componentes se le aplica pintura de manera manual (Ver figura N°16) ultimo son introducidas al horno de curado interno de tapas (Ver figura N° 17).



Figura N° 16. Área de aplicación de pintura de tapas y fondos revestidos
Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 17. Área de curado de tapas y fondos revestidos
Fuente: Elaboración propia.

Para la limpieza de los componentes, la planta dispone de dos operarios que realizan la actividad con un tiempo de duración promedio de 0,55 minutos por cada componente, esto se traduce a la limpieza de 818 componentes diarios por cada uno de los operarios en jornada efectiva de 7,5 horas de trabajo, es decir, 1.636 componentes en total, sin embargo, registros históricos suministrados por la planta sostienen que la cantidad de componentes limpiados por los operarios no superan las 600 unidades diarias entre ambos, debido a la fatiga que presentan los mismo al realizar una actividad manual de forma repetitiva. Bajo

esta condición los operarios suministran como máximo 3.600 componentes al mes, lo que se traduce a 1.800 tambores revestidos que pueden llegar a producirse, valor que se encuentra por debajo de la demanda establecida para el período Enero-Mayo 2013.

Por lo tanto se puede evidenciar que la operación de limpieza suministra una cantidad de componentes inferior a la que es capaz de curar el horno, por lo que representa una operación cuello de botella de la línea de formación de tapas y fondos que disminuye la capacidad del equipo en 50%. Esta condición afecta la producción de los 6.000 componentes necesarios para producir la cantidad de 3.000 tambores revestidos establecidos por ventas.

Siendo la capacidad de la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos de 963 tambores diarios en jornada laboral efectiva de 7,5 horas, se evidencia la disminución de la eficiencia en 7,60% por falta de componentes.

Método de trabajo.

Ajuste de las pistolas de aplicación de pintura externa:

Para realizar el acabado externo de los tambores metálicos de cualquiera de sus dos clases es necesario que esto se introduzcan en una cabina de pintura de 4,50 metros de ancho por 4,8 metros de largo, cuyo interior cuenta con 11 pistolas de aplicación automatizadas, las mismas se encargan de cubrir la superficie de la tapa, cuerpo y fondo de los tambores, ver figura N° (18).

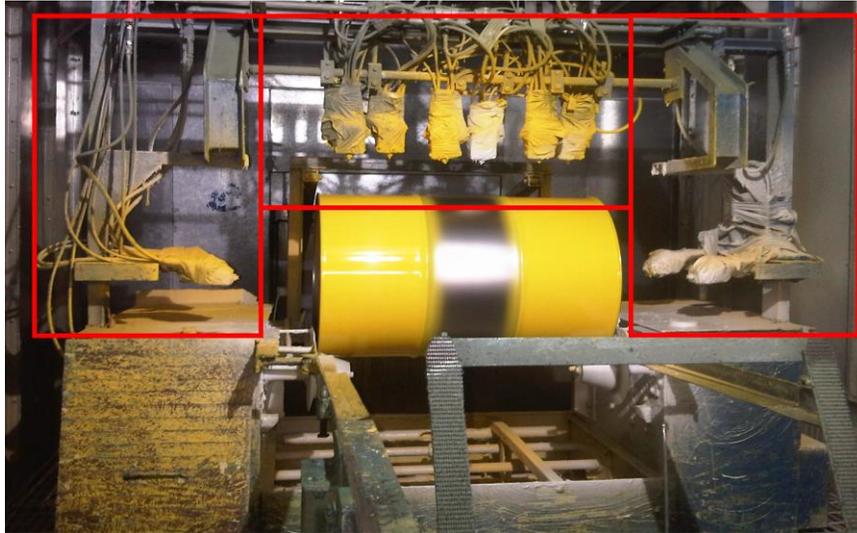


Figura N° 18. Estructura de soporte de pistolas de aplicación de pintura.
Fuente: CANGL, Planta Tambores (2013).

El posicionamiento de estas pistolas de aplicación, se ve modificada cada vez que se realizan cambios de tambores OH a TH y cuando se realiza la limpieza interna a las pistolas. Para reubicar las pistolas en su posición de operación en cualquiera de los casos antes mencionados, la planta requiere de la disposición de un único operario que por su experiencia realiza los ajuste de las pistolas, llevándolas al ángulo de operación que garantiza que el acabado externo se encuentre dentro de las especificaciones de calidad, esto se debe a que la estructura no posee indicadores de posición angular para las pistolas, lo que trae como consecuencia que los demás operarios no puedan realizar esta función.

Sin embargo, la estructura actual dificulta al operador realizar los ajustes de forma rápida y precisa sobre el posicionamiento de operación de las pistolas, para ello deben realizarse los movimientos observados en la figura (19). El tiempo invertido en los movimientos cuando se realizan cambios en el tipo de tambor es de 35 minutos en promedio; actividad que se realiza 2 veces por mes lo que implica un total de 70 minutos, incurriendo a 150 tambores mensuales que se dejan de producir contemplados en la puesta a punto.

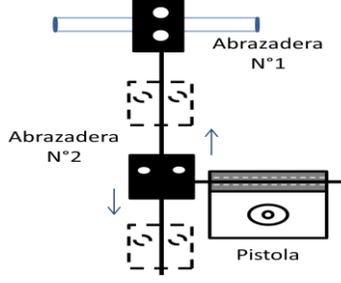
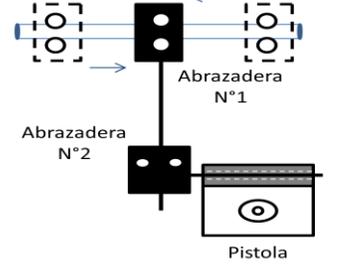
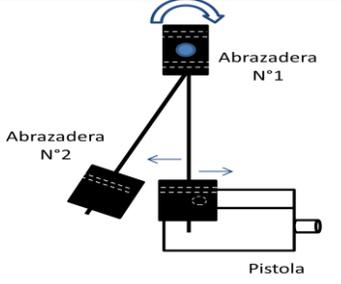
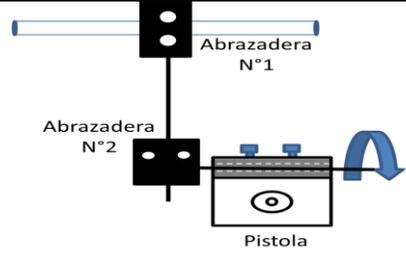
Movimiento	Ilustración
<p>N°1: Se desplaza la abrazadera N°2 de forma vertical alejando o acercando la pistola al tambor.</p>	
<p>N°2: Se desplaza la abrazadera N°1 de forma horizontal sobre la barra de soporte.</p>	
<p>N°3: Se rota la abrazadera N°1 para alejar o acercar la posición de aplicación de pintura sobre el tambor.</p>	
<p>N°4: Se rota la pistola para establecer ángulo de aplicación de pintura.</p>	

Figura N° 19. Movimientos en las pistolas de aplicación de pintura.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado los ajustes, es necesario verificar si los tambores metálicos se encuentran bajo las especificaciones de calidad, de lo contrario se debe continuar con los ajustes, ver figura N° (20).

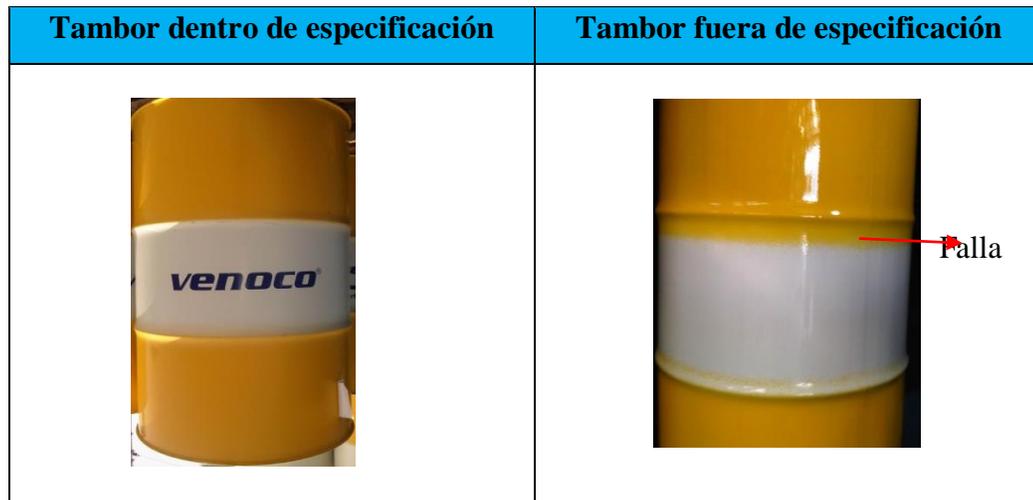


Figura N° 20. Modelos de tambores dentro y fuera de especificaciones
Fuente: Elaboración propia.

Recuperar tambores en el horno de curado externo:

Cuando los tambores son reprocesados por causa de acabados fuera de especificaciones, es necesario aflojar las bridas de $\frac{3}{4}$ " y 2" para poder ser introducidos en la cabina de pintura y seguidamente en el horno de curado externo una vez que se haya lijado la zona fuera de especificaciones. Cuando esta operación de aflojar las bridas no se realiza en un tambor, este se expande al pasar por el interior del horno ocasionando que se tranque el mismo y evite el paso de los tambores que le anteceden, por lo que los operarios deben parar la línea para solventar el problema, introduciendo varas hasta alcanzar el tambor trancado hasta lograr extraerlo por completo del horno. Registros históricos suministrados por la planta evidencian dos veces la ocurrencia de este evento en los últimos 5 meses, hecho que afectó la eficiencia de la línea debido que se involucró 120 minutos para solucionar el problema, dejando de producirse 513 tambores metálicos, lo que influyó en un 0,61% de la eficiencia.

Este evento a pesar de no presentarse repetitivo para el periodo de estudio, representa un factor que dependerá de la instrucción que tenga el operario, sobre las operaciones que deben realizarse en caso de tambores reprocesados por la cabina de pintura. Actualmente, por parte de la planta no existe un instructivo con el procedimiento que debe llevarse a cabo en caso de tambores reprocesados. Bajo esta condición la línea se encuentra expuesta a errores por parte del operario que atentan con la producción y por ende con la eficiencia de la línea.

CAPÍTULO VI. PROPUESTAS DE MEJORA

VI. Propuestas de mejora.

Este capítulo abarca la generación de las propuestas que incrementen la eficiencia en la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos TH de la planta de tambores de la empresa CANGL, basada en el análisis crítico de la situación actual.

Propuesta N°1: Estudio para establecer temperaturas del horno de curado externo.

Para establecer la temperatura efectiva en el horno de curado externo de los tambores metálicos, se propone realizar un solo estudio a través del formato mostrado en la figura N° (21), donde deben registrarse los parámetros de operación del horno de curado externo que garanticen las especificaciones de calidad. El estudio debe estar dirigido por el supervisor de la planta de tambores, igualmente debe contarse con la participación de los operadores de la estación de acabado externo conformada por la cabina y el horno.

En el estudio deben establecerse pruebas en las cuales van a estar expuestos los tambores metálicos, variando los parámetros de operación del horno como lo son: la temperatura del quemador N°1 y N°2, la temperatura de set up, temperatura de disparo y la frecuencia de la cadena que transporta los tambores, todos estos parámetros se modifican en el tablero de control perteneciente al horno. Con estos valores definidos, deben registrarse en el formato contemplado en la figura N° (21) lo siguiente:

1. Los datos relacionados a la característica de la pintura como lo son su clase, color, lote, viscosidad en temperatura ambiente (antes de introducirse al sistema de pintado) y viscosidad en caliente (después de ser introducida al sistema de pintado). Adicionalmente se debe tomar registro de la temperatura señalada en los termómetros de los calentadores y de las presiones señaladas en los manómetros de las pistolas de aplicación de pintura. Para esto el personal debe contar con lápiz de grafito, cronometro y copa Ford N°4.

2. Los tiempos de residencia del tambor en el interior del horno a diferentes frecuencias de la cadena. Con ello se conocerá la velocidad con la que transitan los tambores y por ende se podrá obtener con mayor facilidad los tambores por unidad de tiempo que produce el horno a diferentes frecuencias. Para esto el personal debe contar con lápiz de grafito y cronometro.
3. Las especificaciones de calidad del tambor en cuanto a la dureza y adherencia en la zona de la tapa, cuerpo y fondo. Estas muestras deben ser tomadas por el personal de calidad de producto terminado utilizando como herramienta la garra de tigre, cinta adhesiva y los lápices de dibujo.
4. Observaciones generales referentes a la relación que existe entre los parámetros colocados al horno de curado y los resultados de calidad.

Para llevar a cabo este estudio, en primera instancia, la gerencia de la planta de tambores metálicos debe establecer la fecha de ejecución, de tal modo que esta no afecte la producción establecida por ventas. La práctica de las modificaciones de los parámetros de temperatura antes descritos debe realizarse una vez culminada una jornada laboral, para evitar paradas en la línea.

Para iniciar con las pruebas, es necesario que en el interior del horno de curado externo hayan transitado 30 tambores aproximadamente, esto permite que la temperatura del equipo se estabilice evitando ruidos que alteren el estudio y así realizar las corridas necesarias de los tambores a ser estudiado hasta definir los parámetros que eviten tambores reprocessados por mal curado.

Una vez finalizado el estudio se debe generar un análisis de los resultados obtenidos en cada una de las muestras tomadas a diferentes parámetros de operación establecidos por el supervisor, con el fin de establecer las temperaturas en los quemadores que garantizarán que el curado de la pintura se encuentre dentro de las especificaciones de calidad. De esta

manera estos valores serán suministrados a los operadores solventando la problemática de esperar instrucciones para establecer las temperaturas por parte del supervisor, evitando trabajar bajo acciones correctivas que conllevan al reproceso de los tambores.

Para garantizar que esta información se acate por parte de los operarios, debe realizarse una charla instructiva de capacitación y motivación dirigida por el supervisor sobre la importancia de establecer las temperaturas definidas en el estudio correctamente, evitando de esta manera el reproceso y mayor carga de trabajo. Adicionalmente el supervisor debe colocar en el tablero de control del horno, una hoja impresa donde se señale las temperaturas establecidas en el estudio, de tal manera que le sirva al operador de ayuda visual para establecer las temperaturas cuando se produzcan diferentes tambores.

Con esta propuesta se evitara el reproceso de los tambores metálicos por motivos de parámetros no establecidos correctamente en el horno de curado externo por parte de los operadores, por lo que se podrán producir 350 tambores mensuales adicionales aumentando la eficiencia un 2,22%.

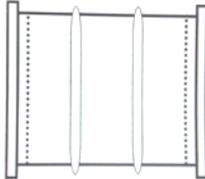
ESTUDIO DE TIEMPO CANGL (PLANTA TAMBORES)						Pág. :		Rev.:		
Fecha: _____		Realizado por : _____								
Estación: _____										
Tipo Producto: _____		Clase: _____								
Característica Pintura				Parámetros de Operación Horno						
Clase de pintura :				Muestra	1	2	3	4		
Color pintura:				Hora:						
Lote de pintura:				Quemador 1 :						
Viscosidad (Inicio):				Quemador 2 :						
Viscosidad (final):				Set up:						
Calentador:				Temp. de disparo:						
Presión:				Frecuencia (Cadena):						
Estudio de tiempo			Parámetros de Calidad							
Muestras	Tiempo (min)	Dureza de Pintura			Espesor			Adherencia		
		T	C	F	T	C	F	T	C	F
1										
2										
3										
Observaciones : _____										

Figura N° 21. Formato para estudio de tiempo de temperaturas en el horno
Fuente: Elaboración propia.

Propuesta N°2. Pistola de lubricación de la grafadora.

Para reducir el número de paradas no planificadas atribuidas al equipo, las cuales son originadas por atascamiento de los tambores metálicos, se propone reemplazar las pistolas de lubricación de los rodillos de la grafadora por pistolas nuevas que permitan eliminar la contaminación de los tambores y el número de paradas por atascamiento, así como también el incremento de la eficiencia en la línea. Dicho reemplazo se justifica debido a que no se encuentran los repuestos necesarios para reparar las pistolas, específicamente las boquillas y los reguladores de aplicación de lubricante de cada una, lo que traería como consecuencia la parada de la línea debido a la falta de lubricación de los rodillos en la grafadora.

A continuación en la figura N° (22) se muestran las pistolas de lubricación antes mencionadas.

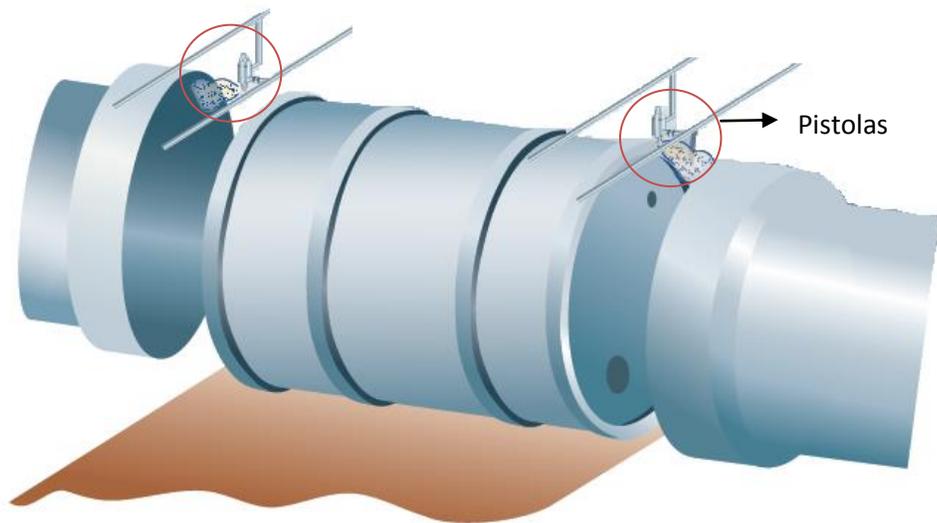


Figura N° 22. Pistolas de lubricación
Fuente: Spryng Systems Co (2013).

La propuesta sugerida es suplantarse las pistolas de lubricación actuales por unas pistolas que permitan el paso de dos suministros simultáneamente; una entrada de aire que debe operar a una presión de 6 psi y una entrada de líquido en conjunto con un tanque

presurizado que operen a una presión de 5 psi, asimismo debe poseer un sistema que abra y cierre las boquillas automáticamente cuando se realice el proceso de lubricación. Adicionalmente se modificará el sistema de tuberías de lubricación de los rodillos, el cual constará con reguladores de aire, reguladores de líquido, tanques presurizados, válvulas solenoide, válvulas check y las pistolas de aplicación, este sistema será controlado por un PLC. Para operar con estas pistolas en esta aplicación, es necesaria la adquisición de dos de ellas, cada una con su respectivo sistema de tuberías.

El sistema propuesto posee dos entradas, una de aire y otra de lubricante; el aire pasa por un regulador que controla la cantidad que se va aplicar, luego una válvula solenoide regula la entrada o salida de aire. El lubricante pasa por un regulador y luego a un tanque que se encarga de presurizarlo, inmediatamente se dirige a una válvula solenoide que controla la entrada o salida del mismo. Posteriormente tanto el aire como el lubricante pasan por una válvula check evitando el traspaso del aire a donde circula el lubricante y viceversa. Por último, ambas llegan a la pistola donde mediante una señal se activa una válvula solenoide que se encarga de abrir o cerrar la boquilla de la pistola para su aplicación. El tiempo de aplicación de las pistolas será controlado de manera externa, donde un PLC manda la señal al temporizador y este al solenoide que controla la apertura y cierre de las boquillas.

A continuación en la figura N° (23) se presenta el diagrama de tuberías del sistema de lubricación propuesto que deberá llevar cada pistola:

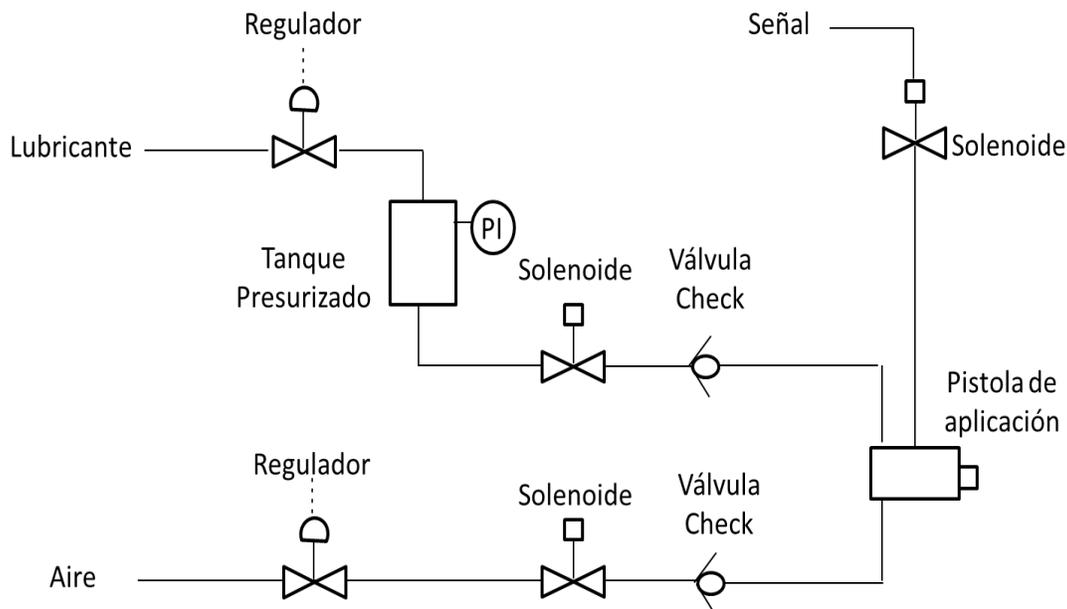


Figura N° 23. Diagrama de tuberías de lubricación de rodillos propuesto
Fuente: Elaboración propia.

El sistema mostrado en la figura N° (23), fue diseñado junto al personal que labora en el Departamento de Mantenimiento. Con la propuesta antes expuesta se eliminaría el problema de atascamiento de tambores metálicos en la grafadora por falta de lubricación, eliminándose los tambores mal grafados y reduciendo las paradas no planificadas por esta problemática de 256 minutos al mes a 0 minutos al mes. Lográndose producir 552 tambores mensuales adicionales y aumentando con ello la eficiencia de la línea un 3,50%.

Propuesta N°3. Manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de tambores metálicos.

Para la disminución de las paradas no planificadas por motivo de ajustes en el sistema de aplicación de pintura, se plantea el cambio del sistema actual de tuberías de aplicación de pintura que opera en serie por un sistema que opere en paralelo, con ello se evitaran los ajustes por caídas de presión, tambores fuera de especificaciones, desgaste de las boquillas

y aplicaciones de pintura en los tambores metálicos que presenten bajos espesores en las tapas por parte de los operarios con la pistola de aplicación manual.

El sistema de tuberías de aplicación de pintura dispuesto en serie actualmente maneja presiones de 1.300 psi en las bombas de succión de pintura para cubrir correctamente las zonas del tambor metálico, como se detalla en el Capítulo V, situación que trae como consecuencia el desgaste apresurado de las boquillas en las pistolas 10 y 11, ajustes de las pistolas de aplicación cuando las boquillas presentan desgastes. Esto ocurre cada mes y medio, generando paradas de líneas, costos por sustitución de boquillas y tambores fuera de especificaciones por falla en el acabado externo.

El sistema de tuberías de aplicación de pintura que se propone en la cabina de acabado externo es un sistema que opere en paralelo, donde se mantengan las presiones de aplicación sin presentar variaciones para cubrir con pintura el tambor en la tapa, cuerpo y fondo. Para ello, se propone instalar dos manifold que modifiquen el sistema de tuberías actual.

El manifold N°1 modificará el sistema actual cambiando el punto donde es suministrada inicialmente las pinturas proveniente de las bombas. Constará de un tubo de distribución cuya parte superior se conectan las tuberías que trasladan la pintura proveniente de las bombas, este se encargara de distribuir la pintura en las pistolas de aplicación 10, 11, 3, 4, 8 y 9, para ellos es necesario acoplar en los extremos de la tubería de distribución un codo de 90 grados con una llave de paso que permitan el control del suministro de pintura en las pistolas del fondo (10 y 11), cuerpo central (3 y 4) y tapa (8 y 9) de los tambores metálicos, cada una de las pistolas posteriormente recirculara la pintura a las bombas, tal como se muestra en la figura N°(24).

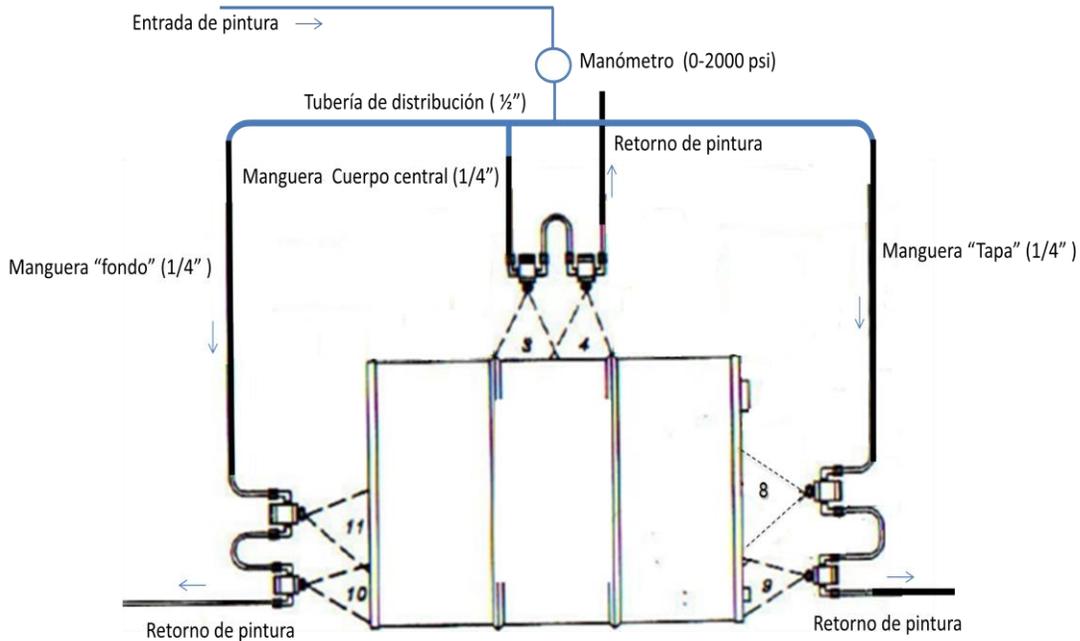


Figura N° 24. Diagrama de tuberías de aplicación de pintura en paralelo con manifold N°1
Fuente: Elaboración propia.

El arreglo mostrado en la figura N° (24), permite colocar la alimentación de la pintura en las pistolas mencionadas en paralelos, por lo que pueden manejarse presiones de 1.000 psi sin presentar variaciones en las diferentes zonas de aplicación.

El manifold N°2 también modificará el sistema actual cambiando el punto donde es suministrada inicialmente la pintura proveniente de las bombas que manejan el fluido para la parte inferior y superior del cuerpo del tambor metálico. El manifold constará de un tubo de distribución cuya parte superior se conecte la tuberías que traslada la pintura proveniente de las bombas, este se encargará de distribuir la pintura en las pistolas de aplicación 1, 2, 5 y 6, para ellos es necesario acoplar en los extremos de la tubería de distribución un codo de 90 grados con una llave de paso que permitan el control del suministro de pintura en las pistolas del cuerpo inferior (1 y 2) y cuerpo superior (5 y 6) de los tambores metálicos, cada una de las pistolas posteriormente recirculará la pintura a las bombas, tal como se muestra en la figura N°(25).

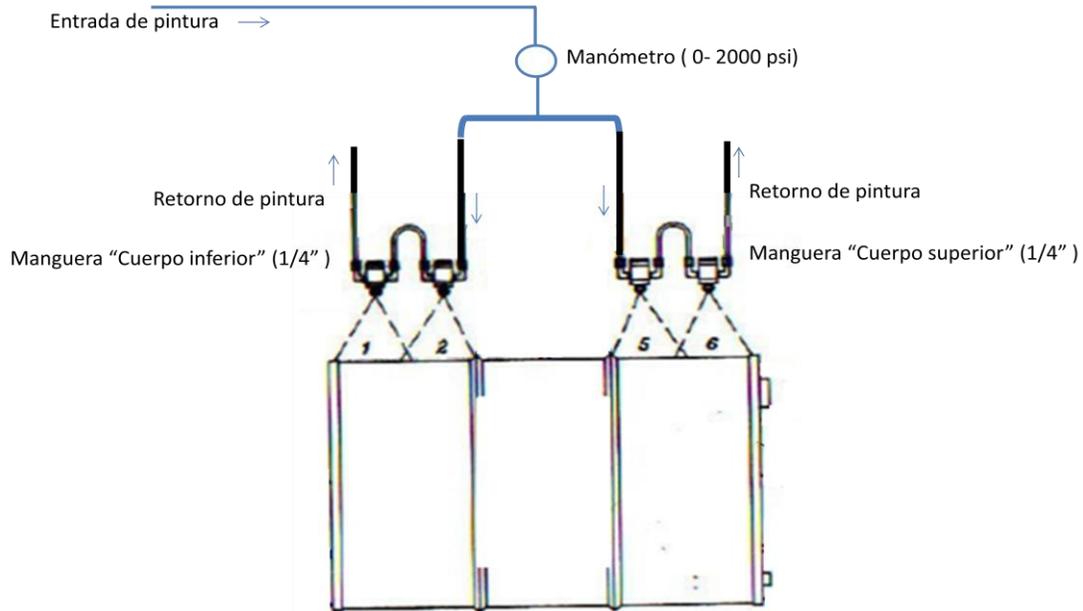


Figura N° 25. Diagrama de tuberías de aplicación de pintura en paralelo con manifold N°2
Fuente: Elaboración propia.

Los sistema de aplicación de pintura mostrados en la figura N° (24) y N° (25), fueron diseñados junto al personal que labora en el departamento de ingeniería. La propuesta antes presentada disminuirá los tambores que se encuentran fuera de especificaciones y las paradas no planificadas por motivos de caída de presión de 371 minutos en promedio al mes a 0 minutos al mes. Por lo que una vez implementada la propuesta se podrán producir 794 tambores metálicos adicionales aumentando la eficiencia de la línea un 5,03%.

Propuesta N° 4. Procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo.

La ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, ha ocasionado que los operarios solo se encarguen de reparar las fallas de los equipos mediante mantenimientos correctivos, considerando como orden de prioridad aquellas que afectan con mayor alcance a la línea, trayendo como consecuencia paradas no planificadas.

Para solucionar la falta de mantenimiento preventivo en las distintas máquinas que se encuentran en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores, se propone una serie de pasos enmarcados en un plan de acción descritos a continuación:

Paso N°1: Realizar una reunión con el personal involucrado con la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos, donde debe señalarse: El porcentaje de eficiencia con respecto a las unidades producidas bajo el cual se encuentra operando la línea, las fallas presentadas en los equipos, el porcentaje de influencia registrados por el departamento de mantenimiento, las fallas con pérdida de tiempo más frecuentes que se analizaron con el personal de mantenimiento y por último la influencia que tiene la falta de mantenimiento preventivo sobre la línea, evidenciando los 629 tambores que han dejado de producirse y reflejando el porcentaje de ineficiencia de 3,98% mostrado en el presente trabajo de grado. De esta manera todo el personal que labora en la planta tendrá en cuenta las necesidades de producción y los problemas que apuntan a un mantenimiento.

Paso N°2: Reportar de manera detallada todas las fallas de los equipos que se presenten a diario durante la jornada, para esto el supervisor de mantenimiento debe asignar un responsable del personal de mantenimiento que realice inspecciones completas del funcionamiento de cada uno de los equipos, con el fin de reunir la información necesaria del estado de las herramientas y componentes que conforman los equipos que operan en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores, para luego generar una lista y ajustarlos a un plan de mantenimiento preventivo. Para llevar registro de estos reportes en las inspecciones realizadas, el personal de mantenimiento encargado debe utilizar el formato mostrado en la figura N° (26), donde se registran el tipo de máquina, el tipo de la falla (mecánica, instrumental, eléctrica y electrónica), la situación de la maquina (funcionando o parada), las posibles fallas y el tiempo de duración de la inspección. Posteriormente dicho reporte debe ser entregado al supervisor de mantenimiento.

Paso N°3: El supervisor de mantenimiento, luego de obtener los reportes resultantes entregados por el inspector asignado, debe establecer la prioridad de los equipos que deben ser atendidos y el técnico de mantenimiento que será responsable de tomar acciones correctivas ante las fallas detectadas en estos equipos.

Paso N°4: El técnico de mantenimiento, una vez ejecutado las acciones correctivas ante las fallas presentes en los equipos, debe llevar registro detallado de forma escrita (digitalizada) de las medidas y acciones realizadas, de tal manera de crear un historial de acciones correctivas por cada uno de los equipos para poder estimar la frecuencia del mantenimiento que debe llevar el programa de mantenimiento preventivo. Posteriormente debe proporcionar esta información al operario encargado de las máquinas que presentaron fallas, para que este posea conocimiento del mantenimiento correctivo según las posibles fallas que haya podido presentar el equipo y pueda intervenir con acciones correctivas dependiendo del tipo de falla de ser necesario, evitando así tiempos adicionales de paradas por espera del personal de mantenimiento.

Paso N°5: Una vez que el supervisor tiene conocimiento de las fallas que puedan presentarse en los equipos, las causas que las originan y las frecuencias con que éstas ocurren, debe registrar de forma escrita (digitalizada) un inventario de los componentes y números de partes de repuestos por cada uno de los equipos, especificando a su vez cuáles de ellos son más críticos, luego debe establecer planes de mantenimiento preventivo por equipos, tomando en cuenta la manera en que debe llevarse a cabo el mantenimiento, las fechas específicas y las respectivas horas que se tomaran para la ejecución del mismo, para esto debe apoyarse en la experiencia de los técnicos (mecánicos, electricistas o instrumentistas) más antiguos. Adicionalmente debe cargar los recursos de horas/ hombre estimados por el plan de mantenimiento y por ultimo emitir órdenes de trabajo preventivos en el momento indicado en que cada equipo que las necesite sin llegar a las fallas.

Paso N°6: Registrar el porcentaje de cumplimiento de las actividades en las fechas establecidas en las ordenes de trabajo preventivos. Esto con el fin de llevar un registro de las mejoras en los equipos.

Para la ejecución del mantenimiento preventivo es necesario contar en el almacén con los suministros necesarios para no generar pérdida de tiempo, por lo que se propone hacer seguimiento por parte del departamento de compras y almacén a las solicitudes realizadas por el jefe de mantenimiento de la Planta Tambores para que se incluya como stock de almacenes los repuestos de los equipos que operan en la línea y cubran los imprevistos que puedan llegarse a presentar.

Para mantener el stock de almacén con los recursos necesarios, se deben establecer las cantidades mínimas y máximas de suministros que se deben tener en almacén de repuestos, registrando a su vez los proveedores de los suministros y las fechas de reposición estimada cuando no se encuentren disponibles en almacén.

Para prevenir un imprevisto de ausencia de suministro en almacén cuando sea requerido, se debe mantener un stock mínimo de dos repuestos por cada componente señalado en el inventario establecido por el supervisor (Paso N°5). Por lo tanto se propone el formato mostrado en la figura N° (27), con el cual se llevará un registro para la reposición de suministros para el mantenimiento preventivo de los equipos presentes en la línea de estudio.

Reposición de suministros para el mantenimiento preventivo							
Equipo	Código	Descripción	Lugar de envío	Tiempo de traslado	Cantidad máxima	Cantidad mínima	Cantidad actual

Figura N° 27. Formato para la evaluación máxima, mínima y de consumo para el mantenimiento preventivo de los equipos.
Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta los procedimientos para la iniciación de un plan de mantenimiento preventivo anteriormente descritos y su respectiva ejecución, se estima junto al personal de la planta (gerente, supervisor y personal de mantenimiento) la reducción del 85% de las fallas originadas por la falta de un mantenimiento preventivo, con pérdida de tiempo más frecuentes, mostradas en presente trabajo de grado. Por lo que se podrán producir 535 tambores de más al mes, logrando un aumento en la eficiencia de la línea un 3,39%.

Propuesta N°5 Herramientas para ajustar los ángulo de aplicación de pintura en las pistolas ubicadas en la cabina de pintura externa.

La propuesta se basa en la incorporación de unas herramientas de medición angular que contenga una escala de 60° grados positivos y negativos que pueda ser acoplada a la estructura que soporta cada una de las pistolas. El motivo por el cual se desea realizar esta propuesta es para disminuir los tiempos de ajustes en el posicionamiento de las pistolas cuando se realizan cambios de tambores OH a TH, debido a que solo un operario está capacitado para llevar a cabo dicha actividad. Sin embargo le resulta incómodo y complejo

al operario por no observar una guía que lo ayude al posicionamiento de los ángulos adecuados.

Para establecer el ángulo de rotación que aleje o acerque la posición de las pistolas sobre el tambor (Moviendo N°1 de la figura N°19) se diseña la pieza mostrada en la figura N° (28), la cual debe ser acoplada en la barra de soporte a un costado de cada una de las abrazaderas N°1 del sistema actual. Posteriormente para establecer el ángulo de rotación de las pistolas para la aplicación de la pintura (Moviendo N°3 de la figura N°19) se diseña la pieza mostrada en la figura N° (29), esta última debe ser acoplada en las barras horizontales que atraviesan el eje de las pistolas a un costado de cada una de las abrazaderas N°2 del sistema actual.

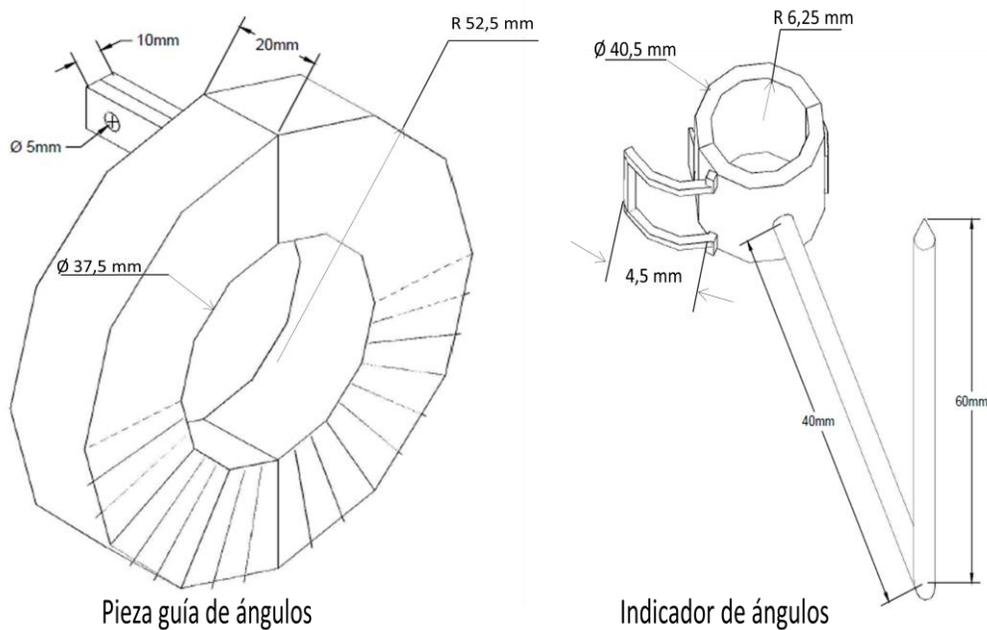


Figura N° 28. Pieza de ajuste de ángulo de rotación de la abrazadera N°1
Fuente: Elaboración propia.

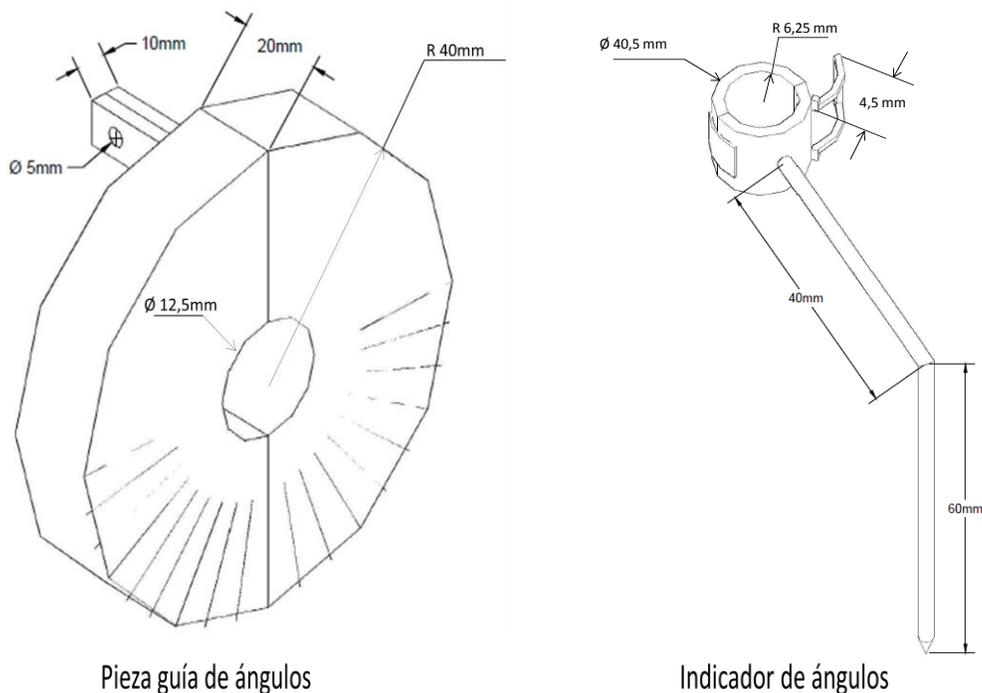


Figura N° 29. Pieza de ajuste de ángulo de rotación de la abrazadera N°2

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente para controlar por completo todos los movimientos realizados por el operario cuando este realiza ajuste, se plantea la calibración en milímetros de la barra de soporte por la cual se desplaza horizontalmente la abrazadera N° 1, así como también a la barra por la cual se desplaza la abrazadera N°2 de forma vertical para alejar o acercar las pistolas del tambor, esto permitirá establecer con exactitud la posición en que deben colocarse las pistolas en los movimientos N°1 y N°2 de las figura N° (19) mostrada en el capítulo V.

Finalmente se diseñó una lista en donde se establecerán los parámetros de operación en cuanto a las posiciones horizontales, verticales y angulares de las pistolas por parte del

operador experto una vez que realice las pruebas pilotos en los cambios de OH a TH y viceversa (Ver figura N° (30)).

Movimiento	Ilustración	Posición	
		TH	OH
N°1: Se desplaza la abrazadera N°2 de forma vertical alejando o acercando la pistola al tambor.			
N°2: Se desplaza la abrazadera N°1 de forma horizontal sobre la barra de soporte.			
N°3: Se rota la abrazadera N°1 para alejar o acercar la posición de aplicación de pintura sobre el tambor.			
N°4: Se rota la pistola para establecer ángulo de aplicación de pintura.			

Figura N° 30. Lista para prueba piloto
Fuente: Elaboración propia.

La propuesta antes expuesta reduciría los tiempos por ajustes de las pistolas de aplicación de pintura externa, disminuyendo de 35 a 8 minutos cuando se realiza cada cambio de tambor, actividad que se lleva a cabo dos veces por mes, lo que equivale a una reducción de 70 a 16 minutos que se traduce en 115 tambores mensuales que podrán producirse de más aumentando la eficiencia de la línea en un 0,73%.

Del mismo modo, cualquier operario podrá realizar estos ajustes, por lo tanto, se eliminaría la dependencia de un solo operario para ejecutar esta actividad.

Estas estimaciones de tiempo reducidos se realizaron mediante una simulación con la colaboración del operador experto encargado de los ajustes de la cabina de pintura.

Propuesta N°6 Reducción del tiempo de puesta a punto.

Basados en la filosofía SMED se plantean las mejoras que incrementen la eficiencia y con ella la producción de la empresa. Para esto se implementarán la tercera y cuarta etapa de la filosofía.

Tercera etapa: La conversión de la preparación interna en externa es fundamental para lograr la reducción de los tiempos de puesta a punto en la cabina de acabado externo de los tambores metálicos. A continuación se muestra la propuesta de cómo quedaría dispuesta las actividades internas (tabla N° 16) y las externas (tabla numero N° 17).

Tabla N° 16. Actividades internas propuestas

N°	Actividad	Tiempo (min)
8	Apagar quemadores	0,5
9	Limpieza ductos de transporte de pintura	7
10	Suministrar nueva pintura al sistema (abrir válvula de recirculación de pintura).	2
11	Encender y verificar temperatura de los calentadores	1
12	Verificar presiones en los manómetros de las bombas.	1
13	Limpiar pistola de aplicación manual para fallas de espesores en tapa.	5
14	Suministrar pintura al envase de la pistola manual para fallas de espesores en tapa.	5
15	Ubicar pistola manual en la salida de la cabina de pintura.	0,5
16	Medir viscosidad de la pintura caliente.	8
17	Limpiar boquillas de las pistolas de aplicación automática de la cabina (usar cepillo y envase de aplicación de alcohol).	7
18	Retirar pintura adherida a la estructura metálica de aplicación de pintura (utilizar cuchilla).	8
19	Retirar y botar cartones ubicados en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	1
20	Accionar rodillos de la cabina de pintura y retirar pintura adherida (utilizar cuchilla).	4

21	Retirar pintura de los rieles de deslizamiento del tambor de la cabina (utilizar cuchilla).	5
22	Lubricar rieles de deslizamiento (aplicar grasa).	4
23	Colocar cartones en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	1
24	Graduar pistolas de aplicación de pintura.	35
25	Cierre válvula de recirculación	0,5
26	Activar mecanismo de alimentador de tambores.	0,5
Total		96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 17. Conversión de actividades internas en externas propuesta

N°	Actividad	Tiempo (min)
1	Desactivar mecanismo alimentador de tambores	0,5
2	Verificar que el esmalte horneable sea el indicado en cuanto a código y color según la orden de producción.	0,5
3	Colocar tambores de pintura (2) en los mezcladores con ayuda del montacarguista.	8
4	Accionar mezcladores.	0,5
5	Colocar equipos de protección personal (Tapa boca y guantes).	0,5
6	Verifique la viscosidad de la pintura con la ayuda de la copa Ford #4.	8
7	Limpiar copa Ford #4 con alcohol.	3
27	Verificar acabado de manera visual.	10
28	Registrar tiempo de puesta a punto en hoja de registro de planta.	1
Total		32

Fuente: Elaboración propia.

Cuarta Etapa: Esta etapa consta de perfeccionar las operaciones de preparación tanto internas como externas.

Las actividades internas 12, 13 y 14, son realizadas debido a la necesidad de cubrir las fallas de espesores en la tapa de los tambores metálicos, ocasionadas por la diferencia de presiones que presentan las pistolas del sistema de aplicación, siendo las pistolas 8 y 9 las utilizadas para pintar el fondo, la presión que llega a ellas varía ocasionando disminución de pintura en la aplicación y con ella la falta de espesor.

Con la implementación de la propuesta N°3 se corregirán las fallas antes mencionadas por lo que se eliminarían las actividades de limpieza, suministro de pintura y ubicación de las pistolas de aplicación manual ver tabla N° (18).

Tabla N° 18. Actividades internas eliminadas

12	Limpiar pistola de aplicación manual para fallas de espesores en tapa.	5
13	Suministrar pintura al envase de la pistola manual para fallas de espesores en tapa.	5
14	Ubicar pistola manual en la salida de la cabina de pintura.	1
	Total	11

Fuente Elaboración propia.

Para medir la viscosidad de la pintura caliente es necesario que el operario busque la copa Ford N° 4 ubicada en el estante de herramientas, se dirija a los calentadores que se encuentran en el interior de la cabina, abra la válvula de paso de pintura e introduzca la misma en el interior de la copa tapando a su vez el orificio que se encuentra en la parte inferior. Posteriormente se desplaza hasta los tambores de pintura, levanta la tapa de los mezcladores y realiza las pruebas en esta área. En ocasiones se causa derrames de pintura en el piso por mantener el dedo tapando el orificio mientras que con la otra mano realiza el levantamiento de la tapa, esto añade más tiempo a la puesta a punto por motivos de limpieza.

Para disminuir el tiempo involucrado en la actividad de medir la viscosidad se plantea la implementación de una base que sostenga la copa Ford N° 4 y en ella contenga un tapón que pueda colocarse en la parte inferior de la copa para evitar que se escape la pintura y pueda ser retirado al momento de realizar las pruebas. A esta base se le anexara un envase, cuya función es recibir la muestra de pintura utilizada en la prueba, de esta forma se evita la necesidad de dirigirse a la los tambores para introducir directamente la pintura.

A continuación se muestra la estructura creada para realizar las pruebas de viscosidad de la pintura caliente en la actividad interna y la pintura en estado original en la actividad externa antes mencionada. (Ver Figura N° (31)).

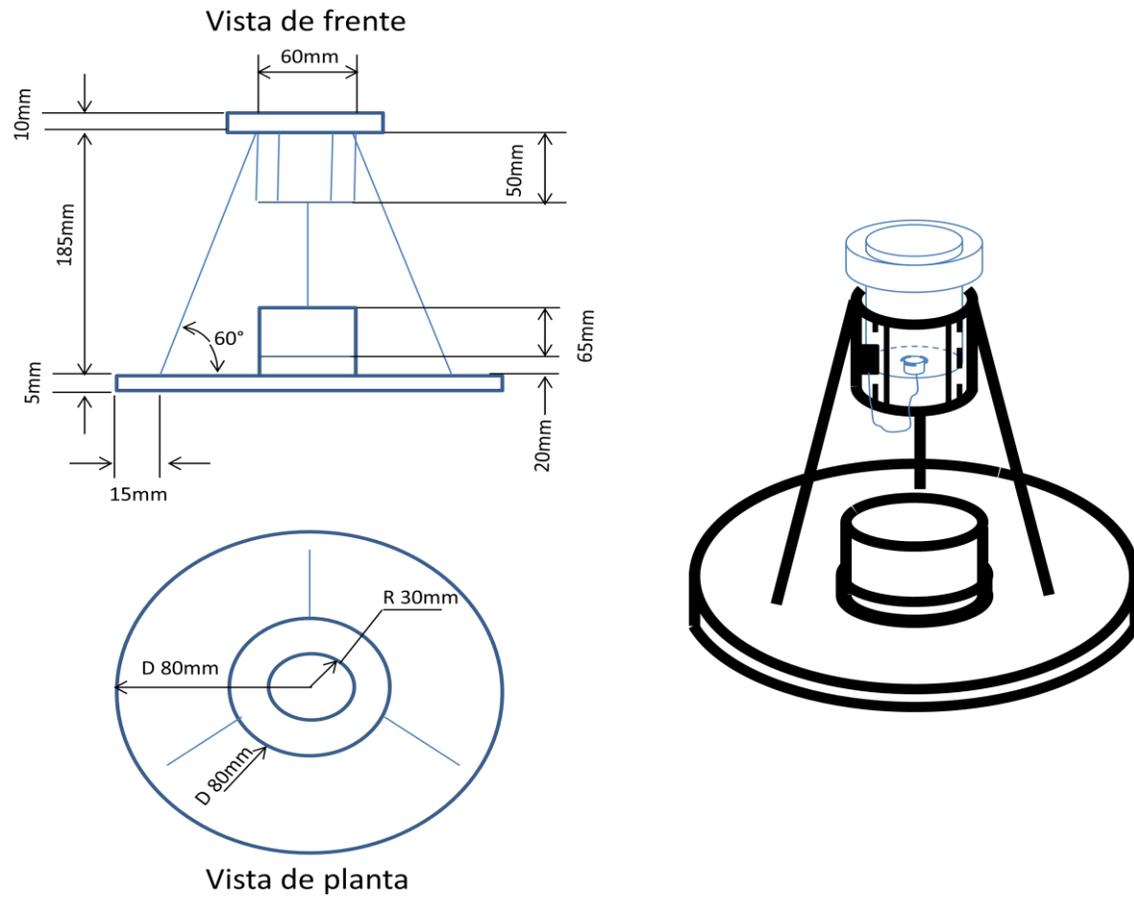


Figura N° 31. Estructura de soporte de copa Ford N°4
Fuente: Elaboración propia.

Esta estructura permitirá disminuir aproximadamente el tiempo involucrado en la actividad N°6 y 16 a 4 minutos en donde se realizan las pruebas de viscosidades, por lo tanto se reducirá el tiempo de puesta a punto.

Con la aplicación de la propuesta N°5 se disminuirá el tiempo involucrado en los ajustes de las pistolas cuando se realizan los cambios de tambores metálicos (Actividad N°24) a 8 minutos.

Para las actividades internas una vez aplicada las propuestas antes mencionadas se propone adicionar un operador de las estaciones que se encuentran en ocio en la espera de esta puesta a punto, que sirva como ayudante para el operador experto. De esta manera se estima que algunos tiempos de las actividades internas se reduzcan a la mitad aproximadamente.

Finalmente las puesta a punto en actividades internas donde se mantiene la línea parada queda prevista en la tabla N° (19) y la de las actividades externas en la tabla N° (20).

Tabla N° 19. Tiempo de puesta a punto por actividades internas

N°	Actividad	Tiempo (min)
8	Apagar quemadores	0,5
9	Limpieza ductos de transporte de pintura	7
10	Suministrar nueva pintura al sistema (abrir válvula de recirculación de pintura).	2
11	Encender y verificar temperatura de los calentadores	1
12	Verificar presiones en los manómetros de las bombas.	1
16	Medir viscosidad de la pintura caliente.	4
17	Limpiar boquillas de las pistolas de aplicación automática de la cabina (usar cepillo y envase de aplicación de alcohol).	3,5
18	Retirar pintura adherida a la estructura metálica de aplicación de pintura (utilizar cuchilla).	4
19	Retirar y botar cartones ubicados en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	0,5
20	Accionar rodillos de la cabina de pintura y retirar pintura adherida (utilizar cuchilla).	2

21	Retirar pintura de los rieles de deslizamiento del tambor de la cabina (utilizar cuchilla).	2,5
22	Lubricar rieles de deslizamiento (aplicar grasa).	2
23	Colocar cartones en la parte inferior de las pistolas de tapa y fondo.	0,5
24	Graduar pistolas de aplicación de pintura.	8
25	Cierre válvula de recirculación	0,5
26	Activar mecanismo de alimentador de tambores.	0,5
	Total	39,5

Fuente Elaboración propia.

Tabla N° 20. Tiempo de puesta a punto por actividades externas

N°	Actividad	Tiempo (min)
1	Desactivar mecanismo alimentador de tambores	0,5
2	Verificar que el esmalte horneable sea el indicado en cuanto a código y color según la orden de producción.	0,5
3	Colocar tambores de pintura (2) en los mezcladores con ayuda del montacarguista.	8
4	Accionar mezcladores.	0,5
5	Colocar equipos de protección personal (tapa boca y guantes).	0,5
6	Verifique la viscosidad de la pintura con la ayuda de la copa Ford #4.	4
7	Limpiar copa Ford #4 con alcohol.	3
27	Verificar acabado de manera visual.	10
28	Registrar tiempo de puesta a punto en hoja de registro de planta.	1
	Total	28

Fuente Elaboración propia.

Con lo antes expuesto se puede observar una disminución total de 77,5 minutos en el tiempo de puesta a punto cuando se realizan actividades internas, lo que equivale a 165 tambores que pueden producirse de más cuando se realizan cambios de tambores metálicos y una disminución de 50,5 minutos cuando se realizan los cambios de color, que equivalen

a 108 tambores que pueden producirse de más; tomando en cuenta que en esta puesta a punto no se realiza la graduación de las pistolas. Finalmente se pueden llegar a producir 762 tambores metálicos mensuales adicionales, tomando la cantidad de cambios en el tipo de tambor y el color de aplicación, aumentando la eficiencia de línea 4,82%.

Propuesta N°7. Equipo para limpiar tapas y fondos de los tambores revestidos.

Para aumentar la capacidad de la línea encargada de revestir los componentes y con ello aumentar la capacidad de la línea de formación ensamble y acabado de los tambores metálicos cuando se produce la clase revestida, se plantea un sistema semiautomático que facilite a los operadores la limpieza de la superficie de los componentes, evitando la fatiga producida cuando se realiza la actividad de remover manualmente las impurezas que presenta el metal, motivo por el cual la capacidad del equipo de curado disminuye un 50%.

La propuesta consiste en un equipo conformado por los elementos mostrados en la figura N° (32). Las dimensiones de este equipo se muestran en el Apéndice N° (3).

- Motor
- Válvula solenoide
- Pedal de metal
- Regulador de aire
- Relé
- Mangueras
- Pistola de aplicación de solvente
- Lamina de poliuretano de goma espuma
- Cilindro pistón neumático con resorte
- Láminas de hierro para estructura

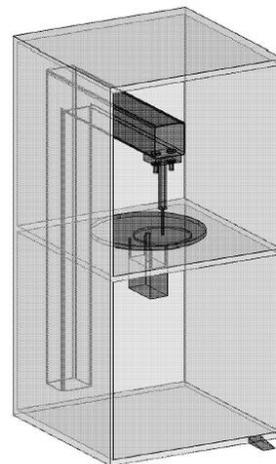


Figura N° 32. Diseño de sistema para limpiar componentes de tambores revestidos
Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la figura N° (33) se presenta el sistema que acciona el motor neumático y pistón con resorte posicionados en el sistema semiautomático para limpiar componentes de tambores revestidos.

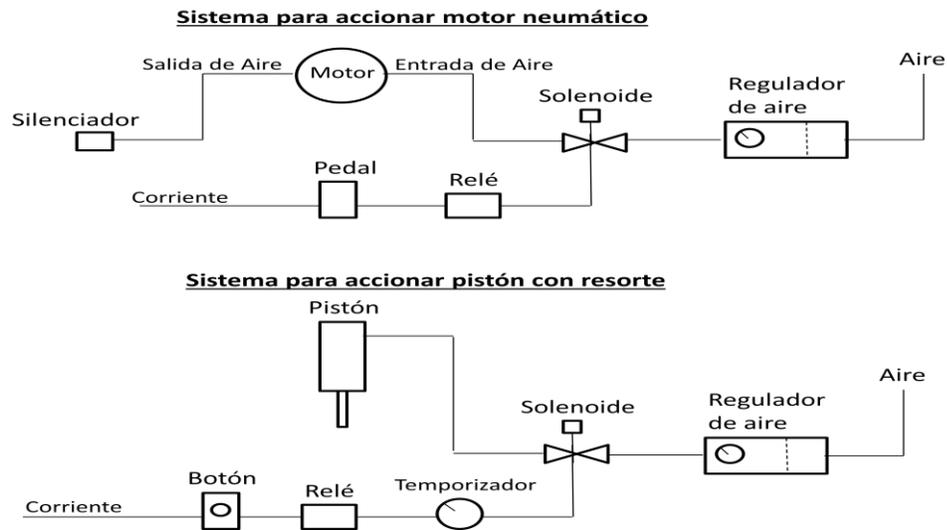


Figura N° 33. Sistema que acciona motor neumático y pistón con resorte
Fuente: Elaboración propia.

Con el dispositivo planteado en la figura N° (32) los operarios deben realizar para la limpieza de los componentes los siguientes pasos:

Paso 1: Posicionar componente sobre la base giratoria del dispositivo.

Paso 2: Tomar pistola de aplicación de alcohol y accionar hasta impregnar la superficie de la tapa o fondo que se desea revestir.

Paso 3: Pisar pedal que hace girar la base del dispositivo donde se posiciona el componente.

Paso 4: Presionar con la mano botón rojo para accionar el sistema de limpieza; En este punto el pistón con un paño se encarga de hacer presión al componente hasta limpiarlo en su totalidad por el tiempo establecido en el temporizador.

Paso 5: Dejar de pisar pedal cuando se detenga el sistema de limpieza y retirar componente limpio y apilar a un costado sobre un mesa de soporte.

Paso 6: Repetir pasos anteriores hasta cumplir la orden de producción.

Con esta propuesta se elimina la presión manual que ejercen los operarios sobre el envase plástico y la fuerza que ejercen sobre la superficie realizando movimientos circulares para remover las impurezas, ambas actividades responsables de la fatiga producida en los trabajadores. Con el equipo planteado se estima que el tiempo de duración para la limpieza de cada componente por parte del operador sea de 0,40 min debido a las mejoras producidas, esto equivale a una producción de 1.125 componentes en una jornada laboral efectivo de 7,5 horas.

Adicionalmente el equipo está diseñado para ser manipulado por un operador, por lo que pueden presentarse rotaciones entre los dos trabajadores asignados en el área de limpieza para evitar que las operaciones se conviertan en actividades monótonas y repetitivas durante los 7 días asignados para la producción de estos componentes. Bajo las condiciones planteadas en la propuesta se logra producir 2.400 componentes adicionales al mes, comparado con la situación actual, por lo que se logran ensamblar 1.200 tambores adicionales que aumentan la eficiencia de la línea 7,60%.

Propuesta N°8. Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones.

Para solventar la problemática de los tambores que se trancan en el horno de curados externo cuando se realiza de forma inadecuada el reproceso de los tambores con acabados

fuera de especificaciones, se propone un instructivo de trabajo (Ver figura N° 34) bajo el cual debe regirse el operador para realizar las diferentes actividades relacionadas al reproceso de los tambores con acabados fuera de especificaciones, de esta manera se espera reducir la ocurrencia de errores por parte del operario a cero en cuanto a las actividades en que debe desenvolverse, por lo que la producción de la línea no se vería afectada, por paradas en el horno producto de atascamientos de tambores mal reprocesado, esto aumentaría la eficiencia de la línea 0,65%.

Adicionalmente para garantizar el cumplimiento del instructivo por parte del operario, el inspector de calidad debe capacitar de manera teórica y práctica al operador encargado, sobre las herramientas utilizadas en el instructivo así como el modo en que debe ejecutar las actividades descritas.

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N°()
PÁGINA:		1/6	

PREPARACIÓN PREVIA AL INICIO DE LA OPERACIÓN, RESP. EL SUPERVISOR DEL ÁREA		
SOLICITAR material adecuado para el reproceso de tambores metálicos 208lts. ASIGNAR el material y herramientas al operador de la cabina de pinturas. ASEGURAR que los operarios utilicen los elementos de protección personal.		
ACTIVIDADES RESP. DEL OPERADOR	NOTAS DE SEGURIDAD	NOTAS DE CALIDAD
1.1. INFÓRMESE sobre la orden de producción. 1.2. SOLICITE lija A80 en el almacén y divídala en 4 partes iguales. 1.3. BUSQUE extensión y lijadora en el casillero ubicado en área de la cabina de pintura externa. 1.4. CONECTE extensión al tomacorriente 110 v ubicada en el área de lijado y enchufar lijadora.	USAR equipo de protección personal: - Lentes contra impacto. - Guantes de Neopreno. - Delantal de Neopreno - Casco con pantalla de policarbonato. - Botas y/o zapatos de seguridad. - Protectores auditivos. - Mascara cara completa contra vapores orgánicos.	- Los tambores lijados deben presentar una superficie lisa y uniforme en la zona lijada y no presentar rastros de concha de naranja, burbujas o formación de gotas. - No deben introducirse tambores metálicos que se encuentren golpeados o aboyados.

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N° ()
		PÁGINA:	2/6

ACTIVIDADES RESP. DEL OPERADOR	NOTAS DE SEGURIDAD	NOTAS DE CALIDAD
<p>1.5. FIJE lija A80 dividida con anterioridad en la lijadora.</p> <p>1.6. VERIFIQUE el espacio físico del área de lijado, para conocer la disponibilidad para colocar tambores reprocesados.</p> <p>1.7. UBIQUE con la ayuda del montacarga los tambores metálicos a reprocesar identificados por el operador de la cabina de pintura externa.</p> <p>1.8. VERIFIQUE zona a lijar marcada por el operador de la cabina de pintura externa.</p>	<p>RIESGO: irritaciones en el sistema respiratorio por inhalación y manipulación del esmalte horneable sin el uso de la máscara contra vapores orgánicos.</p> <p>RIESGO: irritaciones en los ojos por manipulación de esmalte horneable sin el casco con pantalla de policarbonato.</p> <p>RIESGO: cortaduras a nivel de los miembros superiores (brazos y manos) durante la operación por manipulación del cuerpo del tambor sin el uso de guantes.</p>	<p>- Debe cambiarse el papel de lija A80 fijado en la lijadora, una vez que esté presente desgaste.</p>

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N° ()
		PÁGINA:	3/6

ACTIVIDADES RESP. DEL OPERADOR	NOTAS DE SEGURIDAD	NOTAS DE CALIDAD
<p>1.9. EXAMINE si existen zonas adicionales que se encuentren fuera de especificaciones.</p> <p>1.10. ENCIENDA lijadora y lije las zonas marcadas y examinadas hasta retirar la pintura.</p> <p>1.11. VERIFIQUE que la superficie quede lisa y uniforme y no presente rastros de concha de naranja, burbujas o formación de gotas.</p> <p>1.12. AFLOJE las bridas de ¾” y 2” utilizando llave especial.</p>	<p>RIESGO: rasgamiento en los miembros superiores (brazos y manos) durante la rotación de la lijadora.</p> <p>RIESGO: irritaciones en la piel por manipulación de esmalte horneable sin guantes de Neopreno.</p> <p>RIESGO: eléctrico al conectar extensión en la toma de corriente.</p>	

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N° ()
PÁGINA:		4/6	

ACTIVIDADES RESP. DEL OPERADOR	NOTAS DE SEGURIDAD	NOTAS DE CALIDAD
<p>1.13. VERIFIQUE Si la línea está produciendo el tipo y clase de tambor reprocesado.</p> <p>Si la línea se encuentra produciendo el mismo tambor, realice el siguiente paso:</p> <p>1.13.1 RUEDE los tambores hasta la estación de acabado externo e introduzca los tambores sobre la cadena transportadora que suministra los tambores a la cabina de acabado externo.</p> <p>Si se produce otro tipo de tambor realizar el siguiente paso:</p>		

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N° ()
		PÁGINA:	5/6

ACTIVIDADES RESP. DEL OPERADOR	NOTAS DE SEGURIDAD	NOTAS DE CALIDAD
<p>1.13.2 SOLICITE a un montacarguista ubicar los tambores metálicos reprocesados en los racks de almacenamiento.</p> <p>1.13.3 UBIQUE los tambores metálicos con la ayuda del montacargas en la línea una vez que se estén produciendo la clase y tipo de tambor reprocesado que se ubicaron en los racks de almacenamiento.</p> <p>1.14. GUARDE los equipos utilizados para realizar el reproceso de los tambores metálicos en el casillero ubicado en la cabina de pintura externa.</p>		

C.A.N.G.L SECCIÓN	INSTRUCTIVO DE TRABAJO PLANTA DE TAMBORES REPROCESAR TAMBORES METÁLICOS “Acabados fuera de especificaciones”	FECHA:	
		REVISIÓN:	N° ()
		PÁGINA:	6/6

APÉNDICE DEL INSTRUCTIVO



Figura N°1. Lija A80.



Figura N°2.
Lijadora.



Figura N°3.
Llave especial para
aflojar bridas.



Figura N°4.
Mascara contra
vapores.

Figura N° 34. Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta en la tabla N° 21 el resumen de los porcentajes de eficiencia aumentado por cada una de las propuestas sugeridas.

Tabla N° 21. Resumen de eficiencias aumentada por propuesta.

Propuestas sugeridas		Aumento de eficiencia por propuesta
Estudio para establecer temperaturas del horno de curado externo.		2,22%
Pistola de lubricación de la grafadora.		3,50%
Manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de tambores metálicos.		5,03%
Procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo.		3,39%
Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones.		0,65%
Reducción de puesta a punto	Herramientas de ajuste de ángulo de aplicación de pistolas de la cabina de pintura externa.	4,82%
	Manifold en el sistema de aplicación de pintura	
	Copa Ford #4.	
	SMED	
Equipo para limpiar tapas y fondos de tambores revestidos.		7,60%

Fuente: Elaboración propia.

La ejecución en conjunto de cada una de las propuestas de mejora, es de vital importancia para lograr un aumento en la producción de 4.401 tambores metálicos mensuales de más, logrando que la línea se posicione en una rata de producción de 1,83 unid. / min., con la cual se alcanzará y superará la rata mínima de producción de 1,78 unid. / min., necesaria para cumplir con la producción establecida en la planificación de ventas del periodo 2013-2014, (Ver tabla N° 22).

Tabla N° 22. Rata de producción ejecutando las propuestas de mejora.

Rata de producción actual (Unid. / min)	Rata mínima de producción para cumplir plan de ventas 2013-2014 (Unid. / min)	Rata de producción con propuestas sugeridas (Unid. / min)
1,25	1,78	1,83

Fuente: Elaboración propia.

Operando bajo la rata de producción de 1,83 tambores/minutos y bajo jornadas laborales de 7,5 horas y 20 días al mes para la producción de tambores TH, la planta se ubicaría en una eficiencia de 85,74%.

CAPÍTULO VII.

EVALUACIÓN DE LOS COSTOS – BENEFICIOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Mediante las propuestas establecidas que dan solución a cada uno de los problemas observados y analizados en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos se presenta un análisis de la relación costo-beneficio.

A continuación se presentan los costos asociados a las propuestas sugeridas:

Propuesta N°1: Estudio para establecer temperaturas del horno.

Para la implementación de esta propuesta se estiman los costos asociados a la mano de obra necesaria en horas de sobretiempo para realizar el estudio de temperatura en el horno de curado externo, el cual debe realizarse una sola ocasión.

A continuación se presenta en la tabla N° (23) los costos del personal en horas extras necesario para la implementación de la propuesta.

Tabla N° 23. Costos de personal para definir temperatura en horno de curado externo

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs/h-h)	Horas necesarias (h-h)	Costo total (Bs)
Supervisor	1	270	2	540
Operadores	2	170	2	680
Capacitación (Supervisor)	1	270	2	540
			Total	1.760

Fuente: CANGL, Planta Tambores.

Adicionalmente deben tomarse en cuenta el costo de la impresión de los formatos utilizados para registrar los valores arrojados en el estudio (Ver tabla N° (24)):

Tabla N° 24. Costos de formatos para definir temperatura en horno de curado externo

Descripción	Cantidad (unid)	Costo unitario (Bs/unid)	Costo total (Bs)
Formato	4	2,5	10

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se estima un costo total por la implementación de la propuesta de estudio para establecer temperaturas del horno:

$$\text{Costo total propuesta N°1} = 1.760\text{Bs} + 10\text{Bs} = 1.770\text{Bs.}$$

Propuesta N°2: Pistola de lubricación de la Grafadora.

Para el reemplazo de las pistolas de lubricación actuales y de acuerdo a las especificaciones necesarias presentadas en la propuesta, se seleccionó la siguiente pistola con las siguientes características (Ver tabla N° 25):

Tabla N° 25. Costos Pistolas Lubricantes para Grafadora

Marca	Modelo	Presión de aire (psi)	Presión de líquido (psi)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Spraying Systems Co	1/8 JJAU – Drip Free.	6	5	2	479	958

Fuente: Elaboración propia.

El producto es importado, por lo que al cambio oficial actual de Bs. 6,30/\$ el costo total por pistolas es 6.035,4Bs. Adicionalmente se debe añadir los costos de transporte y aduana (Ver tabla N° 26):

Tabla N° 26. Costos totales de pistolas lubricantes para grafadora

Costo Total Pistolas (Bs)	Costo Aduana (Bs)	Costo Transporte (Bs)	Costo Total (Bs)
6.035,4	1.500	1.600	9.135,4

Fuente: Elaboración propia.

Nota: los costos asociados de las pistolas están sometidos a cambio dependiendo de la fecha de adquisición por parte de la empresa, debido a las divisas cambiarias presentes en el país.

Para la instalación de estas nuevas pistolas, es necesario modificar el sistema de tuberías de lubricación de los rodillos, por lo tanto, se necesitan los siguientes elementos (Ver tabla N° (27)):

Tabla N° 27. Costos materiales para sistema de lubricación

Material	Cantidad	Costo (Bs.)	Unidad	Costo Total (Bs.)
Válvula check	4	250	Piezas	1.000
Válvula solenoide (2V 2P V221-08 RO ¼")	6	350	Piezas	2.100
Tanque presurizado (Acero)	2	5.000	Piezas	10.000
Regulador de entrada y salida de aire (ESC6-02 MANG6 ROS ¼")	2	475	Piezas	950
Regulador de entrada y salida de líquido (ESC6-02 MANG6 ROS ¼")	2	475	Piezas	950
Manguera (¼")	12	100	Metros	1.200
Total				16.200

Fuente: Elaboración propia.

Para la implementación los materiales y pistolas para hacer funcionar el sistema y aplicación de lubricante para los rodillos, es necesario la siguiente mano de obra en horas de sobre tiempo (Ver tabla N° (28)):

Tabla N° 28. Costos mano de obra

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs/h-h)	Horas necesarias (h-h)	Costo total (Bs)
Personal de mantenimiento	1	190	8	1.520
Supervisor de mantenimiento	1	210	8	1.680
			Total	3.200

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se estima un costo total por la implementación de la propuesta de mejora en la aplicación de lubricante en los rodillos de la grafadora de:

$$\text{Costo total propuesta N°2} = 9.135,4\text{Bs} + 16.200\text{Bs} + 3.200\text{Bs} = 28.535,4 \text{ Bs}$$

Propuesta N°3. Manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de tambores metálicos.

Para la instalación de los manifold es necesario modificar el sistema de tuberías de la cabina de acabado externo de tambores metálicos, por lo tanto, se necesitan los siguientes elementos (Ver tabla N° 29):

Tabla N° 29. Costos de materiales del manifold

Material	Cantidad	Costo (Bs.)	Unidad	Costo total (Bs.)
Tubería de acero D = ½” metros L= 6 m	1	3.690	Metros	3.690
Manómetros de alta presión (0-2000 psi)	2	2.500	Piezas	5.000
Manguera plástica (D= ¼”)	10	100	Metro	1.000
Codos de acero (90°)	4	112	Piezas	448
Conector reductor ½” - ¼”	4	220	Pieza	880
Conexión de T (Acero)	2	465	Piezas	930
Válvula de cierre rápido	4	1.000	Piezas	4.000
Total				15.948

Fuente: Elaboración propia.

Para la fabricación de los manifold no se contabilizan el costo, debido que se realizan en horario de trabajo por parte del personal de mantenimiento, sin embargo para la implementación de los manifold del sistema de tubería planteada en la propuesta es necesaria la siguiente mano de obra en horas extras (Ver tabla N° 30):

Tabla N° 30. Costos de mano de obra propuesta N°3

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs./ h-h)	Horas necesarias (h-h)	Costo total (Bs.)
Soldador	1	170	4	680
Tornero	1	170	4	680
Supervisor de mantenimiento	1	210	4	840
Total				2.200

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se estima un costo total por la implementación de la propuesta de manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de:

$$\text{Costo total propuesta N}^\circ\text{3} = 15.948\text{Bs} + 2.200\text{Bs} = 18.148\text{Bs}$$

Propuesta N° 4. Procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo.

Para ejecutar los procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo y lograr la disminución del 85% de las fallas que ocurren con mayor frecuencia en la línea, se consideran los costos asociados a la mano de obra estimada en horas de sobretiempo para la ejecución del mantenimiento mensual y la reposición de algunos materiales en el inventario de la planta de tambores metálicos. La descripción de estos materiales, la información de las especificaciones y los proveedores que la despachan, es manejada directamente por el departamento de compras de la empresa CANGL.

A continuación se presenta en la tabla N° (31) los costos asociados a la mano de obra estimada en horas de sobretiempo para la ejecución del mantenimiento mensual:

Tabla N° 31. Costos de mano de obra propuesta N°4

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs./ h-h)	Horas estimadas (h-h/mes)	Costo total (Bs./mes)
Instrumentista	1	190	4	760
Mecánico Mantenimiento	2	190	4	1.520
Electricista	2	190	4	1.520
Ayudante general de mantenimiento	1	170	6	1.020
			Total	4.820

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la tabla N° (32) los costos asociados a la reposición de los materiales en el inventario, dicha información es suministrada por el departamento de compras:

Tabla N° 32. Costos materiales a reponer en el inventario

Material	Cantidad	Costo (Bs.)	Unidad	Costo total (Bs.)
Válvula solenoide (VS3)	1	1.500	Pieza	1.500
Válvula de descarga (Inox ¾)	2	750	Piezas	1.500
Sensor mecánico de bigote	5	450	Piezas	2.250
Piedra rectificadora	1	3.000	Pieza	3.000
Total				8.250

Fuente: Planta de Tambores, CANGL.

Adicionalmente se estiman los costos de los formatos que deben ser impresos para llevar los registros de reportes de fallas por parte del inspector encargado (Ver tabla N° 33):

Tabla N° 33. Costos para definir temperatura en el horno de curado externo

Descripción	Cantidad (unid)	Costo unitario (Bs/unid)	Costo total (Bs)
Formato	30	7	210

Fuente: Copy Max de Venezuela (2013)

Finalmente se estima un costo total por la implementación de la propuesta de iniciar un plan de mantenimiento preventivo de:

$$\text{Costo total propuesta N° 4} = 8.250\text{Bs} + 210\text{Bs} = 8.460\text{Bs.}$$

Propuesta N°5. Herramientas para ajustar los ángulos de aplicación de pintura en las pistolas ubicadas en la cabina de pintura externa.

Considerando la propuesta de incorporar un dispositivo que señale los ángulos y las distancias en que deben encontrarse las pistolas de aplicación de pintura en la cabina de acabado externo, se estiman los costos del material utilizado y el mecanizado del mismo, como se muestra en la tabla N°(34).

Tabla N° 34. Costos estimados de la herramienta de medición

Descripción	Cantidad (unidad)	Costo unitario (Bs/unid)	Costo Total (Bs)
Material aluminio (Ø105 x 10,5)	2	1.512	3.024
Material aluminio (Ø80 x 10,5)	2	1.097,6	2.195,2
Mecanizado de pieza (Ø105 x 10,5)	2	7.145,6	14.291,2
Mecanizado de pieza (Ø80 x 10,5)	2	2.352	4.704
		Total	24.214,4

Fuente: Elaboración propia.

Los costos asociados a la instalación de las herramientas de medición y la calibración de las barras de soporte se encuentran representados en la tabla N ° (35), donde los operarios llevaran a cabo este trabajo en horas extras una vez terminada una jornada laboral.

Tabla N° 35. Costos de mano de obra propuesta N°5

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs./ h-h)	Horas necesarias (h-h)	Costo total (Bs.)
Soldador	1	170	2	340
Operario de mantenimiento	1	190	2	380
			Total	720

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se estima un costo total por la implementación de la propuesta de la herramienta de medición de:

$$\text{Costo total propuesta N}^\circ\text{5} = 24.214,4\text{Bs} + 720\text{Bs} = 24.934,4\text{Bs}$$

Propuesta N°6 Reducción del tiempo de puesta a punto

Con la implementación de esta propuesta, ejecutando la tercera etapa de la filosofía Smed se logrará la disminución de un 25% del tiempo invertido en la puesta a punta de la cabina de acabo externo de los tambores metálicos sin incurrir en costo alguno. Por lo que se estimarán los costos asociados a las propuestas planteadas en la cuarta etapa de la filosofía, en donde se tomarán en cuenta aquellas herramientas que mejoren las operaciones de preparación tanto interna como externas disminuyendo los tiempos de puesta a punto.

A continuación se presenta una tabla de los costos asociados a las propuestas planteadas en la tercera etapa del Smed (Ver tabla N° 36):

Tabla N° 36. Costos para reducir los tiempos de puesta a punto

Descripción	Costo (Bs.)
Manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de tambores metálicos. (Costo señalado en la propuesta N°3).	18.148
Mano de Obra para estructura de soporte de copa Ford # 4.	2.500
Material para base de copa Ford # 4 (Acero)	650
Herramientas de ajuste de ángulo de aplicación de pistolas de la cabina de pintura externo. (Costo señalado en la propuesta N°5).	24.934,4
Total	46.232,4

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta N°7. Equipo para limpiar tapas y fondos de los tambores revestidos.

Para la aplicación de la propuesta se toman en cuenta los costos asociados a los elementos que conforman el diseño del equipo de limpieza de tapas y fondos de los tambores metálicos, adicionalmente del costo del diseño de ingeniería (Ver tabla N° 37).

Tabla N° 37. Costos del dispositivo

Descripción	Cantidad (unid)	Costo unitario (Bs/unid)	Unidad	Costo total (Bs)
Motor neumático (NEUMAC/ modelo: MA-07/07)	1	6.000	Pieza	6.000
Válvula solenoide (2V 2P V221-09 RO ¼")	2	350	Pieza	700
Regulador de aire (ESC6-02 MANG6 ROS ¼")	2	475	Pieza	950
Relé (11pines 3 contactos)	2	120	Pieza	240
Temporizador (TIMERS AH3-E 110v 3min/30 min 2D)	1	470	Pieza	470
Pulsador pedal (Switvh/Pedal Metal S/PROT FS-4)	1	420	Pieza	420
Pulsador boton rojo (22mm)	1	150	Pieza	150
Mangueras (¼")	6	100	Metros	600
Lamina de poliuretano de goma espuma (140x190x2cm)	1	600	Pieza	600
Pistola turbo gravedad (Marca: RUN PST04)	1	1262,44	Pieza	1262,44
Láminas de hierro (2x1m)	4	680	Pieza	2.720
Viga cuadrada	2	800	Pieza	1.600
			Total	15.712,44

Fuente: Elaboración propia.

Para la instalación de los elementos mencionados en la tabla N° (37) que conforman el equipo de limpieza de tapas y fondos de los tambores, no se estima costo alguno, debido a que este mecanismo será instalado por el personal de mantenimiento en las jornadas laborales donde no se produzcan tapas y fondos revestidos.

Por lo tanto se estima un costo total por la implementación de la propuesta de reducción del tiempo de puesta a punto:

Costo total propuesta N° 7 = 15.712,44Bs.

Propuesta N°8 Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones.

Para la aplicación de esta propuesta se estiman los costos asociados a los materiales utilizados para la impresión y resguardo de la información registrada en el instructivo (Ver tabla N° 38).

Tabla N° 38. Costos del instructivo

Material	Cantidad	Costo (Bs.)	Costo total (Bs.)
Impresión del instructivo	1	7,00	7,00
Carpeta de tres ganchos	1	85	85,00
Total			92,00

Fuente: Copy Max de Venezuela (2013).

Para garantizar que se cumpla el instructivo de trabajo por parte del operador encargado de reprocesar los tambores con acabado fuera de especificaciones, es necesario considerar los costos de capacitación (Ver tabla N° 39):

Tabla N° 39. Costos por capacitación

Personal	Cantidad	Costo/Hora-Hombre (Bs./ h-h)	Horas necesarias (h-h)	Costo total (Bs.)
Instructor	1	210	2	420

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se estima un costo total por la implementación del instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones de:

$$\text{Costo total propuesta N}^\circ\text{8} = 92\text{Bs} + 420\text{Bs} = 512\text{Bs}$$

Finalmente se presenta en la tabla N° (40) el total de la inversión a realizar por parte de la empresa CANGL para implementar todas las propuestas:

Tabla N° 40. Costos de inversión a realizar para implementar propuestas

Inversión para cada propuesta	Costo por propuesta (Bs.)
Estudio para establecer temperaturas del horno.	1.770
Pistola de lubricación de la Grafadora.	28.535,4
Manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo de tambores metálicos.	18.148
Procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo.	8.460
Herramientas de ajuste de ángulo de aplicación de pistolas de la cabina de pintura externo.	24.934,4
Reducción del tiempo de puesta a punto	3.150
Equipo para limpiar tapas y fondos de los tambores revestidos	15.712,44
Instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones	512
Costo total	101.222,24

Fuente: Elaboración propia.

Beneficio:

La implementación de todas las propuestas desarrolladas en el presente trabajo de grado, traería como beneficios a la empresa CANGL, el aumento de la producción de 4.401 tambores metálicos mensuales de más y con ello los ingresos percibidos por la planta. Adicionalmente se lograrían otros beneficios cualitativos para la planta, se evitaría retrabajo de las unidades, se mejorarían las condiciones de trabajo en la limpieza de las tapas y fondos de los tambores y se eliminará la dependencia de un solo operario para ejecutar la actividad de puesta a punto de la cabina de pintura.

- **Beneficio económico:**

Con las mejoras propuestas a la línea de formación, ensamble y acabo de tambores metálicos se obtienen 4 fuentes de beneficio económico: El ahorro de pintura por establecer temperaturas correctas en el horno, el ahorro de material por eliminar los atascamientos en la grafadora, el ahorro por implementar manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo y la utilidad por unidades adicionales.

- **Estimación de ahorro de pintura por establecer temperaturas correctas en el horno:**

La cantidad de tambores reprocesados cuando se establecen las temperaturas incorrectas en el horno de curado externo es de 350 tambores al mes actualmente. Implementando la propuesta N°1 se lograría definir las temperaturas correctas y eliminar el reproceso de los tambores con acabados fuera de especificaciones.

Cada vez que se reprocesa un tambor en el horno de curado externo es necesario lijar los tambores en la zona que se encuentran fuera de especificaciones, posicionarlo nuevamente en la cabina para ser pintado y posteriormente introducirlo en el horno de curado externo. Según datos suministrados por la planta, un tambor metálico TH consume 0,141 Kg de

pintura y teniendo un costo de 73,14 Bs/kg de pintura, se tiene un ahorro por dejar de pintar los tambores reprocesados de:

$$\text{Ahorro 1} = 350 \text{ unid/mes} * 0,141 \text{ kg/unid} * 73,14 \text{ Bs/kg} = 3.609,459 \text{ Bs/mes.}$$

- **Estimación de ahorro de material por eliminar los atascamientos en la grafadora.**

Actualmente la planta presenta 27 fallas de atascamiento de tambores, con un promedio de 5 fallas por mes, esto ha ocasiona la perdida de materiales involucrados para la fabricación del tambor, debido que una vez presentada la falla del mal grafado, las tapas, cuerpo y fondo no pueden ser recuperados, produciendo de esta manera un scrap.

Con la implementación de las pistolas de lubricación se eliminaría las fallas de atascamiento y con esto el scrap producido. Datos suministrados por la planta reflejan que las láminas utilizadas para formar el cuerpo, la tapa y el fondo tienen un costo de 80 Bs, por lo tanto se tiene un ahorro por eliminar las unidades mal grafadas de:

$$\text{Ahorro 2} = 5 \text{ unid/mes} * 80 \text{ Bs/unid} = 400 \text{ Bs/mes.}$$

- **Estimación de ahorro por implementar manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado externo.**

Actualmente la planta realiza la sustitución de la boquilla de la pistola N° 10 cada mes y medio, lo que equivale 8 boquillas al año. Datos del fabricante establecen que estas boquillas deben ser sustituidas cada 6 meses dependido del uso, es decir, 2 veces al año. Con la implementación del sistema manifold se podrían establecer las presiones sugeridas en las especificaciones del proveedor por lo que se realizaría el cambio de las boquillas establecidos por el fabricante. Siendo el costo de cada boquilla de 860 Bs según datos suministrado por la planta, se tendría un ahorro por reducir la cantidad de boquillas cambiadas de:

Ahorro 3 = 6 unid/años * 860Bs/unid = 5.160 Bs/año. = 430 Bs/mes.

- Utilidad por unidades adicionales

Con la implementación de todas las propuestas, se espera aumentar la eficiencia de la línea a 85,74%, valor que se encuentra por encima de la eficiencia mínima requerida para poder cumplir con el plan de ventas 2013-2014. Por lo tanto la línea de formación, ensamble y acabado de tambores lograría producir los 12.980 tambores no revestidos y 3.000 revestidos que son demandados al mes.

Bajo el período de estudio la planta produce en promedio al mes 7.590 tambores no revestidos y 1.654 revestido. Por lo que se producirían 5.390 tambores no revestidos y 1.346 revestidos de más. Trayendo las siguientes utilidades:

Utilidad por unidades adicionales de tambores no revestidos (Utilidad 1):

Utilidad 1 = 5.390 tambores/mes* 62,5Bs/tambor =336.875 Bs/mes.

Utilidad por unidades adicionales de tambores revestidos (Utilidad 2):

Utilidad 2 = 1.346 tambores/mes* 75Bs/tambor =100.950 Bs/mes.

A continuación se presenta una tabla resumen con los ahorros y utilidades percibidas por la planta debido a la implementación de las propuestas planteadas (Ver tabla N° 41):

Tabla N° 41. Resumen de ahorros y utilidades percibidas por la planta.

Ahorros (Bs/mes)		Utilidades (Bs/mes)	
Ahorro 1	3.609,459	Utilidad 1	336.875
Ahorro 2	400	Utilidad 2	100.950
Ahorro 3	430	Total	437.825
Total	4.439,459		

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se tiene un beneficio económico total de:

$$\text{Beneficio Total} = \text{Ahorro1} + \text{Ahorro2} + \text{Ahorro3} + \text{Utilidad 1} + \text{Utilidad 2} \\ - \text{Costo de mantenimiento}$$

$$\text{Beneficio Total} = 3.609,459\text{Bs/mes} + 400\text{Bs/mes} + 430\text{Bs/mes} + 336.875 \text{ Bs/mes} \\ + 100.950 \text{ Bs/mes} - 4.820 \text{ Bs/mes} = 437.444,459\text{Bs/mes}$$

Tiempo de Pago

El tiempo de recuperación de la inversión se calcula en base a la relación costos entre beneficios y se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Beneficio}}$$

$$\text{Tiempo de Pago} = \frac{101.222,24 \text{ Bs}}{437.444,459 \text{ Bs/mes}} = 0,23 \text{ meses} = \mathbf{5 \text{ días.}}$$

Se puede observar que el retorno de la inversión es sumamente rápido puesto que ocurre en un lapso de tiempo de 5 días, por lo que se puede decir que el proyecto es económicamente factible.

Como resultado de la evaluación económica de las propuestas de mejoras planteadas, con la implementación de las mismas, se obtendrían para el primer mes: ahorros de 4.439,459Bs, utilidades de 437.825Bs, costo de mantenimiento de 4.820Bs y costos de inversión 101.222,24Bs, lo que arrojaría un beneficio de 437.444,459Bs en el primer mes, recuperándose la inversión en 5 días; haciendo factible económicamente el proyecto.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la empresa C.A. Nacional de Grasas Lubricantes, en la planta tambores, específicamente en la línea de formación, ensamble y acabado de tambores metálicos, con el objetivo de proponer mejoras en el proceso y de este modo, aumentar la producción de la línea para lograr el cumplimiento de lo establecido en la planificación de ventas.

Mediante el diagnóstico de la situación actual de la línea se conoció el proceso en que opera la misma, el producto que se fabrica, las herramientas y equipos utilizados, así como también se determinaron las capacidades de los equipos cuando se fabrican tambores TH y con ello se identificó la rata de producción con la cual es capaz de operar la línea, siendo esta de 2,14 tambores por minuto.

A través de un análisis exhaustivo de la situación actual, mediante la aplicación de diagrama de barras y registros históricos suministrados por la planta, se demostró que la línea opera bajo una rata de producción de 1,25 tambores/minutos, la cual afecta el cumplimiento de la planificación de ventas. Mediante el diagrama Causa-Efecto se determinaron que las causas raíces que afectan directamente a este incumplimiento son: el personal no entrenado dificulta el establecimiento de las temperaturas de los quemadores del horno, falta de suministro de tapas y fondos revestidos debido a operaciones manuales que ocasionan fatiga a los operadores al momento de producir estos componentes, elevados tiempos de puesta a punto mantienen la línea parada y por último las paradas no planificadas, presentando mayor porcentaje de influencia sobre la eficiencia, disminuyéndola un 22,36%.

Se realizó un plan de propuestas de mejoras a las problemáticas encontradas en la línea, en donde se expusieron las siguientes propuestas: Estudio para establecer temperaturas del horno de curado externo, Adquisición de pistola de lubricación de la grafadora, incorporación de manifold en el sistema de aplicación de pintura de la cabina de acabado

externo de tambores metálicos, procedimientos para iniciar un plan de mantenimiento preventivo, adquisición de herramientas para ajustar los ángulos de aplicación de pintura en las pistolas ubicadas en la cabina de pintura externa, reducción del tiempo de puesta a punto mediante aplicación de SMED, adquisición de equipo para limpiar tapas y fondos de los tambores revestidos, instructivo para reprocesar tambores con acabados fuera de especificaciones. Se estima, con la implementación de todas las propuestas, un aumento en la rata de producción de 1,25 a 1,83 tambores/minutos, lográndose producir los 17.000 tambores/mes requeridos en el plan de ventas 2013-2014, cumpliendo así los objetivos planteados en esta investigación.

La implementación de las propuestas de mejoras planteadas es justificable económicamente debido que requiere una inversión de 101.222,24Bs, se obtendrían ahorros de 4.439,459Bs, utilidades de 437.825Bs, generando un beneficio de 437.444,459Bs al mes y un tiempo de recuperación de la inversión de 5 días.

RECOMENDACIONES

- Implantar todas las mejoras planteadas en el presente trabajo para aumentar la eficiencia de la línea y con esto poder cumplir con la planificación de ventas 2013-2014.
- Cuando se realice la compra de suministros para la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos, tomar en cuenta la frecuencia de cambios sugeridas por el fabricante para realizar los reemplazos establecidos por el plan de mantenimiento preventivo.
- Desarrollar un Programa de Educación y Formación que eleve los niveles de aptitudes de los trabajadores para la mejora continua.
- Mantener constantemente incentivado al personal para promover su participación dentro del programa de mejora continua que se lleva a cabo en la empresa, mostrando los logros acumulados.
- La implementación de técnicas de pausas activas y movimientos a la Inversa o de Gimnasia laboral guiada, con el fin de aliviar el estrés musculo esquelético, que pudiese producir la permanencia estática del trabajador durante la realización de las diversas tareas y/o actividades.
- Aplicar metodología 5S's para:
 - Clasificar los herramientas y herramientas de trabajo, manteniendo sólo los artículos indispensables en el área de trabajo.

- Ordenar, identificar y ubicar de forma permanente los objetos en áreas cercanas y de fácil acceso a las máquinas u operaciones donde vayan a ser utilizados.
- Mantener limpias las máquinas, equipos y herramientas de polvo y exceso de lubricantes, para prevenir deterioro de los controles y obstaculización de la visibilidad en pantallas, paneles de control, y calibres.
- Estudiar la posibilidad de ampliar estudios enfocados en la búsqueda de mejoras continua a las otras líneas de producción presentes en la planta de tambores.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006). **El proyecto de investigación**. (5ta Edición). Editorial Episteme, Venezuela.

Ávila, R. y López, L. (2005). “**Estudio de factibilidad técnico económica de la automatización del área de esmeriles de una empresa metalmeccánica**”. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela Industrial

Beigbeder, F. (2006). **Diccionario Técnico**. Ediciones Diaz de Santos, S.A. España.

Burgos, V. (2012). **Ingeniería de métodos. Calidad – Productividad. Universidad de Carabobo**. Valencia, Venezuela.

Campoy, D. (2006). **Gestión emprendedora**. Editorial Ideaspropias. Vigo, España.

Castro, M. y Parra, D. (2006). “**Propuestas para el incremento del nivel de producción de la línea de mecanizado de cocos livianos de la empresa Dana Ejes y Cardanes**”. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela Industrial.

Comisión Venezolana de Normas Industriales – COVENIN. (1982). Norma 646: Materiales metálicos. Ensayo de Dureza de Rockwell (Escala A, B y C) y Rockwell Superficial (Escala N y T). Disponible:

<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/646-82.pdf> [Consulta: 2013, Abril 12].

Comisión Venezolana de Normas Industriales – COVENIN (1988). Norma 1363: Envases metálicos. Definiciones, clasificación y designación. [Página web en línea]. Disponible:

<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1368-88.pdf> [Consulta: 2013, Abril 10].

Díaz, P. y Fernández, P. (2008). **“Representación gráfica en el análisis de datos”**. Universidad de Alicante. Madrid, España.

Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L. [Página web en línea]. Disponible: <http://es.thefreedictionary.com/solenoide>.

Freites, M. y Sedan, K. (2008). **“Propuestas de mejora para la línea de producción de Blank de Piñón del Área de Engranajes (Caso: C.A Danaven División Ejes y Cardanes)”**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela Industrial.

Galgano, A. (1995). **“Los Siete Instrumentos de la Calidad Total”**. Editorial Díaz Dos Santos.

Giugni, L., Ettetdgui C., González I. y Guerra V. (2009). **Evaluación de proyectos de inversión**. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

Glosario de términos técnicos [Página web en línea]. Disponible:
<http://normateca.issste.gob.mx/webdocs/X10/200312100857231253.pdf?id=020710>.

González, P. y Rosas, M. (2006). **“Propuestas de mejora para incrementar el nivel de producción en el área de celdas de la empresa COVENDISA”**. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela Industrial.

Hernández., Hernández, C. Batista (1991). **Metodología de la Investigación**. MS. Editorial McGraw Hill. Segunda Edición México.

Real Academia Española. [Página web en línea]. Disponible:
<http://lema.rae.es/drae/?val=temporizador>

Silva, J. (2008). **Metodología de la Investigación**. Ediciones CO-BO. Caracas, Venezuela.

APÉNDICES

APÉNDICE N° 1.

En esta parte de la investigación se utilizó el procedimiento para la estimación estadística del número de ciclos mencionado por Burgos (2005).

Primero se estableció un número de observaciones, y luego se verificará si cumplía con los requerimientos de I_m e I , (de no cumplir esta regla es necesario realizar observaciones adicionales). En este caso, se realizaron 10 observaciones a cada una de las estaciones y se estableció un nivel de confianza de 95% y un error de la muestra de 3% luego se determinó el valor de T_c (Tabla de probabilidades para la distribución T de student para conseguir el valor de t_c), por último se utilizó la siguiente fórmula para calcular I_m :

$$I_m = 2 \times \left(t_c \cdot \frac{SD}{\sqrt{M}} \right)$$

Para comparar con el intervalo de confianza exigido se utilizó la ecuación:

$$I = 2 \times K \times \bar{X}$$

Se compara I_m con I . Si I_m es igual o menor que I , la muestra de M observaciones satisface los requerimientos de error de muestreo, y por lo tanto la Media muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones. Si I_m es mayor que I , entonces se necesitan observaciones adicionales $N - M$, donde N se busca con la siguiente ecuación:

$$N = \frac{(SD \cdot t_c)^2}{(K \bar{X})^2}$$

En el presente anexo se presenta el estudio de tiempo realizado a la línea de formación, ensamble y acabado de los tambores metálicos TH registrados mediante la toma de videos aleatorios para cada una de las estaciones. En el mismo se recopilan la información de los tiempos observados en los videos de manera ordenada en tablas según la secuencia de operaciones por la cual transita el tambor para su formación.

Tambores TH:

Soldadura:

		Soldadura
Observaciones	1	17 s
	2	16 s
	3	17 s
	4	17 s
	5	16 s
	6	17 s
	7	16 s
	8	16 s
	9	17 s
	10	17 s
	\bar{X}	16,6 s
	SD	0,516397779

SD/\bar{X}	0,0311083
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el Intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,7388 \leq 0,996$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Pestañado:

		Pestañado
Observaciones	1	19 s
	2	20 s
	3	20 s
	4	20 s
	5	19 s
	6	20 s
	7	20 s
	8	19 s
	9	20 s
	10	20 s
	\bar{X}	19,7 s
	SD	0,483045892

SD/\bar{X}	0,0245201
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el Intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$Im \leq I$$

$$0,691 \leq 1,182$$

Como I es mayor que Im, se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla lm e I.

Anillado:

		Anillado
Observaciones	1	19 s
	2	20 s
	3	20 s
	4	20 s
	5	19 s
	6	20 s
	7	20 s
	8	19 s
	9	20 s
	10	20 s
	\bar{X}	19,7 s
	SD	0,483045892

SD/\bar{X}	0,0245201
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el Intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,691 \leq 1,182$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Cabina de pintura interna:

		Cabina de pintura interna
Observaciones	1	18 s
	2	18 s
	3	19 s
	4	19 s
	5	17 s
	6	19 s
	7	18 s
	8	19 s
	9	18 s
	10	18 s
	\bar{X}	18,3 s
	SD	0,674948558

SD/\bar{X}	0,03688243
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,9656 \leq 1,098$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Horno de curado interno:

Para conocer la capacidad de este equipo se estableció la frecuencia de la cadena de transporte en el horno de 50 Hz, esto equivale a una velocidad de 2,82 m/min.

Se conoce que el horno posee una longitud de 14,5 metros de largo, en los cuales transitan 14 tambores metálicos TH. Por lo tanto el tiempo que tarden 14 tambores en transitar por completo la longitud del horno es de 5,13 minutos, es decir, la capacidad con que opera este equipo cuando alcanza el estado estable es de 2,73 tambores por minuto.

Grafado:

		Grafado
Observaciones	1	28 s
	2	28 s
	3	28 s
	4	28 s
	5	28 s
	6	28 s
	7	28 s
	8	28 s
	9	28 s
	10	28 s
	\bar{X}	28 s
	SD	0

SD/\bar{X}	0
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0 \leq 1,68$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Prueba de fuga 1:

		Prueba de fuga 1
Observaciones	1	28 s
	2	28 s
	3	28 s
	4	28 s
	5	28 s
	6	28 s
	7	28 s
	8	28 s
	9	28 s
	10	28 s
	\bar{X}	28 s
	SD	0

SD/\bar{X}	0
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0 \leq 1,68$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Colocación de bridas:

		Colocación de bridas
Observaciones	1	24 s
	2	24 s
	3	24 s
	4	24 s
	5	25 s
	6	25 s
	7	24 s
	8	24 s
	9	24 s
	10	25 s
	\bar{X}	24,3 s
	SD	0,483045892

SD/\bar{X}	0,01987843
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el Intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,691 \leq 1,458$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Cabina de pintura externa:

		Cabina de pintura externa
Observaciones	1	29 s
	2	26 s
	3	27 s
	4	26 s
	5	27 s
	6	26 s
	7	26 s
	8	26 s
	9	27 s
	10	26 s
	\bar{X}	26,6 s
	SD	0,966091783

SD/\bar{X}	0,03631924
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$1,382 \leq 1,596$$

Como I es mayor que Im, se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla Im e I.

Horno de curado externo:

Para conocer la capacidad de este equipo se estableció la frecuencia de la cadena de transporte en el horno de 30 Hz, esto equivale a una velocidad de 1,91 m/min.

Se conoce que el horno posee una longitud de 18 metros de largo, en los cuales transitan 24 tambores metálicos TH. Por lo tanto el tiempo que tarden 24 tambores en transitar por completo la longitud del horno es de 9,42 minutos, es decir, la capacidad con que opera este equipo cuando alcanza el estado estable es de 2,54 tambores por minuto.

Desenrosque de bridas:

		Desenrosque de bridas
Observaciones	1	6,89 s
	2	7,1 s
	3	6,91 s
	4	7,53 s
	5	7,23 s
	6	6,95 s
	7	7,35 s
	8	6,82 s
	9	6,95 s
	10	7,44 s
	\bar{X}	7,117 s
	SD	0,25399256

SD/ \bar{X}	0,03568815
M	10
K	0,03
T _{9,0,025}	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,3634 \leq 0,4270$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Probador de fuga N°2

		Prueba de fuga N°2
Observaciones	1	9,43 s
	2	9,53 s
	3	9,72 s
	4	9,78 s
	5	9,59 s
	6	9,82 s
	7	9,47 s
	8	9,63 s
	9	9,53 s
	10	9,81 s
	\bar{X}	9,631 s
	SD	0,14387108

SD/\bar{X}	0,01493833
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,2058 \leq 0,5778$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Sujeción de bridas

		Sujeción de bridas
Observaciones	1	5,58 s
	2	6,08 s
	3	5,56 s
	4	5,6 s
	5	6,05 s
	6	5,61 s
	7	5,55 s
	8	6,04 s
	9	5,58 s
	10	5,51 s
	\bar{X}	5,716 s
	SD	0,23688722

SD/ \bar{X}	0,04144283
M	10
K	0,03
T _{9,0,025}	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,3389 \leq 0,3429$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Serigrafiado:

		Serigrafiado
Observaciones	1	9,43 s
	2	9,53 s
	3	9,72 s
	4	9,78 s
	5	9,59 s
	6	9,82 s
	7	9,47 s
	8	9,63 s
	9	9,53 s
	10	9,72 s
	\bar{X}	9,622 s
	SD	0,133898801

SD/ \bar{X}	0,0139159
M	10
K	0,03
T _{9,0,025}	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,1915 \leq 0,5773$$

Como I es mayor que I_m, se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

Paletizado

		Paletizado
Observaciones	1	10,2 s
	2	11,12 s
	3	10,92 s
	4	10,85 s
	5	10,89 s
	6	11,14 s
	7	11,05 s
	8	10,35 s
	9	10,65 s
	10	11,11 s
	\bar{X}	10,828
	SD	0,32977433

SD/\bar{X}	0,0304557
M	10
K	0,03
$T_{9,0,025}$	2,2622

Con los datos obtenidos se procede a calcular el intervalo de confianza previsto para una muestra M y el intervalo de confianza exigido. Se comparan

$$I_m \leq I$$

$$0,3652 \leq 0,6497$$

Como I es mayor que I_m , se puede concluir q que el número de observaciones establecidas (10 observaciones) satisface los requerimientos de error de muestreo (3 %), y por lo tanto la Media Muestral \bar{X} puede basarse en dichas observaciones, es decir, se cumple con la regla I_m e I.

APÉNDICE N° 2.

A continuación se presenta el reporte de fallas registradas por el departamento de producción de la Planta de Tambores de Enero a Mayo del 2013, en las estaciones de grafado y cabina de pintura, clasificando los rubros de cada una de las incidencias

Paradas no planificadas en la grafadora

Día	Paradas no planificadas	Clasificación	Tiempo (min.)
15/01/2013	Atascamiento de tambor	Equipo	41
15/01/2013	Fuga por grafado	Mantenimiento no programado	28
16/01/2013	Atascamiento de tambores	Equipo	35
16/01/2013	Atascamiento de tambores falta de pulitura en los rodillos	Mantenimiento no programado	51
17/01/2013	Atascamientos de tambores en la grafadora	Equipo	56
25/01/2013	Tambor trancado	Equipo	35
28/01/2013	Ajustes de rodillos	Ajustes	37
13/02/2013	Limpieza de rodillos y platos	Mantenimiento no programado	51
15/02/2013	Ajustes de rodillos durante la jornada	Ajustes	30
15/02/2013	Se para cadena	Imprevisto	28
15/02/2013	Se tranca tambor y se dobla eje del botador (40); Se tranca tambor en grafadora (20)	Equipo	60
18/02/2013	Tambores trancados	Equipo	35
18/02/2013	Se tranca tambor	Equipo	30
19/02/2013	Tambores contaminados por lubricante de la grafadora, Falla de sensor / Se tranca tambor en 2 oportunidades	Equipo	76
21/02/2013	Tambores con fuga	Imprevisto	4
21/02/2013	Fuga por grafado	Ajustes	29
21/02/2013	Se tranca tambor	Equipo	38
21/02/2013	Se tranca tambor	Equipo	33
27/02/2013	Rompe bigote detector de tambore	Mantenimiento no programado	28
28/02/2013	Se tranca tambor	Equipo	35
01/03/2013	Ajustes por fuga en el fondo	Ajustes	5

04/03/2013	Limpieza de rodillos y platos	Mantenimiento no programado	48
04/03/2013	Cuna doblada y ajuste de rodillos	Ajustes	35
05/03/2013	Tambores trancados en 2 oportunidades	Equipo	66
05/03/2013	Mal grafado por tapa deformada	Imprevisto	10
11/03/2013	Falla de aire comprimido	Imprevisto	6
12/03/2013	Ajuste por fuga	Ajustes	7
12/03/2013	Tambores atascados	Equipo	65
12/03/2013	Soldadura de base de sensor	Equipo	39
13/03/2013	Ajuste de grafadora	Ajustes	20
13/03/2013	Tambores atascados	Equipo	67
14/03/2013	Se rompe manguera	Mantenimiento no programado	10
14/03/2013	Se atasca tambor	Equipo	35
19/03/2013	Se tranca tambor	Equipo	37
19/03/2013	Se parte base de sensor	Mantenimiento no programado	15
20/03/2013	Atascamiento en 3 oportunidades de tambores	Equipo	98
01/04/2013	Se tranca tambor	Equipo	34
02/04/2013	Ajustes en la grafadora por fugas en 3 oportunidades	Ajustes	20
04/04/2013	Atasco de tambor por el fondo	Equipo	34
04/04/2013	Tambores trancados	Equipo	38
05/04/2013	Se rompe bigote detector de tambores	Mantenimiento no programado	30
10/04/2013	Tambor atascado	Equipo	36
15/04/2013	Retraso en llegada de personal	Imprevisto	10
18/04/2013	Tambor trancado	Equipo	36
18/04/2013	Ajuste de rodillos por fuga	Ajustes	32
23/04/2013	Tres tambores atascados	Equipo	97
24/04/2013	Limpieza de rodillos	Mantenimiento no programado	53
26/04/2013	Falta de tapas por montacargas dañado	Imprevisto	10
27/04/2013	Tambores atascados	Equipo	30
13/05/2013	Falla de aire	Imprevisto	10
15/05/2013	Cilindros contaminados por grafadora, se ajusta flujo de lubricación	Imprevisto	8
15/05/2013	Limpieza de platos y rodillos de la grafadora	Mantenimiento no programado	51
17/05/2013	Ajustes en grafadora (30); Ajuste en los rodillos por fugas (7)	Ajustes	37
17/05/2013	Atascamiento de tambores en 2 oportunidades	Equipo	56
22/05/2013	Regrafado de tambores	Imprevisto	10

24/05/2013	Tambor atascado	Equipo	37
29/05/2013	Ajuste de rodillo	Ajustes	27
29/05/2013	Atascamiento de tambores falta de pulitura en los rodillos	Mantenimiento no programado	70
Total			2.089

Paradas no planificadas en la cabina de pintura externa

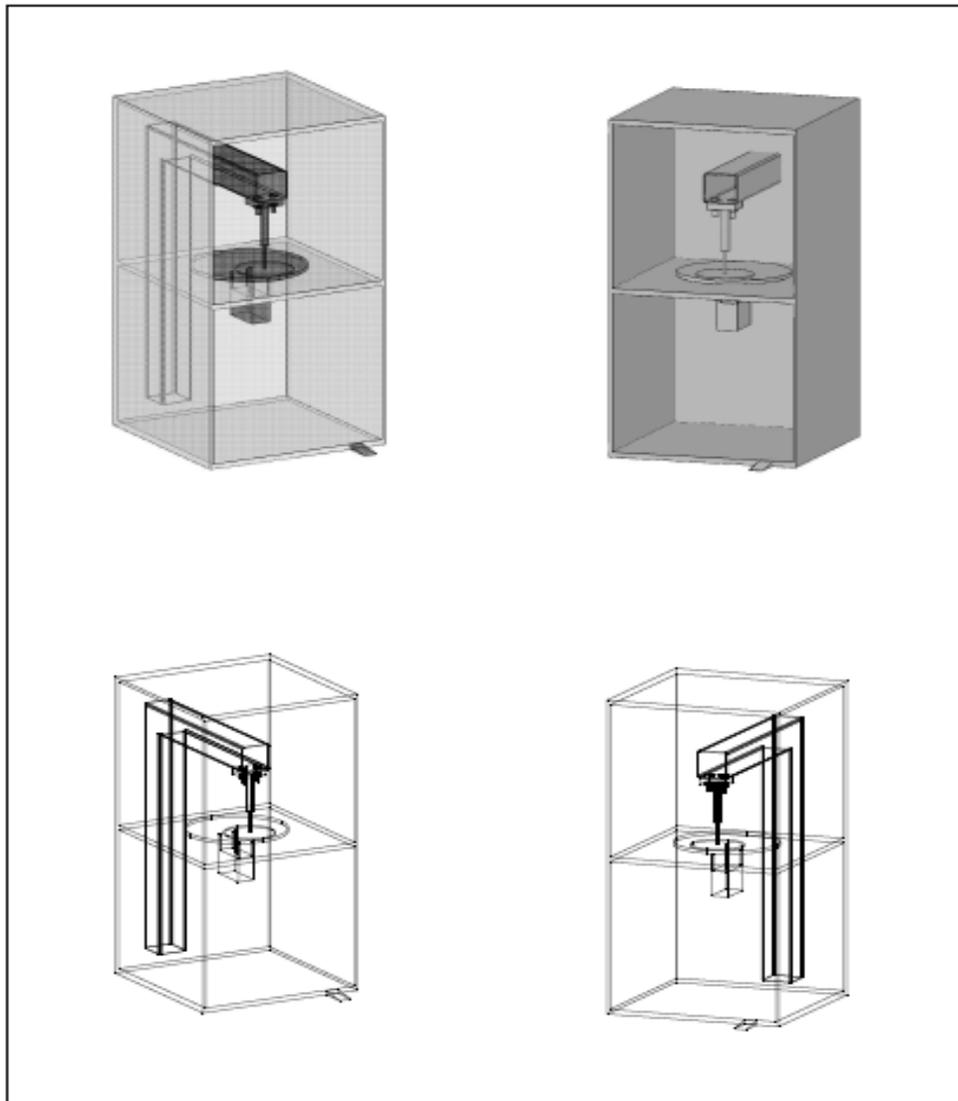
Día	Observaciones	Clasificación	Tiempo (min.)
18/01/2013	Ajuste de temperatura en calentadores para controlar viscosidad	Ajustes	13
21/01/2013	Falla en el impulsor de tambores pintados(10); Falla en el freno de entrada a la cabina (30)	Equipo	40
22/01/2013	Ajuste de freno y expulsador de la cabina (10); Se realiza soldadura en pieza de la cabina (10); Desajuste de rodillo de la cabina (125)	Ajustes	145
24/01/2013	Realizando cambios en el sistema de aplicación de pintura para comenzar a probar con pintura acuosa ya que persisten fuertes olores de vapores solventes (30)	Imprevisto	30
25/01/2013	Ajustes para pintar con base agua	Ajustes	120
04/02/2013	Ajustes en la cabina	Ajustes	196
05/02/2013	Pruebas en el sistema de aplicación por ingeniería	Ajustes	270
06/02/2013	Ajustes de sistema de aplicación	Ajustes	223
07/02/2013	Pruebas por ingeniería	Ajustes	420
08/02/2013	Ajustes cabina de pintura	Ajustes	22
13/02/2013	Limpieza de tina de cabina de pintura (100); limpieza de rodillos (20);	Mantenimiento no programado	120
13/02/2013	Cadena de transportador partida (10); guía de transportador fuera de posición (10)	Mantenimiento no programado	20
13/02/2013	Ajuste de pistolas	Ajustes	57
14/02/2013	Ajustes del sistema de aplicación	Ajustes	49
18/02/2013	Ajustes de aplicación	Ajustes	52
19/02/2013	Ajustes de pistolas	Ajustes	87
20/02/2013	Limpieza de boquillas obstruidas	Mantenimiento no programado	35
21/02/2013	Derrame de tina	Imprevisto	41
21/02/2013	Ajustes de pistolas	Ajustes	35

28/02/2013	Limpieza de boquillas obstruidas	Mantenimiento no programado	42
28/02/2013	Ajustes de parámetros	Ajustes	66
04/03/2013	Falla en sensor del freno de salida de la cabina	Equipo	66
05/03/2013	Cambio de sensor del voltador salida cabina (16), Falla de sensor del voltador de la salida de la cabina (7)	Equipo	23
05/03/2013	Ajuste de boquillas	Ajustes	32
07/03/2013	Falla de freno de la salida de la cabina	Equipo	8
11/03/2013	Falla en controlador de aplicación de pintura color amarillo	Equipo	27
15/03/2013	Reemplazo de manguera rota	Mantenimiento no programado	20
18/03/2013	Error en tipo de pintura	Imprevisto	70
18/03/2013	Falla en freno de salida en 2 oportunidades	Equipo	25
19/03/2013	Problemas de ajustes	Ajustes	105
02/04/2013	Ajuste de pintura y sistema de aplicación	Ajustes	58
03/04/2013	Ajustes en aplicación por baja viscosidad en la pintura y bajos espesores	Ajustes	53
05/04/2013	Se rompe banda transportadora por guante atrapado	Imprevisto	38
08/04/2013	ajuste de aplicación de pintura (80); ajuste de transportador (5)	Ajustes	85
10/04/2013	Sensor flojo en el voltador de salida de la cabina	Equipo	10
12/04/2013	Limpieza de boquillas obstruidas	Mantenimiento no programado	33
16/04/2013	Boquilla obstruida	Mantenimiento no programado	77
18/04/2013	Ajustes de sistema De pintura	Ajustes	80
18/04/2013	Falla aire comprimido	Equipo	90
22/04/2013	Limpieza de rodillos	Mantenimiento no programado	20
24/04/2013	Reparación de correa de soplador Q2 y extractor trancado	Mantenimiento no programado	65
26/04/2013	Filtración por lluvia dentro de la cabina de pintura impide arrancar la línea	Imprevisto	70
27/04/2013	Bomba pegada (5), Pistola de pintado de la tapa no acciona (40)	Equipo	45
29/04/2013	Encendido incorrecto de calentadores ocasiona retraso	Imprevisto	33
30/04/2013	No funciona cambio a tambor KRS, se procede a cambiar a Venoco liviano	Imprevisto	60
30/04/2013	Limpieza de tina de cabina de pintura (130); limpieza de rodillos (20)	Mantenimiento no programado	150
09/05/2013	Ajustes en sistema de aplicación	Ajustes	87
20/05/2013	Ajustes en pistolas	Ajustes	120

21/05/2013	Falla de aplicación en tapa y fondo, filtros tapados. Se realiza cambio y ajuste	Equipo	140
22/05/2013	Ajustes de sistema de aplicación de pintura	Ajustes	208
29/05/2013	Ajuste de sistema de aplicación	Ajustes	150
29/05/2013	Atascamiento de tambores en riel de freno salida de la cabina	Imprevisto	3
		Total	4.134

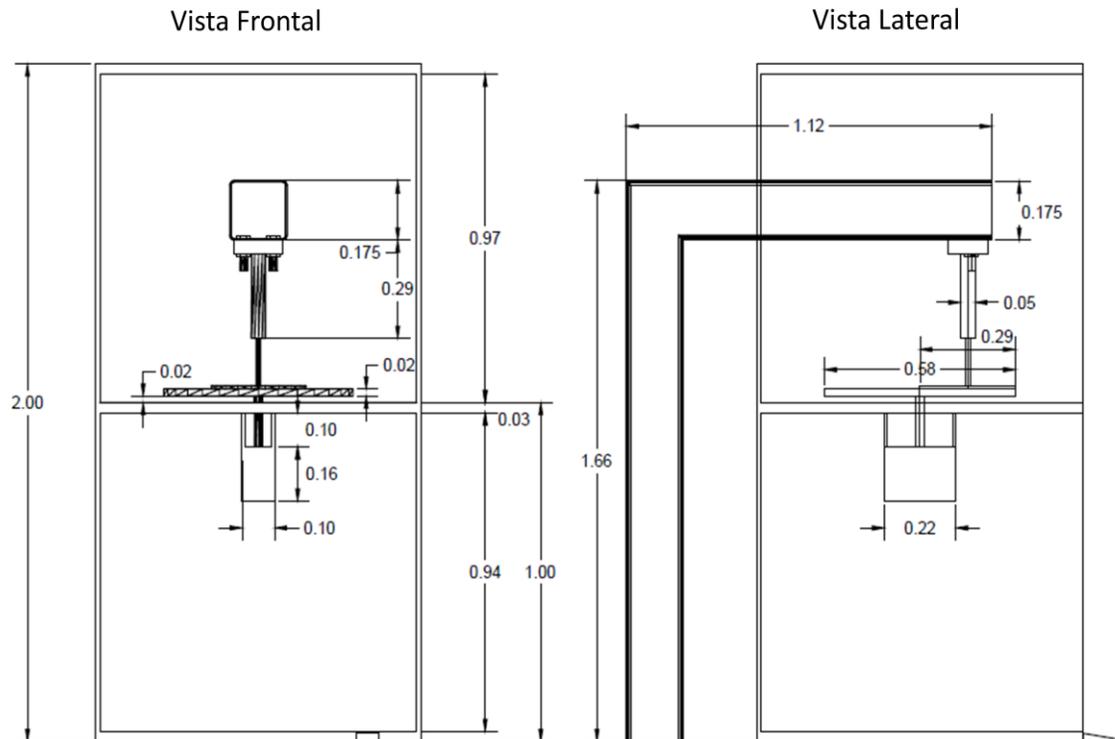
APÉNDICE N° 3

Estructura para limpiar tapas y fondos



Fuente: Elaboración propia

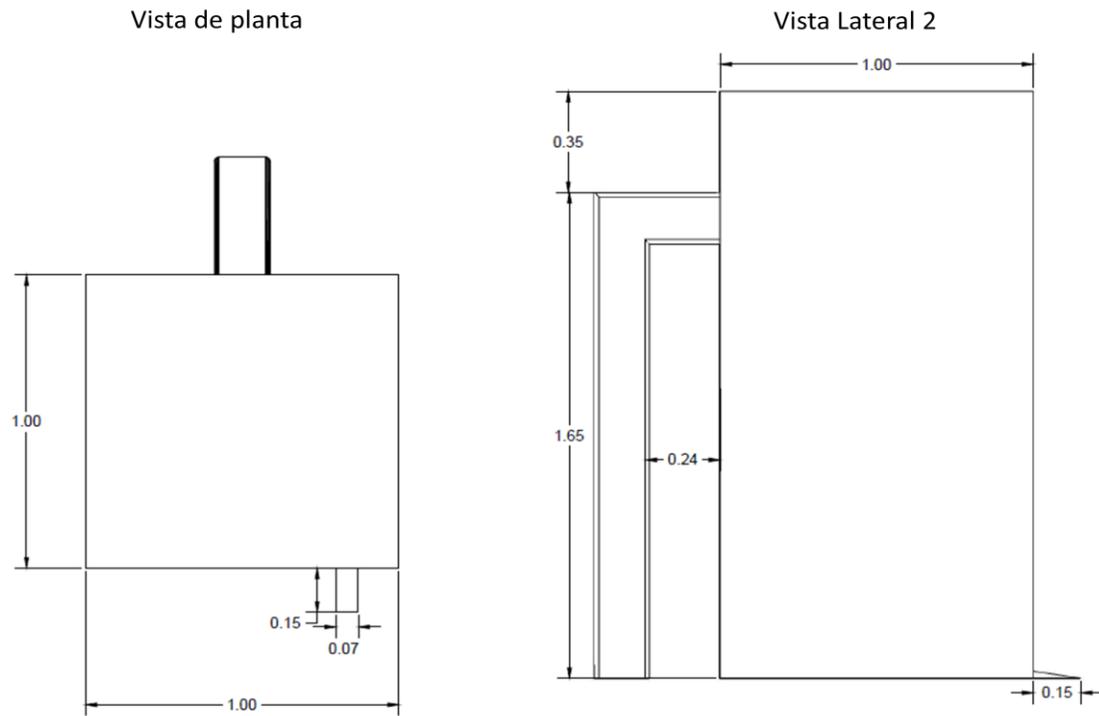
Medidas de la estructura para limpiar tapas y fondos N°1



Nota: Las medidas se encuentran representadas en metros

Fuente: Elaboración propia.

Medidas de la estructura para limpiar tapas y fondos N°1

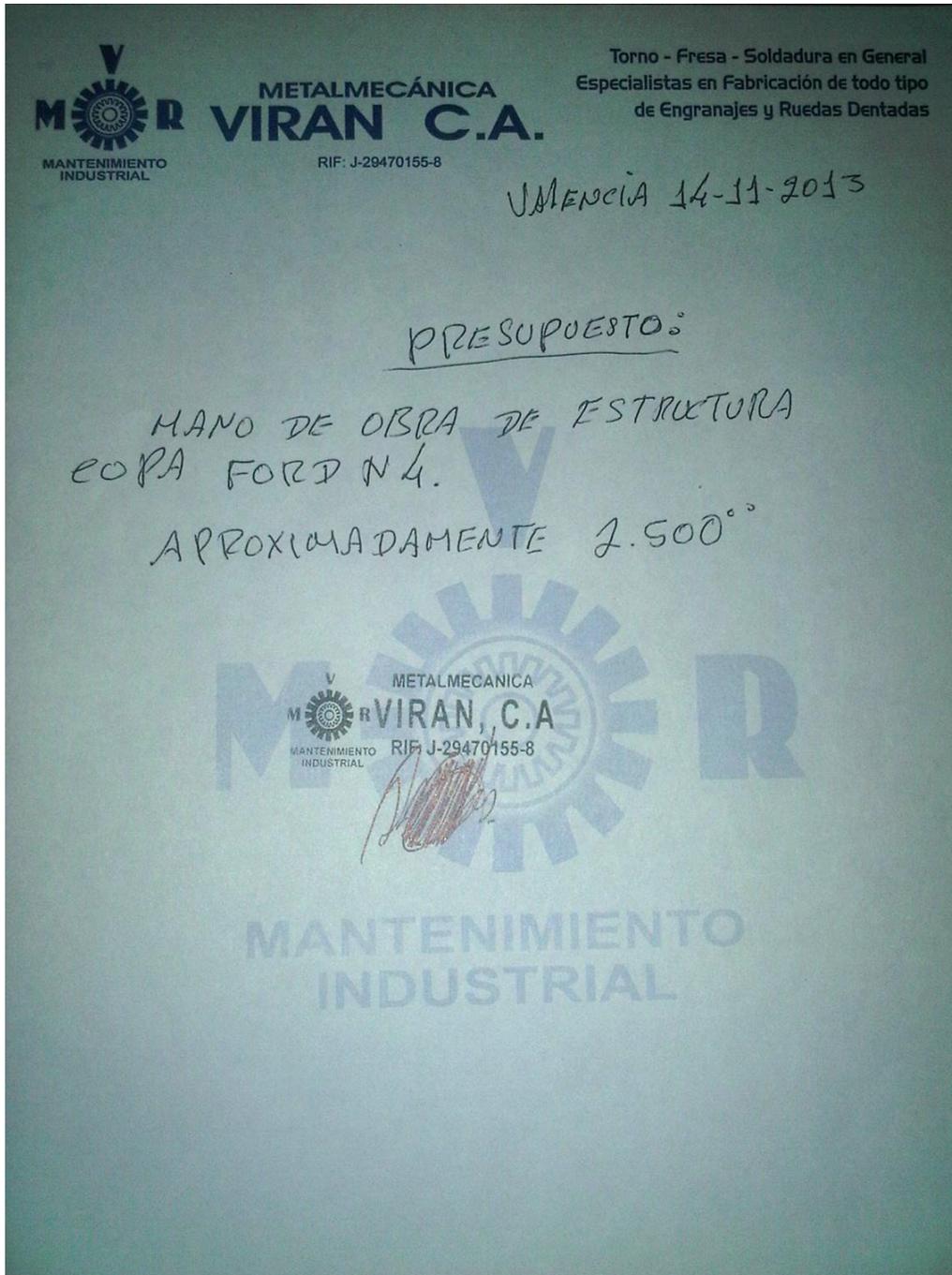


Nota: Las medidas se encuentran representadas en metros

Fuente: Elaboración propia.

APÉNDICE N° 4.

COTIZACIÓN METALMECÁNICA VIRAN C.A.



COTIZACIÓN METALMECÁNICA 4R.

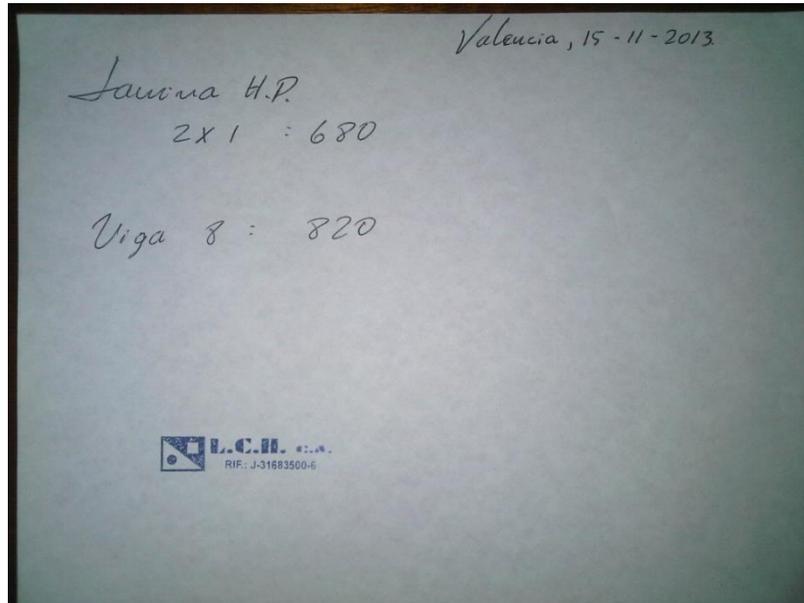
Cotización de Pieza según plano ^{Costo}

Material Aluminio = $\varnothing 105 \times 10,5$	(1.350)
- Mecanizado de Material según el plano tiene con costo de Mecanizado	(6.380)
- Mecanizado de Superficies con tornillo Allen de 5/16	(2.100)
	<hr/>
	9.830
Seo de este costo + IVA	12%
	<hr/>
Sumar	1.179,6
	<hr/>
total =	11.009,60

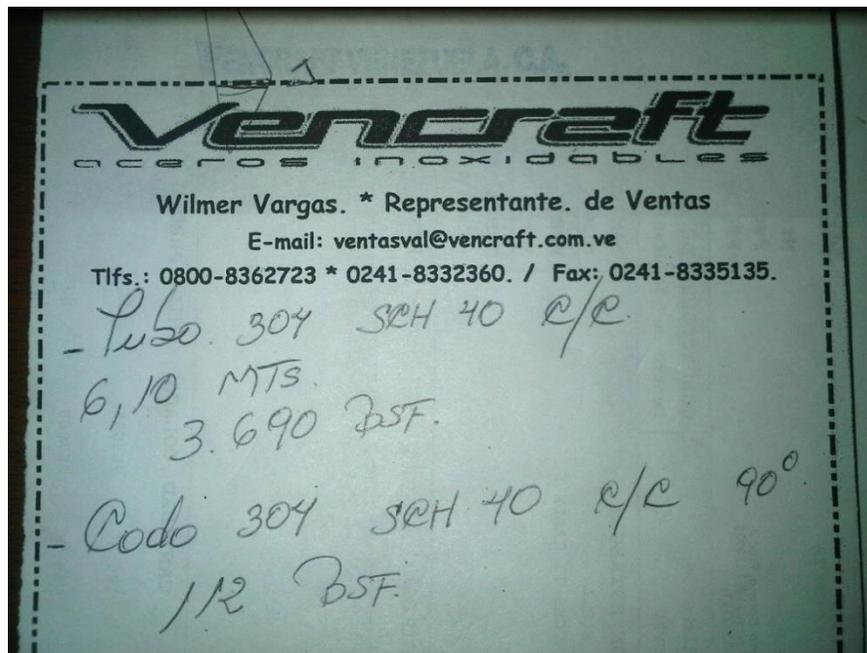
METALMECÁNICA 4R
R.I.F.: J-29691821-0

R. Lopez
FIRMA AUTORIZADA
0464-4067542

COTIZACIÓN L.C.H, C.A.



COTIZACIÓN VENCRAFT



COTIZACIÓN FERRETERIA HNOS. FRIDEGOTTO

