

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”

Informe de investigación presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Roberto Fernando Alpala Morales

TUTOR:

MSc. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero

QUITO-ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, nombrando por el Honorable Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Indoamérica:

CERTIFICO:

Que el trabajo de Grado **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”** presentado por el estudiante Roberto Fernando Alpala Morales, de la Facultad de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el Honorable Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Indoamérica designe.

Quito, 25 de Septiembre 2017

TUTOR

MSc. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero

C.I. 0400751988

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Roberto Fernando Alpala Morales, declaro ser el autor del Trabajo de titulación bajo la modalidad de Estudio Técnico titulado “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS” como requisito para optar el grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistemas de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitare la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberá firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 25 días del mes de Septiembre, firmo:

Autor: Roberto Fernando Alpala Morales

Firma

C.I. 1719378802

Dirección: Quito

Correo electrónico: n.1985@hotmail.es

Teléfono: 0987129326

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Yo, Roberto Fernando Alpala Morales, en calidad de estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial, declaro que los contenidos de este informe de Investigación Científica, requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del tutor.

Quito, 25 de Septiembre 2017

Roberto Fernando Alpala Morales

C.I. 1719378802

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El informe de Investigación Científica, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previa la obtención del Título de Ingeniero Industrial por lo tanto los miembros del Tribunal aprueban el informe de Tesis sobre el tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS” del estudiante Roberto Fernando Alpala Morales de la facultad de Ingeniería Industrial, autorizamos al postulante a la presentación a efectos de su sustentación pública.

Quito, 25 de Septiembre del 2017

Ing. Pablo Ron, M.Sc

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Ana Álvarez, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Lema, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más cordiales agradecimientos a la Universidad Tecnología Indoamérica y a sus docentes que gracias a sus conocimientos y experiencia me permitieron formarme como un buen profesional para poder demostrar lo aprendido.

Roberto Fernando Alpala Morales

DEDICATORIA

A mi familia por ser fuente de apoyo constante e incondicional, en especial a mi esposa e hijos que son un pilar fundamental en mi vida, y siempre haberme apoyado en todo momento para poder culminar mi profesión con éxito.

Roberto Fernando Alpala Morales

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	i
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR	iv
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
EXECUTIVE SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA	4
Tema	4
Línea de Investigación	4
Planteamiento del Problema	5
Contextualización.....	5
Macro	5
Meso.....	7
Micro.....	10
Árbol de Problemas	12
Análisis Crítico	13
Prognosis	16

Formulación del Problema	16
Delimitación del objeto de Investigación	17
Justificación	17
Objetivos	19
General	19
Específicos	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
Antecedentes Investigaciones	20
Fundamentaciones	24
Fundamentación Técnica	24
Fundamentación Legal.....	27
Red de Categorías	32
Variable Independiente	33
Variable Dependiente.....	34
Marco Conceptual	35
Hipótesis	42
Señalamiento de variables	43
Variable Independiente	43
Variable Dependiente.....	43
Definición de términos técnicos	43
CAPÍTULO III	45
METODOLOGÍA	45
Enfoque de la modalidad	45
Definición de investigación cualitativa	45
Definición de investigación cuantitativa	45
Modalidad de la investigación	46
Niveles de la investigación	46

Operacionalización de la Variable Independiente	47
Operacionalización de la Variable Dependiente	48
Plan de recolección de la información	49
Población y Muestra	50
Población.....	50
Muestra.....	52
Aplicación de instrumentos de recolección de la investigación.....	53
CAPÍTULO IV	55
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
Procesamiento y análisis de la información Gerenciamiento por Takt Time.....	56
Análisis subproceso lijado elpo.....	57
Análisis subproceso primer	63
Análisis subproceso esmalte	70
Procesamiento y análisis de la información por estado de las paras registradas	77
Análisis subproceso elpo.....	77
Análisis subproceso primer	79
Análisis subproceso esmalte	81
Resultado del procesamiento y análisis de la información	83
Procesamiento y análisis de la información Producto no Conforme.....	84
Análisis subproceso lijado elpo.....	85
Análisis del proceso productivo	86
Verificación de la Hipótesis	89
Correlación de datos.....	89
Conclusiones y Recomendaciones de la investigación.....	92
Conclusiones	92
Recomendaciones.....	93
CAPÍTULO V.....	95
PROPUESTA	95
Tema	95

Datos informativos	95
Antecedentes de la propuesta	96
Objetivos de la propuesta	97
Objetivo General	97
Objetivos Específicos.....	97
Justificación de la propuesta	97
Factibilidad	99
Factibilidad Ingeniería Industrial	99
Análisis de Factibilidad Legal.....	99
Análisis de la Factibilidad Técnica	100
Análisis de la Factibilidad Económica-Financiera.....	101
Metodología	102
Programación	102
Cronograma de actividades	102
Diagrama GANTT	103
Desarrollo de la propuesta	104
Subproceso lijado elpo	104
1. Identificar la restricción	104
Hoja de tiempos subproceso lijado elpo.....	105
Productividad subproceso lijado elpo	106
Pared balanceo subproceso lijado elpo	106
2. Explotar la restricción	106
Análisis equipo multidisciplinario	107
Identificar elementos que agrega valor y lo que no agrega valor.....	108
Diagrama análisis de procesos	110
Check list de desperdicios.....	113
Identificar desperdicios	113
3. Subordinar la restricción	121
4. Elevar la restricción	121
Diagrama análisis de procesos	122
Diagrama de conflicto	123

Modificación trabajo estandarizado	124
Modificar pared de balanceo	127
Entrenamiento del personal.....	128
Alerta de calidad	128
Cálculo mejora metodología TOC	129
Análisis mejora subproceso elpo.....	132
Beneficios de la Propuesta	135
Beneficios Económicos.....	135
Impacto Ambiental.....	136
Evaluación económica	136
Conclusiones y Recomendaciones de la Propuesta.....	139
Conclusiones.....	139
Recomendaciones.....	140
BIBLIOGRAFÍA.....	141
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Producción y ranking mundial de vehículos	6
Figura N° 2: Defectos de pintura más comunes	7
Figura N° 3: Producción sector automotor Ecuatoriano	8
Figura N° 4: Participación del mercado automotor Ecuatoriano	9
Figura N° 5: Producción nacional ensambladoras	10
Figura N° 6: Defectos pintura más comunes.....	11
Figura N° 7: Relación Causa – Efecto	12
Figura N° 8: Red de categorías	32
Figura N° 9: Constelación de Ideas Variable Independiente	33
Figura N° 10: Constelación de Ideas Variable Dependiente.....	34
Figura N° 11: Indicadores de productividad	41
Figura N° 12: Diagrama Pareto unidades perdidas	53
Figura N° 13: Disponibilidad operacional subproceso lijado elpo	58
Figura N° 14: Tiempo fuera de línea subproceso lijado elpo.....	59
Figura N° 15: Pared de balanceo subproceso lijado elpo.....	61
Figura N° 16: Indicadores subproceso lijado elpo	63
Figura N° 17: Disponibilidad operacional subproceso primer.....	65
Figura N° 18: Tiempo fuera de línea subproceso primer	66
Figura N° 19: Pared de balanceo subproceso primer	68
Figura N° 20: Indicadores subproceso primer	70
Figura N° 21: Disponibilidad operacional subproceso esmalte	72
Figura N° 22: Tiempo fuera de línea subproceso esmalte	73

Figura N° 23: Pared de balanceo subproceso esmalte	74
Figura N° 24: Indicadores subproceso esmalte	76
Figura N° 25: Eficiencia subprocesos	84
Figura N° 26: Diagrama Pareto causas de paras subproceso lijado elpo	85
Figura N° 27: Aplicación pintura color.....	86
Figura N° 28: Diagrama de flujo de proceso de producción elpo.....	87
Figura N° 29: Diagrama de flujo de proceso de producción primer-esmalte.....	88
Figura N° 30: Dispersión de datos en correlación	91
Figura N° 31: Cronograma actividades.....	102
Figura N° 32: Diagrama GANTT	103
Figura N° 33: Identificación cuello de botella	105
Figura N° 34: Trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1	108
Figura N° 35: Trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 2	109
Figura N° 36: Diagrama análisis de proceso actual subproceso lijado elpo 1	110
Figura N° 37: Diagrama análisis de proceso actual subproceso lijado elpo 2	111
Figura N° 38: Valor agregado y desperdicio lijado elpo 1.....	112
Figura N° 39: Valor agregado y desperdicio lijado elpo 2.....	112
Figura N° 40: Malla lijadora 600	114
Figura N° 41: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1	114
Figura N° 42: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1	115
Figura N° 43: 5´s en subproceso lijado elpo 1	115
Figura N° 44: Medición tiempos actividad subproceso lijado elpo 1	116
Figura N° 45: Eliminación exceso de movimientos subproceso lijado elpo 1....	116
Figura N° 46: Desbarbador manual.....	117

Figura N° 47: Tiempos que agregan y no agregan valor subproceso lijado elpo 2	118
Figura N° 48: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 2	118
Figura N° 49: Medición tiempos actividad subproceso lijado elpo 2	119
Figura N° 50: Balanceo cargas de trabajo subproceso lijado elpo 1 y 2.....	119
Figura N° 51: 5´s en subproceso lijado elpo 2	120
Figura N° 52: Estándares de calidad	120
Figura N° 53: Diagrama análisis de proceso propuesto subproceso lijado elpo 1	122
Figura N° 54: Diagrama análisis de proceso lijado elpo 2.....	123
Figura N° 55: Diagrama de conflicto lijado elpo	124
Figura N° 56: Trabajo estandarizado modificado subproceso lijado elpo 1	125
Figura N° 57: Trabajo estandarizado modificado subproceso lijado elpo 2	126
Figura N° 58: Pared de balanceo modificada subproceso lijado elpo.....	127
Figura N° 59: Alerta de calidad defectos lijado elpo	128
Figura N° 60: Mejora indicadores subproceso lijado elpo.....	132
Figura N° 61: Eficiencia subprocesos	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de la Variable Independiente	47
Tabla N° 2: Operacionalización de la Variable Independiente	48
Tabla N° 3: Preguntas Básicas	49
Tabla N° 4: Unidades perdidas por subproceso	51
Tabla N° 5: Cálculo disponibilidad operacional subproceso lijado elpo	58
Tabla N° 6: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso lijado elpo	59
Tabla N° 7: Cálculo productividad subproceso lijado elpo	62
Tabla N° 8: Cálculo disponibilidad operacional subproceso primer	65
Tabla N° 9: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso primer	66
Tabla N° 10: Cálculo productividad subproceso primer	69
Tabla N° 11: Cálculo disponibilidad operacional subproceso esmalte	72
Tabla N° 12: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso esmalte.....	73
Tabla N° 13: Cálculo productividad subproceso esmalte	76
Tabla N° 14: Cálculo actual unidades por hora subproceso lijado elpo.	78
Tabla N° 15: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente lijado elpo	78
Tabla N° 16: Cálculo número de ciclos promedio entre falla lijado elpo	79
Tabla N° 17: Cálculo actual unidades por hora primer	80
Tabla N° 18: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente primer	80
Tabla N° 19: Cálculo número de ciclos promedio entre falla primer	81
Tabla N° 20: Cálculo actual unidades por hora esmalte	82
Tabla N° 21: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente esmalte.....	82

Tabla N° 22: Cálculo número de ciclos promedio entre falla esmalte.....	83
Tabla N° 23: Datos para realizar la correlación	89
Tabla N° 24: Tabla de datos para la correlación	90
Tabla N° 25: Costos por minuto de para registrada	101
Tabla N° 26: Hoja de tiempos subproceso lijado elpo	105
Tabla N° 27: Indicadores productividad subproceso lijado elpo	107
Tabla N° 28: Observaciones check list desperdicios lijado elpo 1	113
Tabla N° 29: Observaciones check list desperdicios lijado elpo 2	117
Tabla N° 30: Hoja de tiempos con subordinación	121
Tabla N° 31: Mejora disponibilidad operacional subproceso lijado elpo	129
Tabla N° 32: Mejora hoja de tiempos subproceso lijado elpo	129
Tabla N° 33: Cálculo productividad subproceso lijado elpo	131
Tabla N° 34: Cálculo actual unidades por hora subproceso lijado elpo.	133
Tabla N° 35: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente lijado elpo	134
Tabla N° 36: Cálculo número de ciclos promedio entre falla lijado elpo	134
Tabla N° 37: Beneficio esperado por reducción de costo por minuto perdido ...	136
Tabla N° 38: Inversión mejora subproceso lijado elpo	137
Tabla N° 39: Evaluación económica de la mejora	137

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA
EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA
ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”**

Autor: Roberto Fernando Alpala Morales

Tutor: MSc. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se llevó a cabo en una planta ensambladora de vehículos de la ciudad de Quito, específicamente en el área de pintura debido a problemas de Producto no Conforme que ocasionan pérdidas de producción afectando la productividad del área.

El objetivo de la investigación es analizar el proceso del área pintura con el fin de encontrar los subprocesos con restricción, que impiden satisfacer la demanda de vehículos requeridos por el cliente, teniendo que incluir en el patrón master de producción horas extras para satisfacer la demanda requerida.

Para lograr el objetivo se aplicó los 5 puntos de la metodología TOC (Teoría de Restricciones), identificando el subproceso con restricción y mediante técnicas de manufactura esbelta mejorar la eficiencia del subproceso aumentando el Throughput y productividad de la planta.

DESCRIPTORES: Eficiencia de los procesos, diagrama de flujo del proceso, estudio del proceso, cuello de botella, productividad, procesos productivos.

UNIVERSITY TECHNOLOGY INDOAMÉRICA
SCHOOL OF INDUSTRIAL ENGINEERING

TEMA: “ANALYSIS OF THE PAINT PROCESS AND ITS INCIDENCE IN PRODUCTIVITY APPLIED TO A VEHICLE ASSEMBLY PLANT”

Author: Roberto Fernando Alpala Morales

Tutor: MSc. Jacqueline del Pilar Villacís Guerrero

EXECUTIVE SUMMARY

The present investigation was carried out in an assembly plant of vehicles of the city of Quito, specifically in the area of painting due to problems of Nonconforming Product that cause losses of production affecting the productivity of the area.

The objective of the research is to analyze the process of the painting area in order to find the sub processes with restriction, which prevent to satisfy the demand of vehicles required by the client, having to include in the master production pattern overtime to satisfy the required demand.

To achieve the objective, the 5 points of the TOC methodology (Restriction Theory) were applied, identifying the sub-process with restriction and using lean manufacturing techniques to improve the efficiency of the sub process, increasing Throughput and productivity of the plant.

Key words: Efficiency of processes, process flow diagram, process study, bottleneck, productivity, production processes.

INTRODUCCIÓN

El informe de investigación tiene como tema: **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”**

El problema de la identificación de desperdicios en los procesos productivos en una fábrica de manufactura, se convierte, en un objetivo complicado de resolver, puesto que es difícil identificarlos a simple vista en las estaciones de trabajo. Ante esto surge la necesidad de enfocar esfuerzos a la búsqueda de soluciones efectivas para los problemas que se presentan para que los procesos sean más eficientes y productivos, de esto va a depender el éxito de las actividades productivas que se lleven a cabo dentro de una fábrica de manufactura.

Uno de los inconvenientes que más se presenta en un proceso productivo, es cuando se presentan recursos comportándose como cuellos de botella que impiden el flujo continuo de producción identificando todos los desperdicios que están presentes en los procesos. El propósito de este estudio es centrar el análisis en la identificación de desperdicios en aspectos como: la gestión basada en la estandarización que identifica y elimina rápidamente los desperdicios, y donde el progreso es alcanzado a través de la sumatoria de pequeñas mejoras, las cuales pueden ser analizadas y corregidas para llegar a tener procesos productivos más eficientes.

Una adecuada gestión de identificación y eliminación de desperdicios es provechosa cuando contribuye al desenvolvimiento eficiente de los procesos productivos. Este informe de investigación está estructurado por capítulos.

El primer capítulo estudia el problema, dentro del que se detalla el tema, línea de investigación, planteamiento del problema, contextualización (macro, meso y micro), árbol de problemas, análisis crítico, formulación del problema, delimitación del objeto de investigación (línea de investigación, campo, área, aspecto, espacial, temporal), justificación, objetivos (general y específicos).

El segundo capítulo se encuentra el marco teórico, lo conforman los antecedentes investigativos, fundamentación técnica tecnológica, fundamentación legal, categorías fundamentales (variable dependiente y variable independiente), graficas de inclusión, constelación de ideas, desarrollo del marco teórico, planteamiento de hipótesis, señalamiento de variables, definición de términos técnicos.

En el tercer capítulo, denominado la metodología, se describe el enfoque de la modalidad (cuantía – cualitativa), la modalidad básica de la investigación, nivel o tipo de investigación, población y muestra, operacionalización de las variables, plan de recolección de la información, aplicación de instrumentos de recolección de la información

En el cuarto capítulo, se describe el análisis e interpretación de resultados y situación actual, procesamiento y análisis de la información, análisis e interpretación de datos y resultados, análisis de la situación actual, verificación de hipótesis, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En el quinto capítulo, tema de la propuesta, datos informativos, antecedentes de la propuesta, objetivos (general y específicos), justificación de la propuesta, beneficio de la propuesta, desarrollo de la propuesta, beneficio de la propuesta, impacto ambiental.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PINTURA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD APLICADO A UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS”

Línea de Investigación

De acuerdo a las Políticas y Líneas de Investigación vigentes de la Universidad Tecnológica Indoamérica la línea de Empresarialidad y Productividad cita lo siguiente: (UTI, 2011)

“**Empresarialidad y Productividad.-** Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de investigación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcara en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este

ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines.” (UTI, 2011)

Fuente: Morales, C. Lilian (2011). Políticas y líneas de investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica 2011.

Planteamiento del Problema

Contextualización

Macro

En las plantas ensambladoras de vehículos de los casi 95 millones de automotores fabricados anualmente, alrededor de 99.2% fueron comercializados a lo largo del mundo, siendo China y Estados Unidos los mercados más voraces al registrar unas ventas de 24 y 13 millones de unidades respectivamente, se puede observar que por sí solos, estos dos países acaparan cerca de la mitad de la producción total global.

A medida que la demanda actual crece dentro del mercado, también nace la necesidad por parte de las empresas manufactureras de vehículos satisfacer de inmediato los requerimientos de este, estas empresas ofertan sus productos y servicios mejorando continuamente sus procesos productivos aumentando su productividad y calidad para satisfacer las necesidades de sus clientes y fidelizarlos.

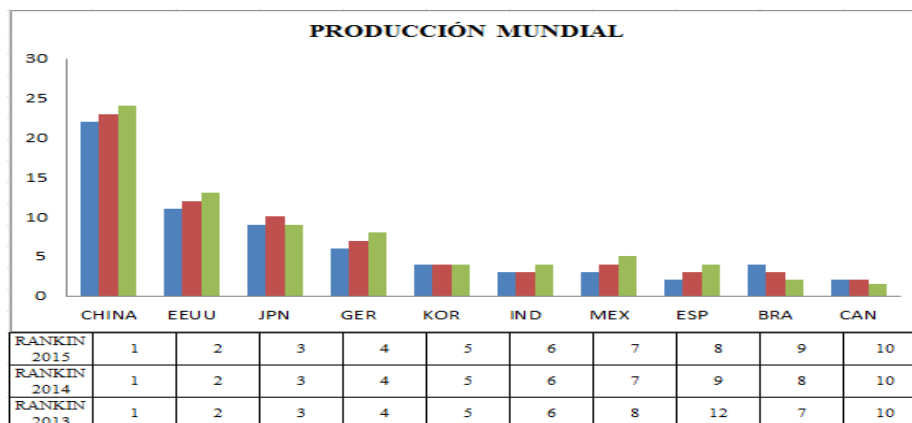


Figura N° 1: Producción y ranking mundial de vehículos

Fuente: (inbound logistic LATAM, 2016)

Elaborado por: El investigador

En los últimos años ha existido un progreso y posicionamiento de las marcas en el mercado del sector industrial automotor. Este incremento conlleva a que las empresas manufactureras de vehículos se vean en la necesidad de innovar en sus productos y aumentar su productividad, implementando nueva tecnología que puedan desarrollar productos con alta calidad y bajando sus costos al consumidor final.

El proceso de pintura es uno de los más delicados, tomando todos los cuidados necesarios para que no ingresen partículas de suciedad en las carrocerías. Una vez armadas las carrocerías por puntos de suelda, estas pasan por los siguientes procesos de pintura utilizados como base a nivel mundial.

- Pretratamiento de carrocerías
- Fondo anticorrosivo por electrodeposición (ELPO)
- Lijado ELPO
- Calafateo
- Sellado

- Pintura primer
- Lijado primer
- Pintura esmalte
- Finesse ó pulido

Estos procesos de pintura para un vehículo, cumplen la función de proteger frente a la corrosión y al aspecto estético del vehículo, estos procesos deben estar controlados con parámetros establecidos para minimizar los defectos que provoca producto no conforme ocasionando reprocesos y pérdidas de producción, en la siguiente figura se puede apreciar el porcentaje de defectos más comunes dentro del proceso pintura.

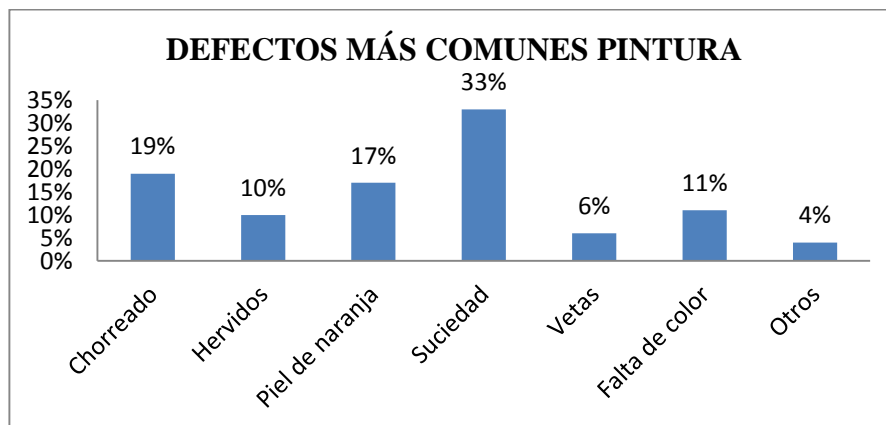


Figura N° 2: Defectos de pintura más comunes

Fuente: (Crash, 2015)

Elaborado por: El investigador

Meso

La producción de vehículos en Ecuador comenzó en los años 50, cuando empresas del sector metalmecánico y textil empezaron la fabricación de carrocerías, telas para asientos, algunas partes y piezas metálicas. Según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE) el sector automotriz, aportó 6,59% a la

economía en 2014. Actualmente, las empresas multinacionales han liderado la transferencia y asimilación de tecnologías en empresas de autopartes y de ensamblaje de automóviles, lo cual se ve reflejado en el desarrollo tecnológico alcanzado por la industria automotriz ecuatoriana. (Uribe, 2014)

A nivel nacional con base en la información del Censo Nacional Económico 2010, existen 29.068 establecimientos económicos dedicados a actividades de comercio automotriz, (70,00% mantenimiento y reparación y 30,00% venta de partes, piezas y accesorios). (Peña, 2012)

Las organizaciones gremiales del sector son: Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana (CINAE), Asociación Ecuatoriana Automotriz (AEA), Cámara de Fabricantes de Carrocerías y Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE). (Uribe, 2014)

En la siguiente figura se puede observar el nivel de producción del sector automotor Ecuatoriano.

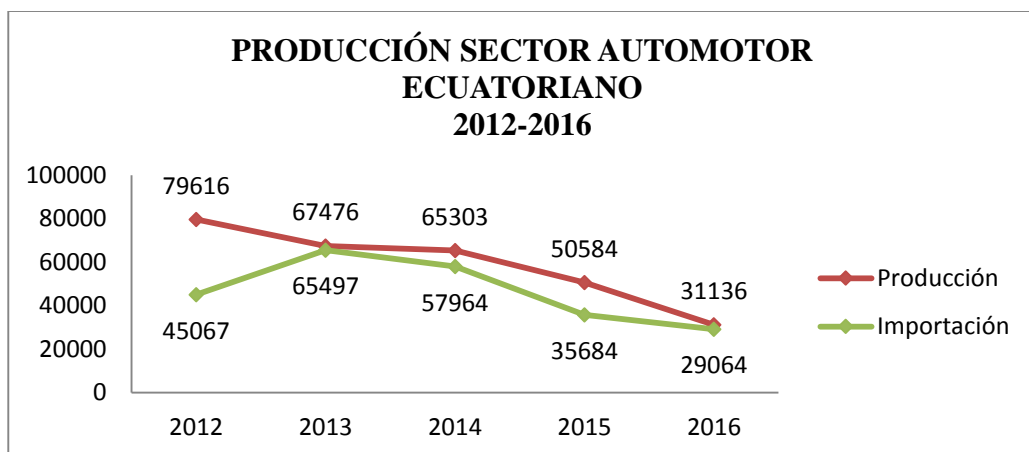


Figura N° 3: Producción sector automotor Ecuatoriano

Fuente: (El Telégrafo, 2017)

Elaborado por: El investigador

El sector automotriz en el Ecuador crecerá del 16% al 19% gracias a que sus procesos son más eficientes y controlados, dando como resultado más participación de ventas en el mercado. (Telégrafo, 2017)

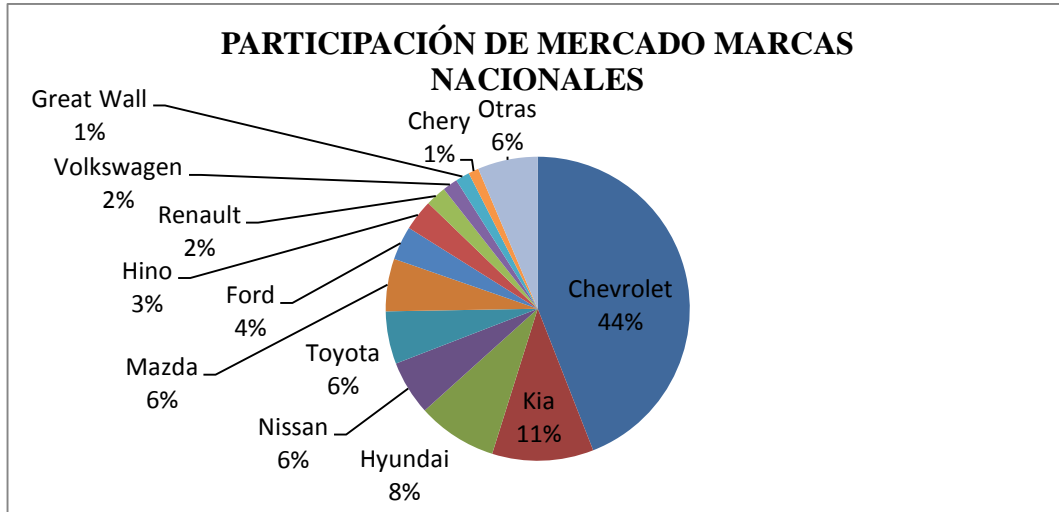


Figura N° 4: Participación del mercado automotor Ecuatoriano
 Fuente: (Ekos, 2014)
 Elaborado por: El investigador

Las ensambladoras del país (Aymesa, Maresa, Onmibus BB) para el acabado perfecto de los vehículos realizan los siguientes procesos:

- Preparación de la carrocería para evitar contaminaciones.
- Se coloca una primera capa que es la protección anticorrosiva de la carrocería, esta capa se denomina ELPO donde se sumerge la carrocería en varias tinas de tratamientos químicos por electrodeposición, este proceso es automático curando la carrocería mediante un horno de alta temperatura.
- Se aplica fondo nivelador, color y barniz mediante la tecnología de pintura electrostática evitando el desperdicio de producto, la carrocería pasa por un curado de hornos a altas temperaturas.

- La carrocería pintada se le inspección y cualquier imperfección se realiza un pulido para el acabado final de la carrocería.

Micro

En la ensambladora de autos de la ciudad de Quito objeto de estudio, es la planta de ensamblaje automotriz pionera y más grande del Ecuador, con cuatro décadas de trayectoria y ha manejado su operación de manera sustentable lo que sumado al esfuerzo y trabajo de sus colaboradores, proveedores y la red de concesionarios, le ha permitido posicionarse como un referente en el sector automotor. En la actualidad el 80% de vehículos de esta Ensambladora que se comercializan en el país son ensamblados con manos ecuatorianas. (OBB, 2015)

En la siguiente figura se observa la producción nacional por ensambladora.

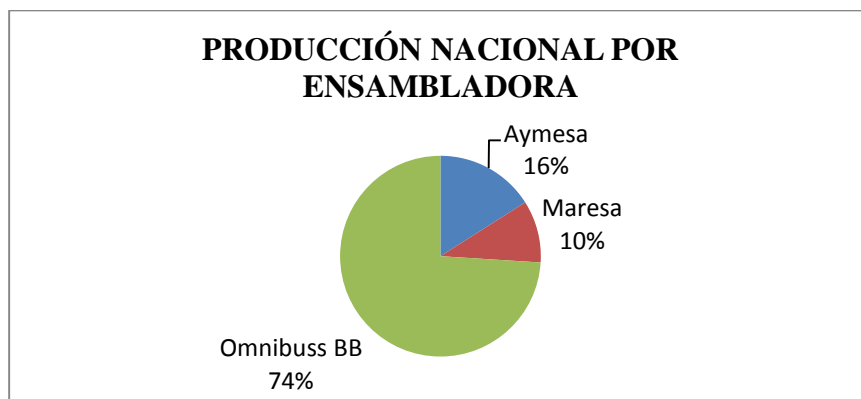


Figura N° 5: Producción nacional ensambladoras

Fuente: (Pacific Credit Rating, 2014)

Elaborado por: El investigador

El área de pintura de la ensambladora de vehículos tiene claro que quien no cumple con calidad, producción, bajos costos, tiempos estándar, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología y muchos otros conceptos que

hacen que cada día la productividad sea un punto de cuidado en los planes a largo y corto plazo. El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos de identificación de desperdicios en los procesos productivos que permitan visualizar y entenderlos de mejor manera para poder mitigarlos mediante procesos de mejora continua, y poder llegar al objetivo de productividad planteado. En la siguiente figura se puede apreciar el porcentaje de defectos más comunes dentro del proceso pintura de la ensambladora de vehículos.

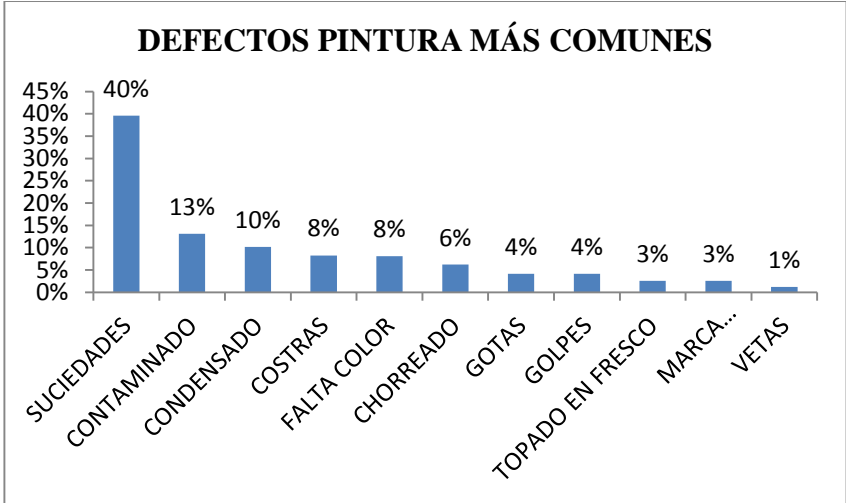


Figura N° 6: Defectos pintura más comunes
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El investigador

Árbol de Problemas

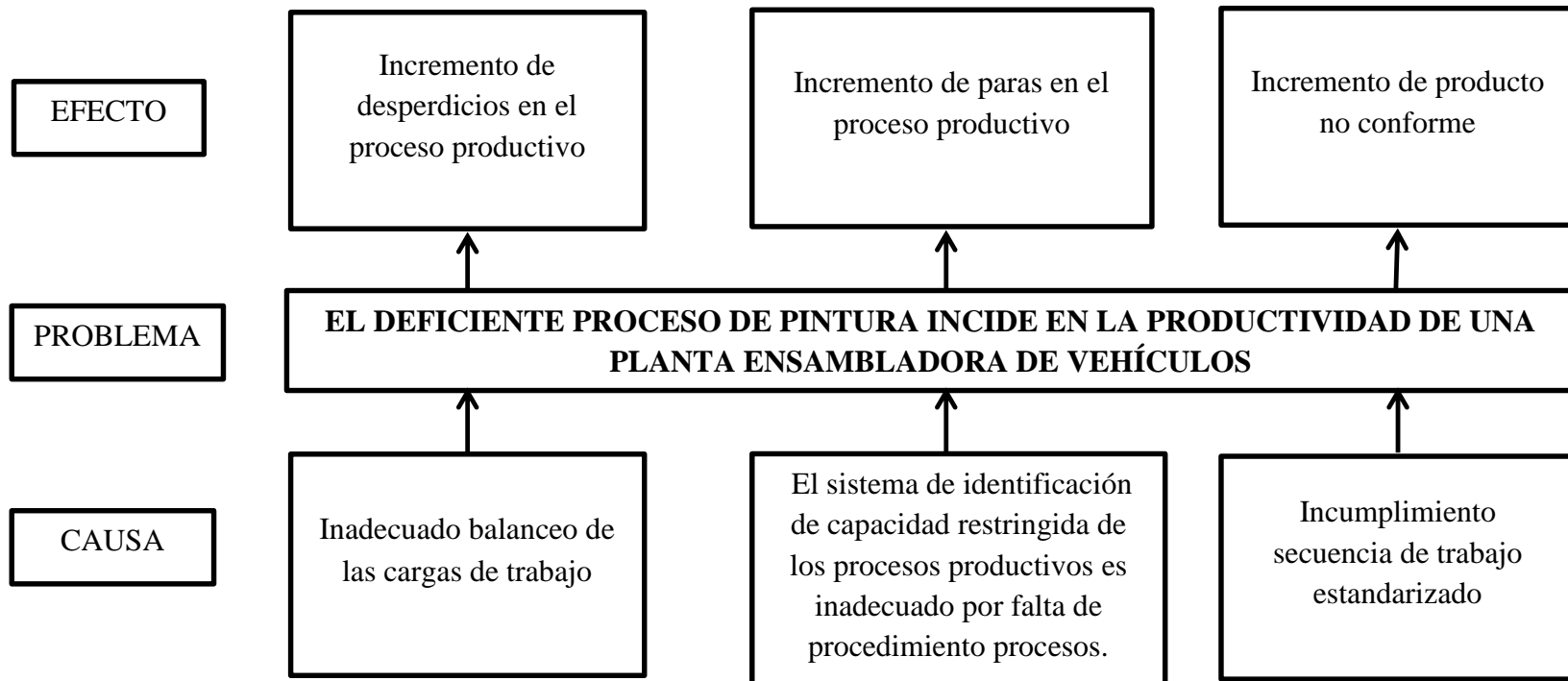


Figura N° 7: Relación Causa – Efecto
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: El Investigador

Análisis Crítico

Al no tener bien balanceadas las actividades, es difícil poder establecer el trabajo estandarizado con un número adecuado de operadores y no se logra trabajar a un ritmo constante, pudiendo afectar la satisfacción de la demanda de los clientes y la productividad por el tiempo de esperas y el scrap (material de desecho) generado por desconocer el orden correcto de operación. El balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. (López, INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM)

El incremento de desperdicios tiene relación directa con el costo de fabricación, ya que "Desperdicio es toda actividad del proceso que agrega costo pero no valor". Definir el desperdicio de esta manera, representa cuestionar en profundidad todos nuestros procesos productivos como son:

- Operación: Indica las principales fases de un proceso, la modificación o agregación de valor a la pieza, materia o producto.
- Inspección: Indica que se verifica cantidad, calidad o ambas.
- Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materias o equipos.
- Demora o espera: Indica parada entre dos operaciones sucesivas.
- Almacenamiento: Indica depósito permanente, bajo vigilancia y autorización. (Durán, 2008)

Los desperdicios se deben encontrar, analizar y deben ser eliminados para la mejora de la empresa, estos desperdicios son clasificados de la siguiente manera:

- Correcciones
- Exceso de Inventarios
- Sobreproducción
- Esperas
- Transportes Innecesarios
- Exceso de Movimientos
- Procesos Innecesarios

El sistema de identificación de capacidad restringida en los procesos productivos es sistemático y estructurado, este sistema sirve para detectar, analizar y eliminar cuellos de botella basada en el simple hecho de que los procesos de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de balancear el proceso es utilizar un acelerador en este paso y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. Un mal análisis de restricciones no se puede identificar el elevado inventario pendiente de procesar puesto que su velocidad es menor que los procesos anteriores. Debido al cuello de botella, las etapas siguientes del proceso van a sufrir retrasos en forma de tiempos de parada no deseados, van a reducir la productividad y van a generar, por tanto, un aumento de los costes. (Erick, 2014)

El incremento de paras en el proceso productivo genera pérdidas de producción afectando directamente al Throughput que es la tasa a la cual una organización genera dinero a través de sus ventas, para poder lograr más dinero se debe tener un proceso sistemático y estructurado para detectar, analizar y eliminar toda clase de desperdicio que genera pérdida de dinero en los procesos productivos que permite mejorar en las organizaciones enfocando los recursos sobre un elemento en específico que se llama restricción del sistema.

El incumplimiento del trabajo estandarizado afecta a los tiempos establecidos generando errores en el proceso de producción ya sea por parte de los operarios por no seguir el trabajo estandarizado o de las máquinas por averías ocasionan pérdidas de producción y baja productividad. El trabajo estandarizado es una herramienta enfocada en personas con la idea de documentar funciones de trabajo efectuadas en secuencia repetida, que son acordadas, desarrolladas y mantenidas por cada miembro del equipo, que tiene como fundamento la eficiencia operacional. Sin el trabajo estandarizado en los procesos productivos, no se puede garantizar que las operaciones necesarias para la obtención de los productos, se realicen siempre de la misma forma. La estandarización permite la eliminación de la variabilidad de los procesos. (S.L., 2012)

El incremento de producto no conforme en el proceso productivo es resultado de un proceso que no cumple los requisitos, es ahí donde los esfuerzos se deben enfocar a identificar y eliminar desperdicios preparando al personal para que entienda las necesidades, retos y nuevos desafíos del negocio, todo desperdicio es una operación o actividad que no agrega valor al producto final

solo aumenta el costo del producto que el cliente no está dispuesto a pagar, por tal razón para poder alcanzar el entusiasmo del cliente se debe reducir al máximo los desperdicios.

La productividad es la relación entre el resultado de la actividad productiva y los medios que han sido utilizados para la actividad, razón por la cual la problemática se basa en encontrar la causa más probable en el balanceo de cargas de trabajo, el sistema de identificación de cuellos de botella de los procesos productivos, el incumplimiento de secuencia de trabajo estandarizado para realizar la actividad, cualquiera de estas causas conlleva a que la productividad sea afectada negativamente.

Prognosis

Si no se realiza un análisis de los procesos de producción del área pintura revisando los desperdicios existentes, no se podrá mejorar la productividad, debido a que no se identifica los desperdicios de producción y no se puede aumentar la eficiencia y el valor agregado del producto, afectando directamente la productividad y la satisfacción del cliente final.

Formulación del Problema

¿El proceso de pintura incide en la productividad de la ensambladora de vehículos?

Delimitación del objeto de Investigación

Línea de Investigación: Empresarialidad y Productividad

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Proceso de pintura

Aspecto: Productividad

Espacial: Área de pintura de la planta ensambladora de vehículos

Temporal: Enero2017 – Mayo 2017

Justificación

La importancia de este estudio se radica en mejorar la identificación de desperdicios en los procesos productivos que debe tener una empresa manufacturera para optimizar los procesos, pues permite conocer cuan eficiente es una tarea, actividad u operación para con esto tener los datos necesarios y se pueda establecer los estándares adecuados para cada una de ellas; además de considerar los factores que influyen y que puedan afectarlas, como la fatiga, las paras programadas, etc.

La trascendencia de este estudio se basa en el análisis de los procesos productivos como técnica principal para reducir la cantidad de trabajo y desperdicios, principalmente al eliminar exceso de movimientos innecesarios del material o del operario. La medición del trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar el tiempo improductivo (desperdicios), es decir, el tiempo durante el cual

no se ejecuta trabajo que agrega valor al producto, por cualquier causa que sea. La medición del trabajo sirve para identificar el tiempo que se invierte en ejecutar los procesos de tal forma que se pueda identificar los desperdicios que antes estaban ocultas dentro del tiempo total.

El análisis de los procesos es factible en una empresa manufacturera ya que demanda cierto tipo de material fácil de conseguir. El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo la identificación de desperdicios en los procesos es un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos establecidos, calculadora de bolsillo y los formatos impresos para asentar la identificación de los procesos, una vez analizados los tiempos de paras del proceso se compara los tiempos de ciclo y se identifica los desperdicios.

Con la investigación se logrará aportar al desarrollo de la empresa minimizando el tiempo requerido para la ejecución de tareas, conservando los recursos y disminuyendo los costos, optimizar los recursos, productos confiables y de alta calidad, reducir exceso de movimientos, balancear cargas de trabajo.

Los beneficiarios del presente estudio son la ensambladora de vehículos y el cliente final, ya que al minimizar las paras del proceso que origina pérdidas de producción se puede entregar a tiempo el producto con alta calidad, el aporte será significativo e importante para el incremento de ventas generando más ingresos a la empresa.

Objetivos

General

Analizar el proceso de pintura y su incidencia en la productividad aplicado a una planta ensambladora de vehículos.

Específicos

- Evaluar los procesos productivos del área de pintura de una planta ensambladora de vehículos mediante análisis TOC visualizando la eficiencia y eficacia del área.
- Identificar el cuello de botella del sistema productivo del área de pintura de una planta ensambladora de vehículos.
- Establecer un procedimiento de operación de los procesos de pintura de una ensambladora de vehículos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigaciones

El estudio del trabajo surge tras la necesidad de mejoras que se obtienen a través de un estudio de los procesos que se reflejan en la disminución de desperdicios del sistema que no agregan valor en el producto final, estos factores son determinantes en el momento de evaluar la productividad en una planta productiva. Los desperdicios encontrados generan retrasos en las entregas, disminución de la calidad en el producto, reducción de los volúmenes de producción, aumento de accidentes laborales, aumento en los costos de producción. La presente investigación se basa en el resumen de proyectos de tesis sobre aumento de productividad y se puede citar los siguientes:

Proyecto de tesis con tema. “Mejoramiento de los procesos de manufactura de la planta de pintura de GM-OBB mediante la metodología Six Sigma” (Guzman & Salvatore, 2009)

La metodología Six Sigma es de vital importancia para las empresas que desean ser competitivas. Se plantea un modelo de mejora continua basado en la estadística, utilizando diseño de experimentos y Métodos de Taguchi. En la planta de pintura se detectaron los defectos que más impactan en la compra del producto,

es decir sus características críticas: piel de naranja, espesor y el brillo que corresponden al proceso "pintura esmalte". Se hizo un análisis comparativo entre la forma de presentar diariamente y mensualmente los indicadores de desempeño del proceso "pintura esmalte" con el objetivo de utilizarlos en la aplicación de la Metodología Six Sigma. Las diferentes fases de la metodología son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Se utilizan en cada una de las cinco fases herramientas estadísticas básicas pero aumentar su potencial de integración de todas las fases logrando así la implementación de un programa de control que permita que el proceso se mantenga estable. Lo más importante de este trabajo es la utilización del Diseño de Experimentos y Métodos de Taguchi en la fase Analizar. Al utilizar estos métodos con las variables de resultado piel de naranja, espesor y brillo y con las características del proceso temperatura del horno, presión de aire y por ciento de sólidos, se pudo concluir cuales son los valores óptimos para el proceso de "pintura esmalte". Estos son una temperatura de horno de 132,44 °C, presión de aire 85 PSI y por ciento de sólidos 36,86. Las mejoras que se plantean con la metodología Six Sigma pueden sostenerse y mantenerse en la fase control con la ayuda del Sistema Global de Manufactura de la General Motors, este sistema incluye la estandarización de los procesos. (Guzman & Salvatore, 2009)

Proyecto de tesis con tema. "Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en la planta de pintura de partes plásticas de la empresa de transportes Omnibus BB" (Alban Bonilla, 2009)

Este proyecto detalla sobre la oportunidad de mejorar la respuesta del sistema de control de la variable de proceso humedad relativa en la cabina, mediante el análisis de las curvas que despliega el sistema de monitoreo. Las gráficas eran cuadradas, típico de un sistema de control ON-OFF, entonces se implementó un sistema PID para el control de humedad relativa, obteniéndose una curva de proceso muy estable y amortiguada. (Alban Bonilla, 2009)

Bonilla (2009) en las recomendaciones de su proyecto detalla realizar un análisis periódico para evaluar los problemas más repetitivos y encontrar las soluciones más apropiadas, con la finalidad de mejorar el performance de la planta tanto en calidad, como en productividad. (Alban Bonilla, 2009)

Proyecto de tesis con tema. “Desarrollo del plan de acción de control de procesos de la planta de pintura área piezas plásticas en GMV” (Dávila Seijas, 2008)

El objetivo de la tesis es analizar Las variables del proceso de aplicación de pintura son las siguientes: flujo de pintura, atomización de pintura, distancia de aplicación, tiempo de oreo, viscosidad de la pintura, temperatura de aplicación, tiempo de curado, velocidad de las cadenas de horno y cabina, presión de aire en las pistolas, temperatura en cabina, humedad relativa en cabina, flujo de aire del soplador, flujo de aire en cabinas. (Dávila Seijas, 2008)

Seijas (2008) en las recomendaciones de su proyecto detalla que los diagramas causa efecto permiten detectar las fallas del proceso de una manera rápida y eficiente y dan una estrecha relación entre las variables operacionales y los defectos formados. (Dávila Seijas, 2008)

Proyecto de tesis con tema. “PROPUESTA PARA APLICAR LA TEORÍA DE RESTRICCIONES, EN LA EMPRESA: INGENIERÍA DEL FRÍO DE HIDALGO S.A. DE C. V.” (García Cortés & Saavedra García, 2006)

La investigación consideró que al aplicar las alternativas de solución propuestas se pueden alcanzar en poco tiempo resultados considerables sin realizar grandes inversiones de tiempo, dinero y esfuerzo ya que TOC pone en la mira la causa medular de todos los males y si se inyectan de manera efectiva los esfuerzos y actividades necesarias se puede garantizar un cambio importante y acompañado del éxito. También consideramos que esta herramienta es muy útil para todos aquellos empresarios que desean liberarse de las restricciones que impiden el avance de su empresa, pues esta técnica ha sido aplicada con gran éxito en diversos países y en muchos de los aspectos de la actividad empresarial. (García Cortés & Saavedra García, 2006)

Proyecto de tesis con tema. “ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES APLICANDO LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN UNA PYME” (Acero Navarro, 2003)

El proyecto nace a partir de la necesidad de implementar la herramienta TOC que es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa, que la considera como un sistema, y que hace sincronizar su flujo a la capacidad del mismo. La Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones, que son en general criterios de decisión erróneos. (Acero Navarro, 2003)

Navarro (2003) en las recomendaciones de su proyecto manifiesta “Siendo las restricciones factores que bloquean a la empresa en la obtención de más ganancias, toda gestión que apunte a ese objetivo se debe gerenciar focalizándose en las restricciones. No hay alternativa en esta cuestión. O manejan las restricciones o ellas nos manejan a nosotros. Se parte de un enfoque sistémico de la Organización, definiendo la meta -ganar dinero ahora y en el futuro - para derivar con rigurosa lógica una metodología simple y efectiva para encarar la gestión con resultados medibles en el corto plazo. (Acero Navarro, 2003)

Fundamentaciones

Fundamentación Técnica

UNE – ISO 10005:2005, norma internacional que proporciona directrices para el desarrollo, revisión, aceptación, aplicación y revisión de los planes de la calidad.

DESARROLLO DE UN PLAN DE LA CALIDAD

Identificación de la necesidad de un plan de la calidad

La organización debería identificar qué necesidades podría tener de planes de la calidad. Hay varias situaciones en que los planes de la calidad pueden ser útiles o necesarios, por ejemplo:

- a) Mostrar cómo el sistema de gestión de la calidad de la organización se aplica a un caso específico;
- b) Cumplir con los requisitos legales, reglamentarios o del cliente;
- c) En el desarrollo y validación de nuevos productos o procesos;
- d) Demostrar, interna y/o externamente, cómo se cumplirá con los requisitos de calidad;
- e) Organizar y gestionar actividades para cumplir los requisitos de calidad y objetivos de la calidad;
- f) Optimizar el uso de recursos para el cumplimiento de los objetivos de la calidad;
- g) Minimizar el riesgo de no cumplir los requisitos de calidad;
- h) Utilizarlos como base para dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de los requisitos para la calidad;
- i) En ausencia de un sistema de la gestión de calidad documentado.

Puede haber necesidad, o no, de preparar un plan de la calidad para un caso específico. Una organización con un sistema de gestión de calidad establecido puede ser capaz de satisfacer todas sus necesidades de planes de la calidad bajo su sistema existente; la organización puede decidir entonces que no es necesario preparar planes de la calidad por separado. (UNE-ISO 10005, 2005)

NTE INEN 2095 PINTURAS ESMALTES ALQUÍDICOS SINTÉTICOS PARA VEHÍCULOS.

4.1 Requisitos específicos

Los esmaltes alquídicos sintéticos para vehículos deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1 y los descritos a continuación.

4.1.1 Resistencia al cambio de color. Los esmaltes alquídicos sintéticos para vehículos automotores deben ensayarse de acuerdo con la NTE INEN 2088 y no deben existir diferencias apreciables de color entre las áreas del ensayo.

4.1.2 Resistencia acelerada a la intemperie de película seca. Cuando los esmaltes alquídicos sintéticos para vehículos automotores se ensayen de acuerdo con la NTE INEN 1032 y se alterne a 4 horas de U.V. a 60 °C y 4 horas de condensación a 40 °C por 100 h de exposición total, a los 7 días de aplicada la película de pintura con un espesor de $45 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$, debe tener una retención de brillo mínimo de 90 % del valor inicial.

4.1.3 Resistencia al agua destilada. Aplicado el esmalte a un espesor de película seca de $45 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$, ensayados de acuerdo con la NTE INEN 2091, debe cumplir lo siguiente:

- Observación inmediata. No deben presentar arrugamiento, ampollamiento o pérdida de adherencia.
- Observación a las 24 horas de extraído. No deben presentar ablandamiento.
- Observación a las 72 horas de extraído. No deben presentar ablandamiento.

4.1.4 Resistencia a los aceites minerales y gasolina. Los esmaltes alquídicos sintéticos para vehículos deben ensayarse de acuerdo con la NTE INEN 2090, a un espesor de $45 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$ de película seca y durante $180 \text{ min} \pm 5$ minutos; resultado de este ensayo no deben presentar afectaciones tales como arrugamiento, ampollamiento o desprendimiento. (NTE-INEN 2095, 2015)

Fundamentación Legal

Constitución de la República del Ecuador

Sección novena

Personas usuarias y consumidoras

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

Art. 53.- Las empresas, instituciones y organismos que presten servicios públicos deberán incorporar sistemas de medición de satisfacción de las personas usuarias y consumidoras, y poner en práctica sistemas de atención y reparación.

El Estado responderá civilmente por los daños y perjuicios causados a las personas por negligencia y descuido en la atención de los servicios públicos que estén a su cargo, y por la carencia de servicios que hayan sido pagados.

Art. 54.- Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore.

Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 55.- Las personas usuarias y consumidoras podrán constituir asociaciones que promuevan la información y educación sobre sus derechos, y las representen y defiendan ante las autoridades judiciales o administrativas. (Ecuador, 2012)

Ley del sistema Ecuatoriano de la calidad

TÍTULO I

Objetivo y ámbito de aplicación

Art. 1.- Esta Ley tiene como objetivo establecer el marco jurídico del sistema ecuatoriano de la calidad, destinado a: i) regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en ésta materia; ii) garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana.

Art. 2.- Se establecen como principios del sistema ecuatoriano de la calidad, los siguientes:

1. Equidad o trato nacional.- Igualdad de condiciones para la transacción de bienes y servicios producidos en el país e importados;
2. Equivalencia.- La posibilidad de reconocimiento de reglamentos técnicos de otros países, de conformidad con prácticas y procedimientos internacionales, siempre y cuando sean convenientes para el país;
3. Participación.- Garantizar la participación de todos los sectores en el desarrollo y promoción de la calidad;
4. Excelencia.- Es obligación de las autoridades gubernamentales propiciar estándares de calidad, eficiencia técnica, eficacia, productividad y responsabilidad social; y,
5. Información.- Responsabilidad de las entidades que conforman el sistema ecuatoriano de la calidad en la difusión permanente de sus actividades.

Art. 3.- Declárase política de Estado la demostración y la promoción de la calidad, en los ámbitos público y privado, como un factor fundamental y prioritario de la productividad, competitividad y del desarrollo nacional.

Art. 4.- Son objetivos de la presente Ley:

- a) Regular el funcionamiento del sistema ecuatoriano de la calidad;
- b) Coordinar la participación de la administración pública en las actividades de evaluación de la conformidad

- c) Establecer los mecanismos e incentivos para la promoción de la calidad en la sociedad ecuatoriana;
- d) Establecer los requisitos y los procedimientos para la elaboración, adopción y aplicación de normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad;
- e) Garantizar que las normas, reglamentos técnicos y los procedimientos para la evaluación de la conformidad se adecuen a los convenios y tratados internacionales de los que el país es signatario;
- f) Garantizar seguridad, confianza y equidad en las relaciones de mercado en la comercialización de bienes y servicios, nacionales o importados; y,
- g) Organizar y definir las responsabilidades institucionales que correspondan para la correcta y oportuna notificación e información interna y externa de las normas, los reglamentos técnicos y los procedimientos de evaluación de la conformidad.

Art. 5.- Las disposiciones de la presente Ley, se aplicarán a todos los bienes y servicios, nacionales o extranjeros que se produzcan, importen y comercialicen en el país, según corresponda, a las actividades de evaluación de la conformidad y a los mecanismos que aseguran la calidad así como su promoción y difusión.

Art. 6.- Para los efectos de la presente Ley, se reconocen las definiciones que constan en las normas INEN ISO 17000, la Guía INEN ISO/IEC 2, el Vocabulario Internacional de Metrología VIM; y, las definiciones que constan en el Acuerdo de Barreras Técnicas al Comercio - OTC de la Organización Mundial de Comercio - OMC. (CALIDAD, 2010)

Red de Categorías

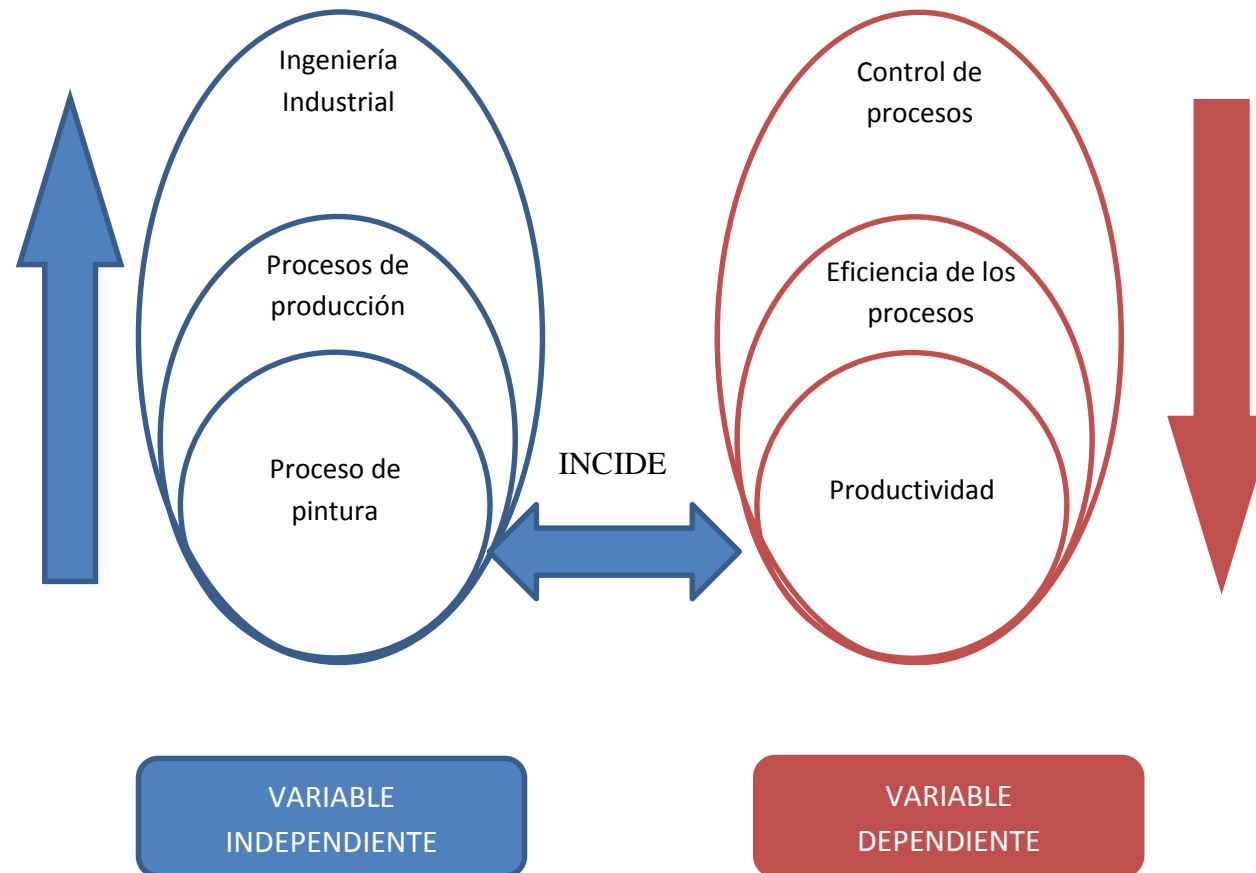


Figura N° 8: Red de categorías
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

Variable Independiente



Figura N° 9: Constelación de Ideas Variable Independiente

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Variable Dependiente

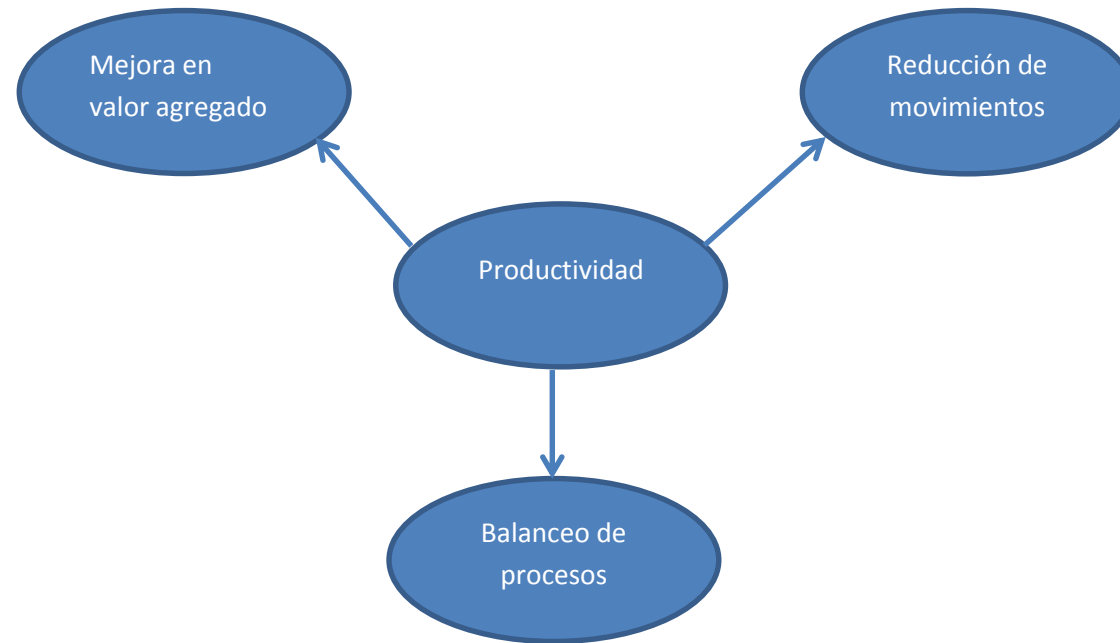


Figura N° 10: Constelación de Ideas Variable Dependiente
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

Marco Conceptual

Proceso de pintura. Los procesos para que el vehículo quede perfecto estéticamente y evitar corrosión son los siguientes:

- Preparar la carrocería para evitar contaminaciones.
- Se coloca una primera capa que constituye la principal protección anticorrosiva de la carrocería, esta capa se denomina ELPO donde se sumerge la carrocería en varias tinas de tratamientos químicos sucesivos.
- Se aplican las distintas manos de pintura, la de fondo nivelador, la de color base y el barniz. Posterior a cada etapa de este proceso, la carrocería pasa por un curado de hornos a altas temperaturas. (OBB, 2015)

Proceso de producción. Es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo último es la satisfacción de la demanda.

Los factores de producción son trabajo, recursos y capital que aplicados a la fabricación se podrían resumir en una combinación de esfuerzo, materia prima e infraestructura. (Chain, 2014)

Ingeniería Industrial. Se ocupa de la optimización de uso de recursos humanos, técnicos e informativos, así como el manejo y gestión óptimos de los sistemas de transformación de bienes y servicios, evaluación de sistemas integrados aplicados en campos de personal, riqueza, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos, con la finalidad de obtener

productos de alta calidad o servicios útiles que satisfagan a la sociedad y con alta consideración al medio ambiente. Utiliza los principios, métodos del análisis, síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, evaluar, predecir y mejorar los resultados obtenidos de tales sistemas. Emplea conocimientos y métodos de otras ciencias y técnicas para determinar, diseñar, especificar, analizar, implementar y mejorar continuamente los sistemas. (Wikipedia, 2013)

Identificación de desperdicios. La identificación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de Lean. Desde la perspectiva de este sistema un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio. Dentro del concepto de Lean se identifican siete tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. (Ortega, 2008)

1. Sobreproducción
2. Transporte
3. Tiempo de espera
4. Procesos inapropiados
5. Exceso de inventarios
6. Defectos
7. Movimientos Innecesarios

Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos. Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe

propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios. La eliminación de desperdicios presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, adaptando a la empresa a nuevos cambios en el entorno.

Mejora continua de los procesos. La mejora continua de la capacidad y resultados, debe ser el objetivo permanente de la organización. Para ello se utiliza un ciclo PHVA, el cual se basa en el principio de mejora continua de la gestión de la calidad. Ésta es una de las bases que inspiran la filosofía de la gestión excelente. (P., 2016)

"Mejora mañana lo que puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días"

La base del modelo de mejora continua es la autoevaluación. En ella detectan puntos fuertes, que hay que tratar de mantener y áreas de mejora, cuyo objetivo deberá ser un proyecto de mejora. El ciclo PHVA de mejora continua se basa en:

PLANIFICAR

- Organización lógica del trabajo
- Identificación del problema y planificación.
- Observaciones y análisis.
- Establecimiento de objetivos a alcanzar.
- Establecimiento de indicadores de control.

HACER

- Correcta realización de las tareas planificadas
- Preparación exhaustiva y sistemática de lo previsto.
- Aplicación controlada del plan.
- Verificación de la aplicación.

VERIFICAR

- Comprobación de los logros obtenidos
- Verificación de los resultados de las acciones realizadas.
- Comparación con los objetivos.

ACTUAR

- Posibilidad de aprovechar y extender aprendizajes y experiencias adquiridas en otros casos
- Analizar los datos obtenidos.
- Proponer alternativa de mejora.
- Estandarización y consolidación.
- Preparación de la siguiente etapa del plan.

Diseño del puesto de trabajo. Un diseño adecuado del puesto de trabajo que tenga en cuenta los factores tecnológicos, económicos y humanos, es sin duda fundamental para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores e eficiencia de los procesos, teniendo efectos positivos en el trabajo y el bienestar de las personas. Por el contrario, un diseño inadecuado, puede conllevar la aparición de

riesgos para la salud y la seguridad y provocar efectos negativos en la productividad de la empresa. Un diseño correcto de los puestos de trabajo supone un enfoque global en el que se han de tener en cuenta muchos y muy variados factores entre los que cabría destacar los espacios, las condiciones ambientales, los distintos elementos o componentes requeridos para realizar la tarea (y sus relaciones), las propias características de la tarea a realizar, la organización del trabajo y, por supuesto, como factor fundamental, las personas involucradas. (Prado, 2014)

Métodos de medición del trabajo. La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. El ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado. (López, INGENIERIA INDUSTRIALONLINE.COM)

Control de procesos. El objeto de todo proceso industrial es la obtención de un producto final, de unas características determinadas de forma que cumpla con las especificaciones y niveles de calidad exigidos. La misión del sistema de control de proceso es corregir las desviaciones surgidas en las variables de

proceso respecto de unos valores determinados, que se consideran óptimos para conseguir las propiedades requeridas en el producto producido. (BIO, 2017)

Eficiencia de los procesos. Los procesos describen la forma como una organización lleva adelante sus negocios, y como toma sus decisiones; tener procesos eficientes es la mejor garantía de que una empresa trabaja eficientemente. La relación que existe entre el éxito de la empresa y lo que debe hacer producción, suele percibirse casi exclusivamente, como la habilidad de producción para obtener una productividad muy alta y unos costos muy bajos. (innovando.net, 2012)

Productividad. La productividad es el indicador que mide el desempeño del área, representado por el volumen final y las horas pagas para la producción de un vehículo, la fórmula que se utiliza es la siguiente.

$$\text{Horas por Vehículo (HPU)} = \text{HorasPagas/Volumen}$$

Las dos variables que inciden en la productividad se desglosan de la siguiente manera

Horas Pagas (Insumos por vehículo)

- Humanos
- Materiales
- Energía

Volumen

- Producción diaria de vehículos

Los indicadores que afectan directamente a la productividad en los subprocesos de pintura son:

- Overspeed (Sobre velocidad)
- Sigma CT (Eficiencia de la operación)
- Valor agregado

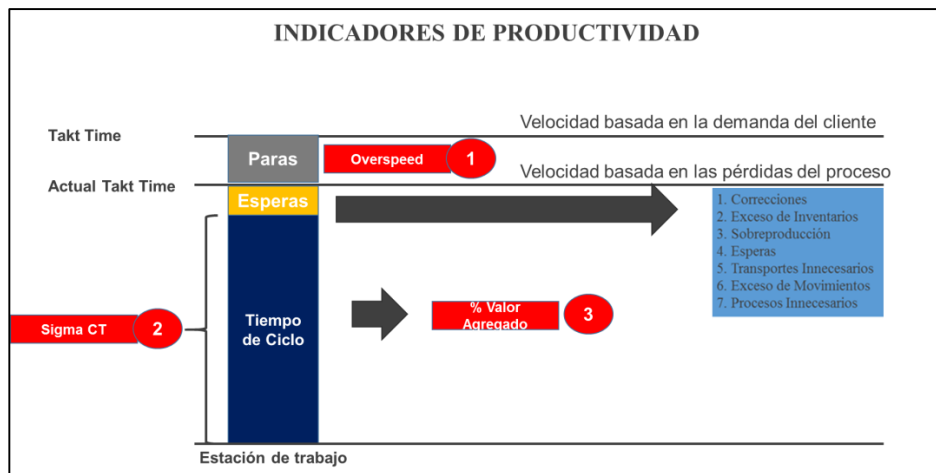


Figura N° 11: Indicadores de productividad

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Reducción tiempos de caminar. Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, los movimientos para llevar a cabo una tarea determinada. Este estudio en efecto tiene por objeto en las empresas determinar tiempos y movimientos tipo para fijar el volumen de trabajo por cada puesto. Los procedimientos empleados repercuten, pues en los ingresos de trabajadores, y no solo en la productividad y

en los beneficios de la empresa. El estudio de tiempos y movimientos no es una ciencia exacta, aunque se han hecho y se continúan haciendo investigaciones para darle base científica. (mayte001_2002, 2005)

Balanceo de los procesos. El balanceo de procesos es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. (López, INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM)

Mejora en valor agregado. Adición neta de valor que se incorpora a las materias primas o bienes intermedios en las distintas etapas del proceso productivo, hasta que ellos se convierten en Bienes De Consumo final. El valor agregado se obtiene restando del Valor bruto todos los Costos de los Bienes intermedios que forman parte del Producto final, con lo que el valor agregado se expresa como el precio de Mercado de dichos Bienes finales, igualando a la suma de las remuneraciones de todos los Factores Productivos. (eco-finanzas)

Hipótesis

El proceso de pintura incide en la productividad de una planta ensambladora de vehículos.

Señalamiento de variables

Variable Independiente

- Proceso de pintura

Variable Dependiente

- Productividad

Definición de términos técnicos

Demanda: Unidades diarias a producir según requerimientos del mercado

Tiempo de elemento: Tiempo de la actividad que realiza el operador con valor agregado

Tiempo de ciclo: Tiempo total que realiza el operador con lo que agrega y no agrega valor

TDO: Tiempo disponible

Takt Time: Tiempo Ideal de operación

Up Time: Disponibilidad Operacional

Down Time: Tiempo fuera de línea

Actual Takt Time: Tiempo real de operación

Overspeed: Sobre velocidad

V.A.: Valor agregado

Sigma CT: Eficiencia de operación

HPU: Horas-hombre por unidad

Blocked: Es el porcentaje de la condición en la cual una estación está operable, pero ha dejado de producir porque no puede transferir su unidad terminada a la siguiente estación.

Starving: Es el porcentaje de la condición en la cual la estación está operable, pero ha dejado de producir porque no está recibiendo piezas de la estación anterior.

Gross Speed: Velocidad neta

Target: Objetivos unidades por hora

Stand Alone Availability: Disponibilidad independiente

MCBF: Número de ciclos promedio entre fallas

MTBF: Tiempo promedio entre fallas

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la modalidad

La investigación está orientada por el enfoque cualitativo y cuantitativo, porque se analizó detenidamente los procesos productivos del área de pintura.

Definición de investigación cualitativa

El enfoque cualitativo de la presente tesis será en estudiar las características de los procesos productivos observando las demoras que se originan por los diferentes problemas ocasionando pérdidas en el volumen de producción.

Definición de investigación cuantitativa

El enfoque cuantitativo de la presente tesis será en tomar los datos de paras originados en los procesos productivos para realizar el estudio de restricciones y encontrar el cuello de botella y capacidad restringida y saber la pérdida de producción real en cada proceso productivo.

Modalidad de la investigación

Bibliográfica: En la presente investigación se analizó la información escrita sobre un determinado problema, con el propósito de adquirir conocimiento respecto al problema en estudio, verificando documentos tales como: libros, tesis de grado, internet. La investigación se aplicó referente al Marco Teórico y ayudo a recolectar información científica con un enfoque general sobre la investigación realizada

De campo: La presente investigación será de campo ya que para determinar el problema en el proceso productivo se deberá tomar tiempos reales de paro de los diferentes procesos para poder determinar en qué proceso hay más pérdida de producción.

Niveles de la investigación

Exploratoria: En esta fase de investigación se pretende dar una visión general de los problemas que causan pérdidas de producción en los procesos productivos, aumentando el grado de familiaridad con los problemas obteniendo información.

Descriptiva: La presente investigación se realiza un estudio descriptivo de enfoque cuantitativo ya que se recolectará datos de paras del proceso y pérdidas de producción en los procesos productivos realizando un análisis y medición de los mismos.

Operacionalización de la Variable Independiente

Tabla N° 1: Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Proceso productivo del área pintura</p> <p>El proceso de pintura de un vehículo cumple con la función de protegerlo contra la corrosión y de dar el aspecto estético final aplicando diversos productos de pintura que aseguran el cumplimiento de estas dos funciones.</p>	<p>Tiempo en línea (UPTIME)</p> <p>Tiempo fuera de línea (DOWNTIME)</p> <p>Demanda cliente (Unidades a producir)</p>	<p>UP TIME= (Tiempo disponible para demanda - Minutos de Paras)/ Tiempo disponible para demanda</p> <p>DOWNTIME= 100% - UPTIME</p> <p>Volúmenes de producción mensual</p>	<p>¿El tiempo disponible calculado en los procesos productivos de pintura son los correctos?</p> <p>¿Cuáles son los principales factores que causan demoras en las operaciones de procesos productivos de pintura?</p> <p>¿Cuáles son los principales factores que causan demoras en las operaciones de procesos productivos?</p>	<p>Registro de toma de tiempos paras en base Excel</p> <p>Layout planta</p> <p>Hoja de tiempos en proceso de pintura</p> <p>Registro producción diaria en base Excel</p>

Fuente: Investigación de Campo Elaborado por: El investigador

Operacionalización de la Variable Dependiente

Tabla N° 2: Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Productividad:</p> <p>Es el gerenciamiento de procesos que convierten inputs en outputs con efectividad y eficiencia</p>	<p>Sobre velocidad (Overspeed)</p> <p>Sigma CT (Eficiencia de la operación)</p> <p>Valor Agregado</p>	<p>$OS = \frac{\text{Tiempo Ideal Operación} - \text{Tiempo Real Operación}}{\text{Tiempo Real Operación}}$</p> <p>$CT = \frac{\text{Suma tiempos de ciclo}}{\text{tiempo Real Operación}} * \text{número de estaciones de trabajo}$</p> <p>$VA = \frac{\text{Trabajo que agrega valor}}{\text{Suma tiempos de ciclo}}$</p>	<p>¿Considera que el porcentaje de aceleración de la línea es la correcta?</p> <p>¿Considera que el proceso de pintura puede ser más eficiente?</p> <p>¿Considera que las demoras ocurridas en el área de pintura son por la falta de eliminación de desperdicios ocultos en el proceso productivo?</p>	<p>Hoja de tiempos en proceso de pintura</p> <p>Observación de los procesos</p>

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Plan de recolección de la información

Tabla N° 3: Preguntas Básicas

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación.
2. ¿Personas u objetos?	Del área de pintura de una ensambladora de vehículos, así como del personal operativo de la misma.
3. ¿Sobre qué aspectos?	Procesos de aplicación pintura
4. ¿Quién, quiénes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	Enero 2017 – Mayo 2017
6. ¿Dónde?	En una planta ensambladora de vehículos de la ciudad de Quito en el área de aplicación pintura.
7. ¿Cuántas veces?	Las veces que sean necesaria para obtener la suficiente información en la investigación
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Levantamiento de tiempos de para en los procesos. Flujograma del proceso
9. ¿Con qué?	Base Excel toma de tiempos de paras Trabajo estandarizado de los procesos Base Excel de pared balanceo cargas de trabajo Base Excel de análisis capacidad restringida
10. ¿En qué situación?	En la plena ejecución del trabajo bajo los lineamientos de la empresa

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

Población y Muestra

Población

En la obtención de información, que sirve de base para comparar los resultados obtenidos de la presente investigación, los datos tomados son registros históricos de Enero a Mayo del 2017 de la empresa GM-OBB.

Estos datos representan 7 subprocesos productivos del área de pintura en el cual se registra los siguientes datos:

- Subproceso: Responsable de la inactividad del sistema productivo.
- Tiempo perdido: Es el tiempo de inactividad producido por algún error, este puede ser por la máquina, el método de trabajo, mano de obra, medio ambiente y la materia prima.
- Tiempo requerido por unidad: Es el tiempo real que emplea el operador en realizar la operación.
- Unidades pérdidas: de producción provocadas por paras de línea de producción.

Tabla N° 4: Unidades perdidas por subproceso

SUBPROCESO	TIEMPO PERDIDO (MIN)	TIEMPO REQUERIDO POR UNIDAD (MIN)	UNIDADES PERDIDAS
ELPO	2091.9	4.35	480.9
LIJADO ELPO	5688.9	3.62	1573.0
PRIMER	4840.9	3.40	1423.8
ESMALTE	5094.5	3.35	1520.8
PLÁSTICOS	254.1	3.05	83.3
ENVIO PASAJEROS	2221.0	3.47	640.7
ENVIO COMERCIALES	976.4	4.72	207.0
TOTAL	21167.6	-	5929.4

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De los datos históricos a analizarse, la información que se necesita obtener de los registros de paras son los siguientes:

- Subproceso
- Tiempo perdido
- Responsable
- Causa
- Estado (Blocked-Starving-Internal)

- Fecha
- Unidades perdidas

Además se requiere los datos de la hoja de tiempos de los procesos productivos que son:

- Demanda unidades
- Tiempo ideal de la operación (Takt Time)
- Minutos paras diarias
- Disponibilidad operacional (Up time)
- Tiempo real de operación (Actual takt Time)
- Tiempo de inactividad (Down Time)
- Sobre velocidad (Overspeed)
- Producción real diaria

Muestra

Para la presente investigación se obtiene la muestra aplicando la herramienta de Diagrama de Pareto identificando el 20% de las causas que generan el 80% de las pérdidas que se registran en el periodo de Enero a Mayo del 2017, los mismos que representan 15624 minutos de paras con una pérdida de 4541 unidades de producción.

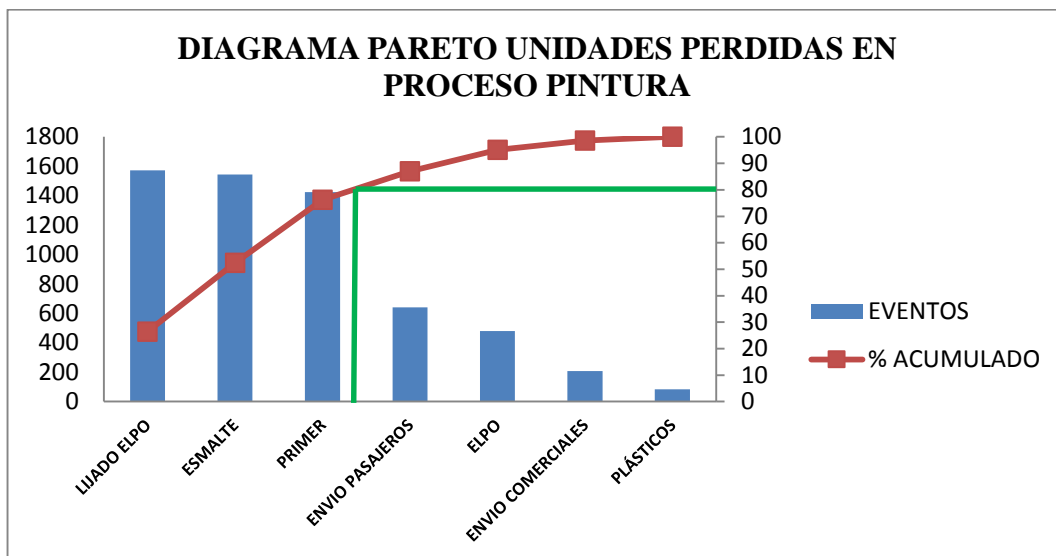


Figura N° 12: Diagrama Pareto unidades perdidas

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El análisis de Pareto identifica tres procesos con más registros de paras y pérdidas de producción en el área de pintura, por lo cual la presente investigación analizara las causas registradas para las posibles soluciones.

Aplicación de instrumentos de recolección de la investigación

En la presente investigación se realizó la recolección de datos de la muestra a estudiar mediante observación directa en el área de pintura, se tomó la base de Excel donde se registran las paras y pérdidas de producción de los procesos de lijado elpo, primer y esmalte calculado con la hoja de tiempos de cada proceso. Los datos que se obtendrá por cada proceso en estudio son:

- Unidades perdidas por responsable
- Unidades perdidas por causa
- Unidades perdidas por estado (Blocked-Starving-Internal)

Estos datos se obtienen del registro diario de paras del proceso de pintura, los cuales son manejados por el área de Ingeniería Industrial de la planta pintura, en el cual se registra el área, tiempo perdido, responsable, causa, estado, unidades perdidas y fecha de las paras generadas por cualquier inconveniente que se presente en el proceso.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la presente investigación los datos recopilados necesarios son tomados de la “Base de Paras del Área Aplicación Pintura”, donde se registra la información de minutos perdidos, responsable, causa, estado y perdida de unidades en los procesos analizados mediante el cálculo con la hoja de tiempos de cada proceso, los datos analizados son del periodo de Enero a Mayo del 2017.

El tiempo calculado que se realiza en los procesos productivos del área pintura parten de un análisis que se denomina Gerenciamiento por Takt Time que es un sistema que regula y nivela el volumen de producción para atender la demanda de ventas, el resultado de este análisis se obtiene la hoja de tiempos de cada subproceso (Ver anexo 1) que permite visualizar fácilmente la eficiencia de cada subproceso.

Posteriormente estos datos son analizados para identificar el cuello de botella, explotar el cuello de botella, subordinar el sistema y poder elevar la restricción, lo cual se requiere calcular la velocidad neta (Gross Speed), objetivo unidades por hora (Target), actual unidades por hora, porcentaje de Stand Alone

Availability Throughput (Rendimiento disponibilidad independiente), MTBF (Tiempo promedio entre falla) y MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)

Procesamiento y análisis de la información Gerenciamiento por Takt Time

La información obtenida son registros de paras en el periodo de Enero a Mayo del 2017 de los subprocesos en análisis, estos registros contienen la siguiente información:

- Minutos de para
- Cantidad de unidades perdidas
- Causas de la para registrada
- Responsable de la para registrada
- Estado (Blocked-Starving-Internal)

Estos datos son registrados diariamente en cada subproceso en una base de Excel dando trazabilidad a los problemas, obteniendo la información necesaria para realizar los análisis necesarios y poder encontrar el cuello de botella (Ver anexo 2).

Una vez obtenida la información necesaria se aplica el procedimiento de “ANÁLISIS DEL MÉTODO DE MEJORA CONTINUA TOC EN PROCESOS PRODUCTIVOS DE UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS” (Ver anexo4)

Análisis subproceso lijado elpo

El subproceso de lijado elpo según los datos registrados tiene 5689 minutos de para con 1573 unidades perdidas partiendo de esta ineficiencia se obtiene los siguientes datos.

- Tiempo disponible (TDO)

Paras Programadas:

5 min de seguridad

15 min de refrigerio

TDO= Tiempo programado real - \sum (paras programadas)

TDO = 480 min al día - \sum (5min – 15min) = 460minutos

El tiempo total disponible al día es de 460 minutos, excluyendo paras programadas en el subproceso lijado elpo.

- Tiempo ideal (Takt Time)

Demanda: 112 unidades/día

Tiempo ideal = Tiempo disponible para producir por turno / demanda

Tiempo ideal = 460 minutos / 112 unidades = 4,10 *minutos* / unidades

Tiempo ideal = 246 segundos

El tiempo ideal que se requiere para producir es de 246 segundos por unidad en el subproceso lijado elpo.

- Disponibilidad operacional (Up Time)

Disponibilidad operacional = $\frac{\text{Tiempo disponible de operación (min)} - \sum \text{Paras no programadas (min)}}{\text{Tiempo disponible de operación (min)}}$

Tabla N° 5: Cálculo disponibilidad operacional subproceso lijado elpo

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Disponibilidad operacional
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	925	89.56
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	903	90.49
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1424	87.64
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1205	88.37
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1231	88.25
						50720	5689	88.78

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

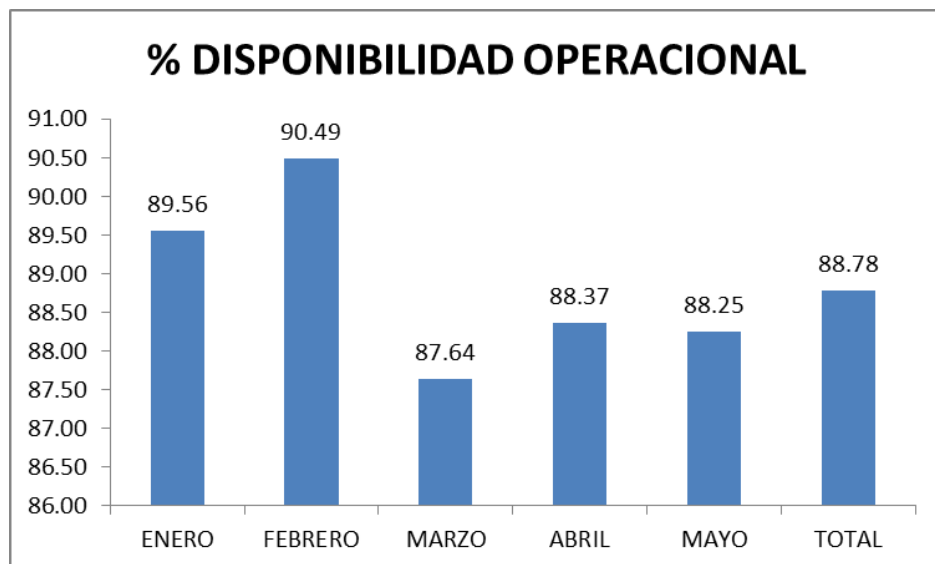


Figura N° 13: Disponibilidad operacional subproceso lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

El tiempo programado efectivo expresado en % que es empleado para producir las unidades en el subproceso de lijado elpo es de 88.78%.

- Tiempo fuera de línea (Down Time)

Tiempo fuera de línea = \sum Paras no programadas (min) / Tiempo disponible de operación (min)

Tabla N° 6: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso lijado elpo

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Tiempo fuera de línea
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	925	10.44
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	903	9.51
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1424	12.36
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1205	11.63
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1231	11.75
						50720	5689	11.22

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

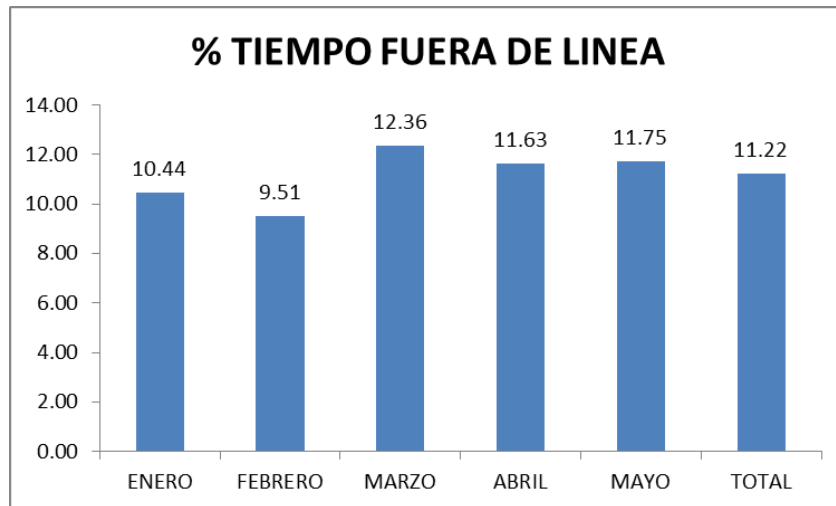


Figura N° 14: Tiempo fuera de línea subproceso lijado elpo
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

El porcentaje de tiempo generado por inactividad del subproceso lijado elpo que se registra en la línea de producción es del 11.22%.

- Tiempo real (Actual Takt Time)

Tiempo real = Tiempo ideal x Disponibilidad operacional

Tiempo real = 246 segundos x 0.8878 = 219segundos

El tiempo real de operación que es la velocidad a la que corre la cadena en el subproceso lijado elpo es de 219 segundos.

- Sobre velocidad (Overspeed)

Sobre velocidad = (Tiempo ideal – Tiempo real) / Tiempo real

Sobre velocidad = (246 segundos - 219 segundos) / 219 segundos = 12.3%

El porcentaje de aceleración de la línea con la finalidad de cumplir con la demanda del cliente, tomando en cuenta paros no programados de línea en el subproceso lijado elpo es del 12.6%. Es la brecha entre el tiempo ideal y el tiempo real.

- Pared de balanceo subproceso lijado elpo

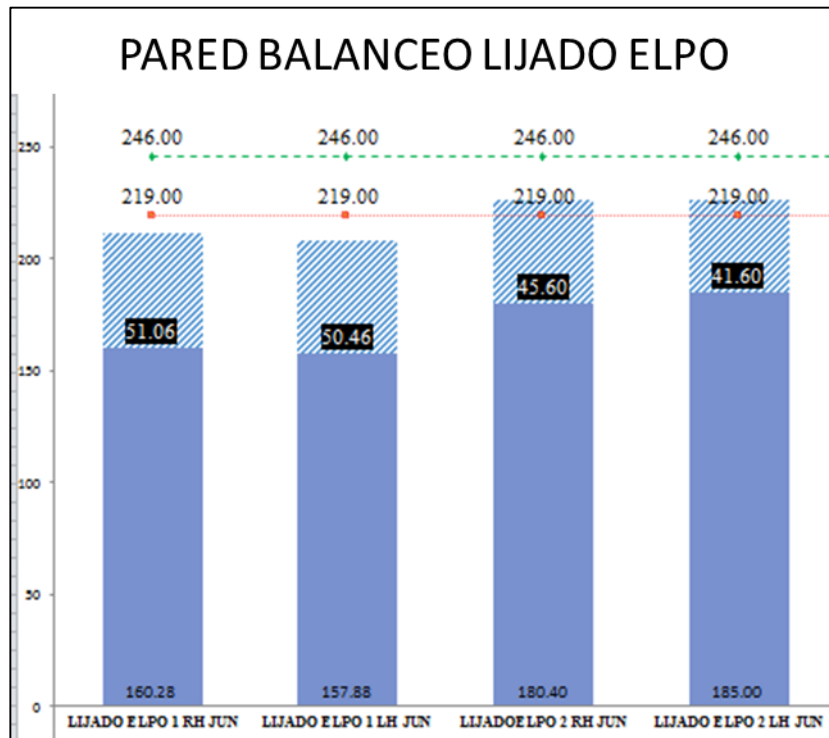


Figura N° 15: Pared de balanceo subproceso lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El balanceo de las cargas de trabajo con respecto al tiempo real en el subproceso de lijado elpo se evidencia que las actividades de lijado elpo 2 RH y lijado elpo 2 LH están fuera del tiempo real de operación provocando retrasos en la operación.

- Valor agregado

$$\% \text{ Valor agregado} = \frac{\sum \text{ tiempo de elemento}}{\sum \text{ tiempo de ciclo}}$$

$$\% \text{ Valor agregado} = 683.6 / 872.3 = 78.37\%$$

El porcentaje del tiempo que le toma al operador realizar operaciones con valor agregado respecto del tiempo de ciclo en el subproceso lijado elpo es del 78.37%.

- Eficiencia de operación (Sigma CT)

Eficiencia de operación = \sum tiempo de ciclo / tiempo real * número de operaciones

$$\text{Eficiencia de operación} = 872.3 / 219 * 4 = 99.6\%$$

La eficiencia del subproceso con respecto al tiempo real es del 99.6%

- Productividad

Nº personas lijado elpo = 4 personas

Productividad = Nº de personas x horas trabajadas / volumen de producción

Tabla N° 7: Cálculo productividad subproceso lijado elpo

MES	VOLUMEN PRODUCCIÓN MENSUAL	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	HORAS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	Nº PERSONAS	PRODUCTIVIDAD (HPU)	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO
ENERO	2182	19	460	146	2	148	4	0.27	0.27
FEBRERO	2364	20	460	153	5	158	4	0.27	
MARZO	2776	24	460	184	8	192	4	0.28	
ABRIL	2518	22	460	169	4	173	4	0.27	
MAYO	2543	22	460	169	6	175	4	0.27	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el subproceso de lijado elpo tiene una demanda de 112 unidades con una disponibilidad operacional de

88.78% y su tiempo fuera de línea es de 11.22%, la velocidad ideal de operación es de 246 segundos procesando 14,6 unidades por hora y la velocidad real de operación es 219 segundos procesando 16.5 unidades por hora dando una sobre velocidad del 12.6% con un Sigma CT del 99.6% y un valor agregado de 78.37% estos indicadores afectan directamente a la productividad con 0.27 HPU, dando una mejor visualización de los desperdicios en el subproceso en análisis en la siguiente figura.

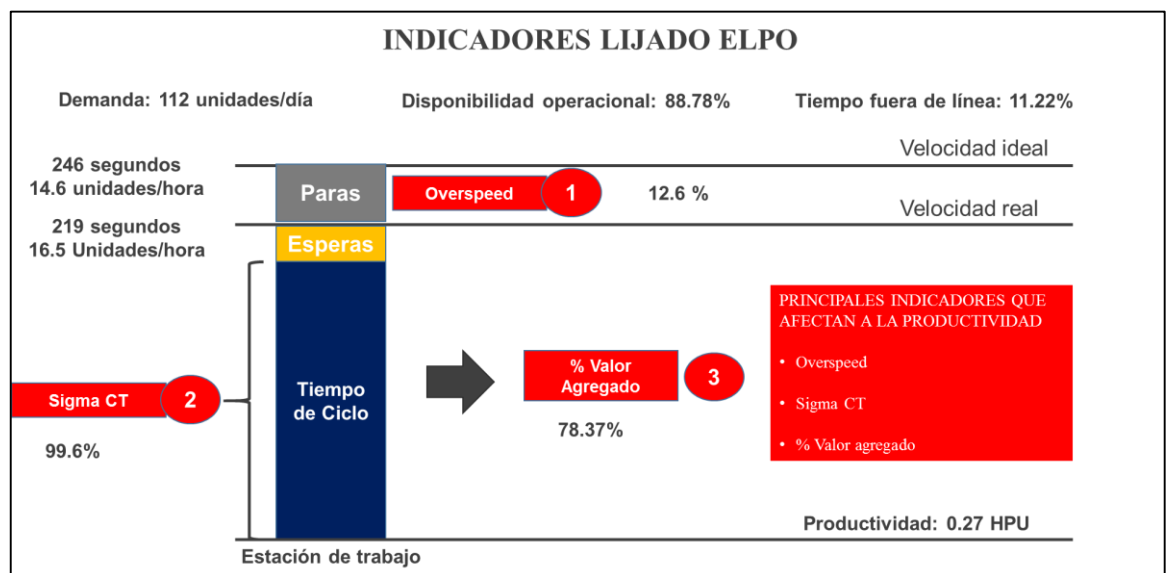


Figura N° 16: Indicadores subproceso lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Análisis subproceso primer

El subproceso de primer según los datos registrados tiene 4841 minutos de para con 1424 unidades perdidas partiendo de esta ineficiencia se obtiene los siguientes datos.

- Tiempo disponible (TDO)

Paras Programadas:

5 min de seguridad

15 min de refrigerio

30 minutos de cierre turno cabinas

TDO= Tiempo programado real - \sum (paras programadas)

TDO = 480 min al día - \sum (5min - 15min - 30) = 430minutos

El tiempo total disponible al día es de 430 minutos, excluyendo paras programadas en el subproceso primer.

- Tiempo ideal (Takt Time)

Demanda: 112 unidades/día

Tiempo ideal = Tiempo disponible para producir por turno / demanda

Tiempo ideal = 430 minutos / 112 unidades = 3,84 *minutos* / unidades

Tiempo ideal = 230 segundos

El tiempo ideal que se requiere para producir es de 246 segundos por unidad en el subproceso primer.

- Disponibilidad operacional (Up Time)

Disponibilidad operacional = $\frac{\text{Tiempo disponible de operación (min)} - \sum \text{Paras no programadas (min)}}{\text{Tiempo disponible de operación (min)}}$

Tabla N° 8: Cálculo disponibilidad operacional subproceso primer

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Disponibilidad operacional
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	720	91.87
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	686	92.78
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1208	89.51
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1109	89.30
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1118	89.33
						50720	4841	90.46

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

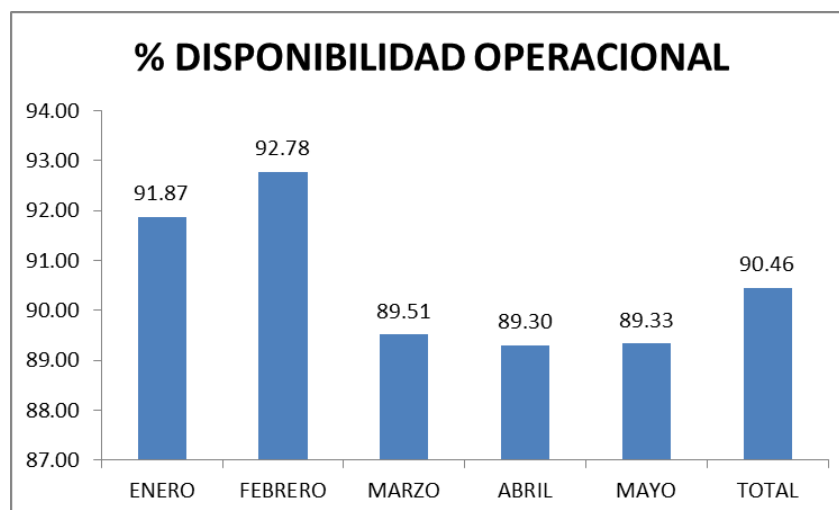


Figura N° 17: Disponibilidad operacional subproceso primer

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

El tiempo programado efectivo expresado en % que es empleado para producir las unidades en el subproceso de primer es de 90.46%.

- Tiempo fuera de línea (Down Time)

Tiempo fuera de línea = \sum Paras no programadas (min) / Tiempo disponible de operación (min)

Tabla N° 9: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso primer

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Tiempo fuera de línea
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	720	8.13
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	686	7.22
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1208	10.49
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1109	10.70
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1118	10.67
						50720	4841	9.54

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

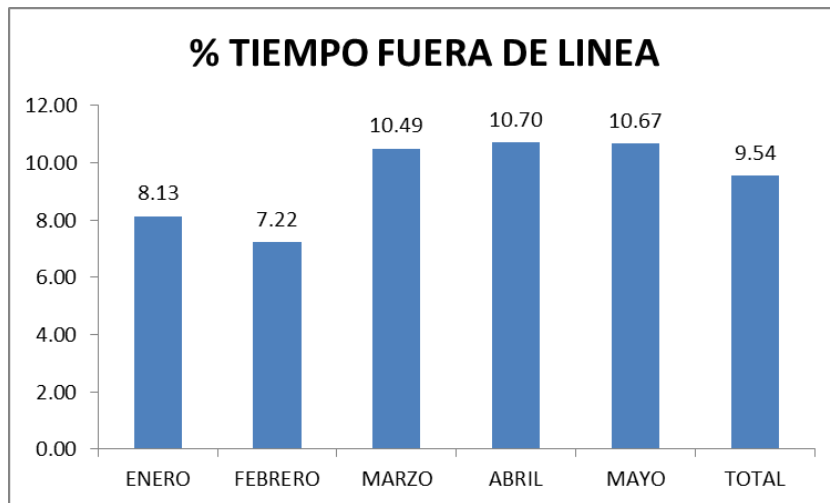


Figura N° 18: Tiempo fuera de línea subproceso primer
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

El porcentaje de tiempo generado por inactividad del subproceso primer que se registra en la línea de producción es del 9.54%.

- Tiempo real (Actual Takt Time)

Tiempo real = Tiempo ideal x Disponibilidad operacional

Tiempo real = 230 segundos x 0.9046 = 208segundos

El tiempo real de operación que es la velocidad a la que corre la cadena en el subproceso de primer es de 208 segundos.

- Sobre velocidad (Overspeed)

Sobre velocidad = (Tiempo ideal – Tiempo real) / Tiempo real

Sobre velocidad = (230 segundos - 208 segundos) / 208 segundos = 10.5%

El porcentaje de aceleración de la línea con la finalidad de cumplir con la demanda del cliente, tomando en cuenta paros no programados de línea en el subproceso primer es del 10.5%. Es la brecha entre el tiempo ideal y el tiempo real.

- Pared de balanceo primer

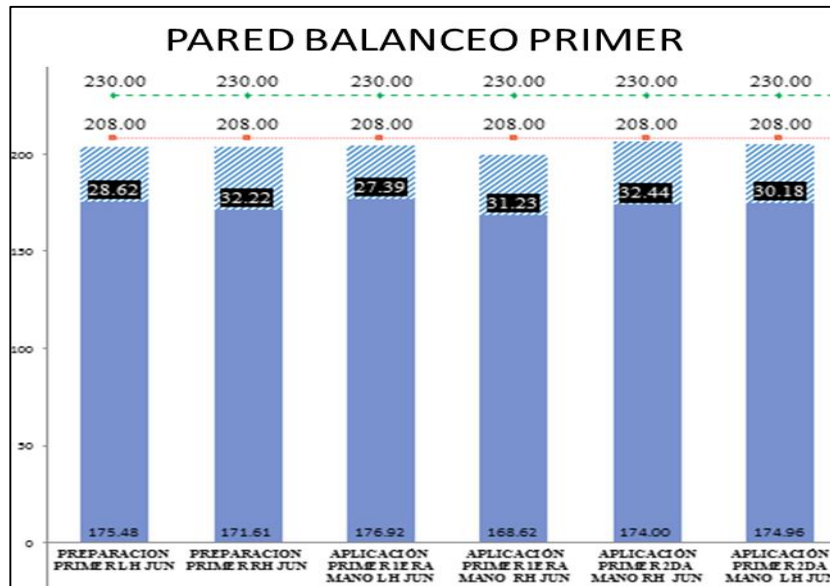


Figura N° 19: Pared de balanceo subproceso primer

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El balanceo de las cargas de trabajo con respecto al tiempo real en el subproceso de primer se evidencia que las actividades de preparación y aplicación están dentro del tiempo real de operación.

- Valor agregado

$$\% \text{ Valor agregado} = \sum \text{ tiempo de elemento} / \sum \text{ tiempo de ciclo}$$

$$\% \text{ Valor agregado} = 1041.6 / 1223.7 = 85.11\%$$

El porcentaje del tiempo que le toma al operador realizar operaciones del subproceso de primer con valor agregado respecto del tiempo de ciclo es del 85.11%.

- Eficiencia de operación (Sigma CT)

Eficiencia de operación = \sum tiempo de ciclo / tiempo real * número de operaciones

$$\text{Eficiencia de operación} = 1223.7 / 208 * 6 = 98.05\%$$

La eficiencia del subproceso de primer con respecto al tiempo real es del 98.05%

- Productividad

N° personas primer = 6 personas

Productividad = N° de personas x horas trabajadas / volumen de producción

Tabla N° 10: Cálculo productividad subproceso primer

MES	VOLUMEN PRODUCCIÓN MENSUAL	DÍAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	HORAS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	N° PERSONAS	PRODUCTIVIDAD (HPU)	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO
ENERO	2347	19	460	146	2	148	6	0.38	0.38
FEBRERO	2541	20	460	153	5	158	6	0.37	
MARZO	2973	24	460	184	8	192	6	0.39	
ABRIL	2667	22	460	169	4	173	6	0.39	
MAYO	2699	22	460	169	6	175	6	0.39	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el subproceso de primer tiene una demanda de 112 unidades con una disponibilidad operacional de 90.46% y su tiempo fuera de línea es de 9.54%, la velocidad ideal de operación es de 230 segundos procesando 15,6 unidades por hora y la velocidad real de operación es 208 segundos procesando 17.3 unidades por hora dando una sobre velocidad del

10.5% con un Sigma CT del 98.05% y un valor agregado de 85.11% estos indicadores afectan directamente a la productividad con 0.38 HPU, dando una mejor visualización de los desperdicios en el subproceso en análisis.

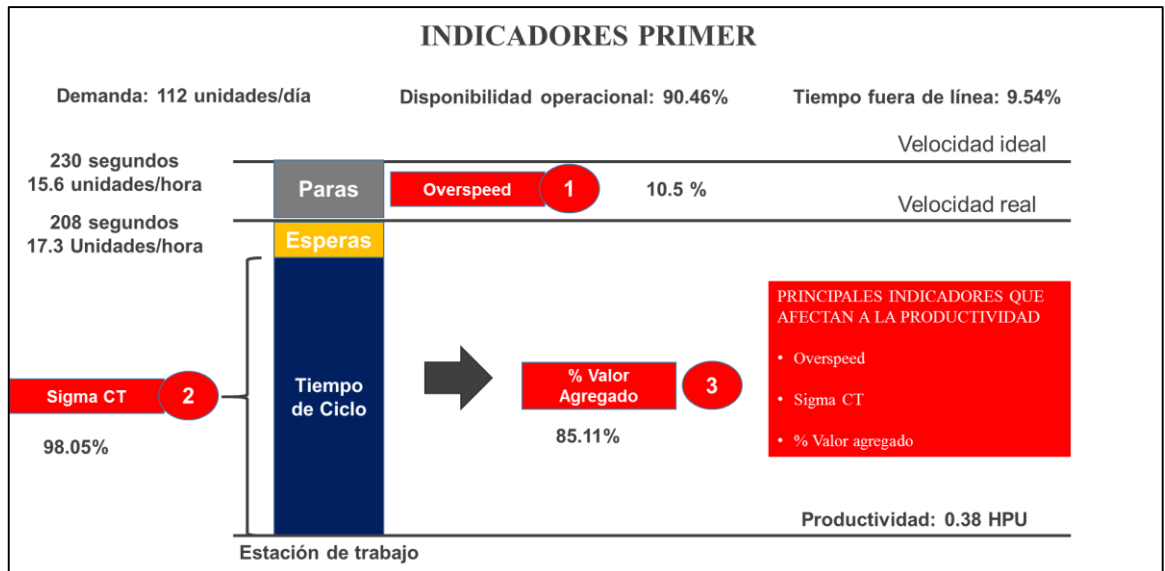


Figura N° 20: Indicadores subproceso primer

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Análisis subproceso esmalte

El subproceso de esmalte según los datos registrados tiene 5095 minutos de para con 1544 unidades perdidas partiendo de esta ineficiencia se obtiene los siguientes datos.

- Tiempo disponible (TDO)

Paras Programadas:

5 min de seguridad

15 min de refrigerio

35 minutos de cierre turno cabinas

TDO= Tiempo programado real - \sum (paras programadas)

TDO = 480 min al día - \sum (5min - 15min - 35 min) = 425 minutos

El tiempo total disponible al día es de 425 minutos, excluyendo paras programadas en el subproceso esmalte.

- Tiempo ideal (Takt Time)

Demanda: 112 unidades/día

Tiempo ideal = Tiempo disponible para producir por turno / demanda

Tiempo ideal = 425 minutos / 112 unidades = 3,79 *minutos* / unidades

Tiempo ideal = 228 segundos

El tiempo ideal que se requiere para producir es de 228 segundos por unidad en el subproceso esmalte.

- Disponibilidad operacional (Up Time)

Disponibilidad operacional = $\frac{\text{Tiempo disponible de operación (min)} - \sum \text{Paras no programadas (min)}}{\text{Tiempo disponible de operación (min)}}$

Tabla N° 11: Cálculo disponibilidad operacional subproceso esmalte

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Disponibilidad operacional
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	771	91.30
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	740	92.22
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1264	89.03
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1163	88.77
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1157	88.96
						50720	5095	89.96

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

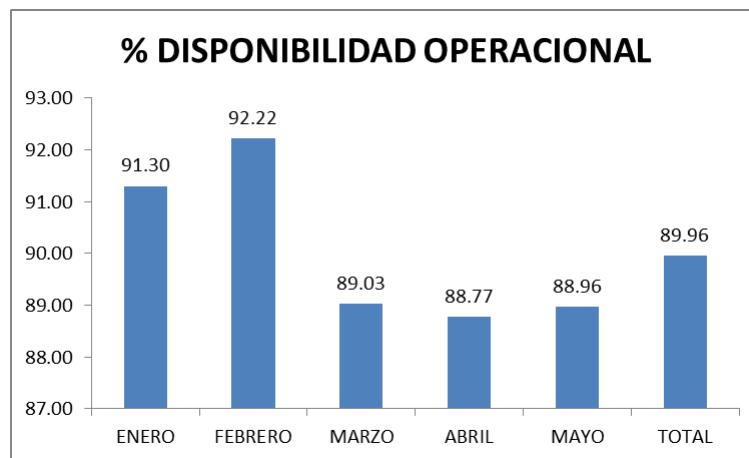


Figura N° 21: Disponibilidad operacional subproceso esmalte

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El tiempo programado efectivo expresado en % que es empleado para producir las unidades en el subproceso esmalte es de 89.96%.

- Tiempo fuera de línea (Down Time)

Tiempo fuera de línea = \sum Paras no programadas (min) / Tiempo disponible de operación (min)

Tabla N° 12: Cálculo tiempo fuera de línea subproceso esmalte

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Tiempo fuera de línea
ENERO	19	460	8740	2	120	8860	771	8.70
FEBRERO	20	460	9200	5	300	9500	740	7.78
MARZO	24	460	11040	8	480	11520	1264	10.97
ABRIL	22	460	10120	4	240	10360	1163	11.23
MAYO	22	460	10120	6	360	10480	1157	11.04
						50720	5095	10.04

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

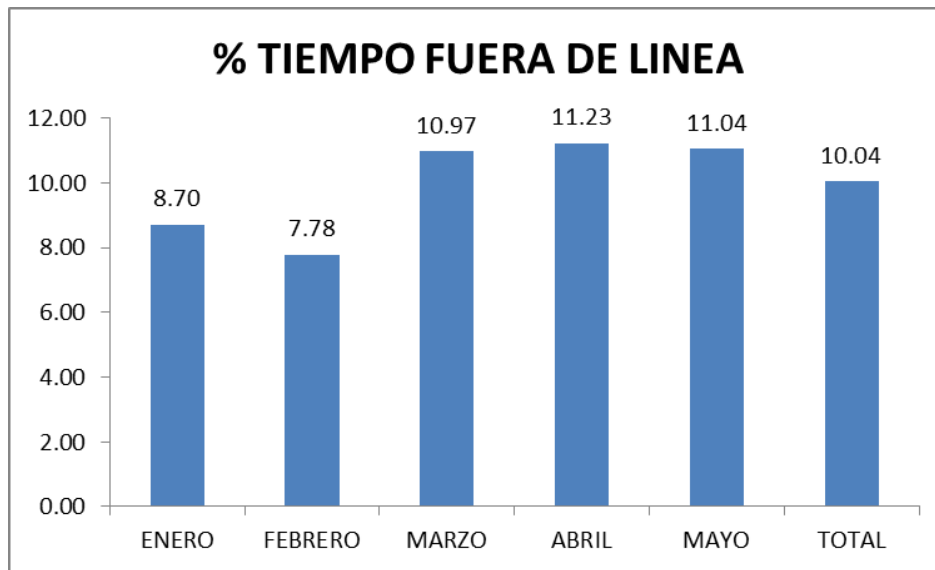


Figura N° 22: Tiempo fuera de línea subproceso esmalte

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

El porcentaje de tiempo generado por inactividad del subproceso esmalte que se registra en la línea de producción es del 10.04%.

- Tiempo real (Actual Takt Time)

Tiempo real = Tiempo ideal x Disponibilidad operacional

Tiempo real = 230 segundos x 0.8996 = 205 segundos

El tiempo real de operación que es la velocidad a la que corre la cadena en el subproceso esmalte es de 219 segundos.

- Sobre velocidad (Overspeed)

Sobre velocidad = (Tiempo ideal – Tiempo real) / Tiempo real

Sobre velocidad = (228 segundos - 205 segundos) / 205 segundos = 11.2%

El porcentaje de aceleración de la línea con la finalidad de cumplir con la demanda del cliente, tomando en cuenta paros no programados de línea en el subproceso esmalte es del 11.2%. Es la brecha entre el tiempo ideal y el tiempo real.

- Pared de balanceo esmalte

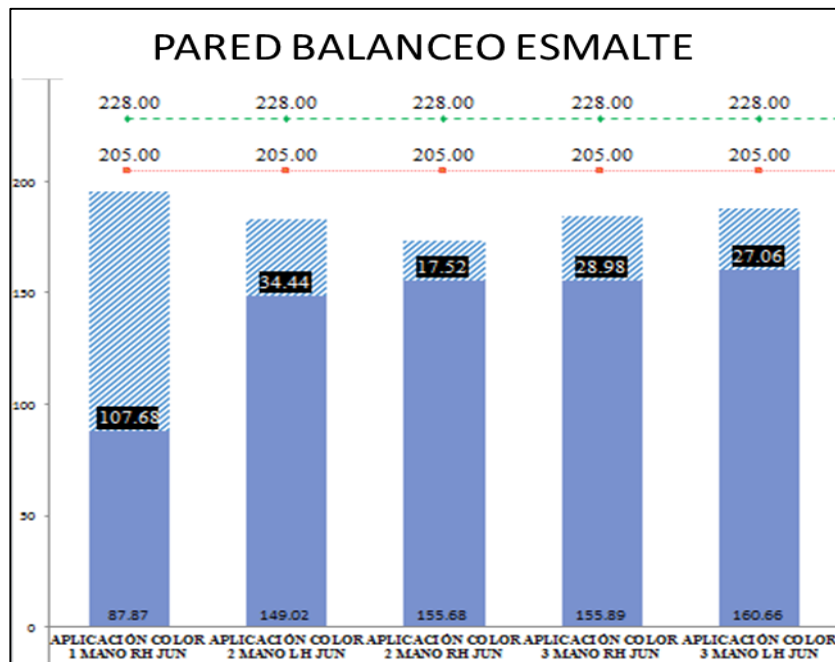


Figura N° 23: Pared de balanceo subproceso esmalte

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El balanceo de las cargas de trabajo con respecto al tiempo real en el subproceso de esmalte se evidencia que las actividades de aplicación están dentro del tiempo real de operación.

- Valor agregado

$\% \text{ Valor agregado} = \sum \text{ tiempo de elemento} / \sum \text{ tiempo de ciclo}$

$\% \text{ Valor agregado} = 709.1 / 924.8 = 76.67\%$

El porcentaje del tiempo que le toma al operador realizar operaciones con valor agregado en el subproceso esmalte con respecto del tiempo de ciclo es del 76.67%.

- Eficiencia de operación (Sigma CT)

$\text{Eficiencia de operación} = \sum \text{ tiempo de ciclo} / \text{ tiempo real} * \text{ número de operaciones}$

$\text{Eficiencia de operación} = 924.8 / 205 * 5 = 90.22\%$

La eficiencia del subproceso esmalte con respecto al tiempo real es del 90.22%

- Productividad

$N^{\circ} \text{ personas primer} = 5 \text{ personas}$

$\text{Productividad} = N^{\circ} \text{ de personas} \times \text{ horas trabajadas} / \text{ volumen de producción}$

Tabla N° 13: Cálculo productividad subproceso esmalte

MES	VOLUMEN PRODUCCIÓN MENSUAL	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	HORAS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	N° PERSONAS	PRODUCTIVIDAD (HPU)	PRODUCTIVIDAD PROMEDIO
ENERO	2373	19	460	146	2	148	5	0.31	0.32
FEBRERO	2570	20	460	153	5	158	5	0.31	
MARZO	3008	24	460	184	8	192	5	0.32	
ABRIL	2698	22	460	169	4	173	5	0.32	
MAYO	2735	22	460	169	6	175	5	0.32	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el subproceso de esmalte tiene una demanda de 112 unidades con una disponibilidad operacional de 89.96% y su tiempo fuera de línea es de 10.04%, la velocidad ideal de operación es de 228 segundos procesando 15,8 unidades por hora y la velocidad real de operación es 205 segundos procesando 17.6 unidades por hora dando una sobre velocidad del 11.2% con un Sigma CT del 90.22% y un valor agregado de 76.7% estos indicadores afectan directamente a la productividad con 0.32 HPU, dando una mejor visualización de los desperdicios en el subproceso en análisis.

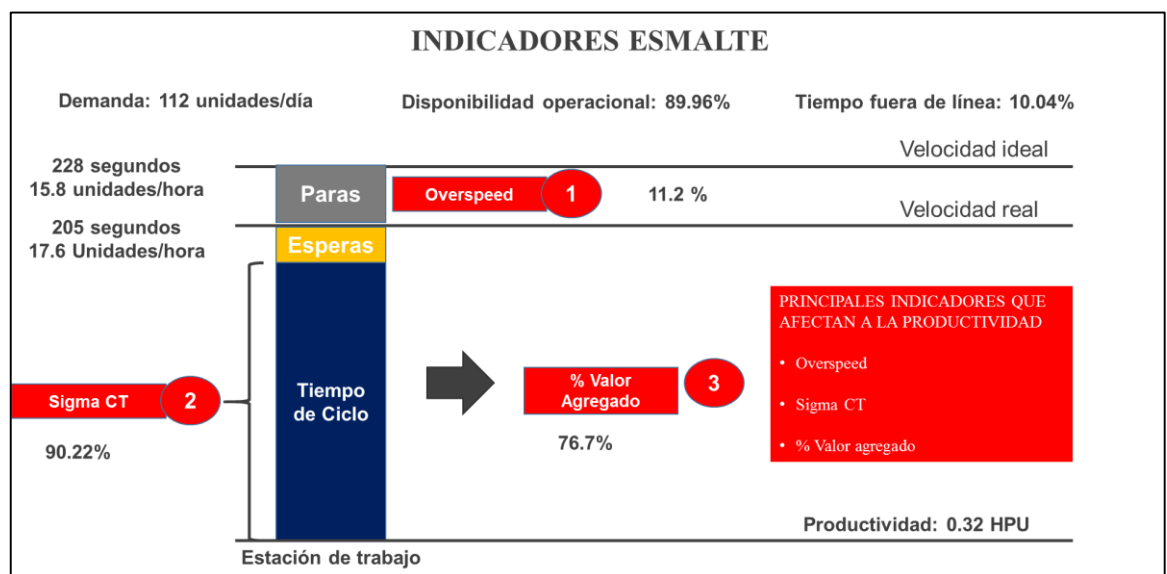


Figura N° 24: Indicadores subproceso esmalte

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Procesamiento y análisis de la información por estado de las paras registradas

Con el resultado de la hoja de control de tiempo real de operación y productividad en los subprocesos de lijado elpo, primer y esmalte se procede analizar el estado de las paras registradas para poder identificar el cuello de botella, el análisis se realiza con los siguientes indicadores:

- Velocidad neta (Gross Speed)
- Objetivo unidades por hora (Target)
- Actual unidades por hora
- Disponibilidad independiente (Stand Alone Availability)
- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)
- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Análisis subproceso elpo

El subproceso de lijado elpo tiene 88.78% de disponibilidad operacional y 11,22% de tiempo fuera de línea, esta ineficiencia se analiza en unidades por hora verificando si el problema es interno, bloqueado o hambriento obteniendo los siguientes datos.

- Velocidad neta

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo real

Velocidad neta = 3600 segundos/hora / 219 segundos = 16.4 unidades por hora

- Objetivo unidades por hora para la demanda

Objetivo unidades por hora = 3600 segundos / 246 segundos = 14.6 unidades por hora

- Actual unidades por hora

Tabla N° 14: Cálculo actual unidades por hora subproceso lijado elpo.

MES	VELOCIDAD NETA (UNIDADES POR HORA)	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	HORAS EXTRAS	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	UNIDADES AL MES CON VELOCIDAD NETA	PARAS/MES (MIN)	PARAS/MES (HORAS)	HORAS DISPONIBLE MENSUAL CON PERDIDA	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	ACTUAL UNIDADES POR HORA	ACTUAL UNIDADES POR HORA (PROMEDIO)
ENERO	16.5	19	7.67	2	148	2437	925	15	132	2182	14.8	14.7
FEBRERO	16.5	20	7.67	5	158	2613	903	15	143	2364	14.9	
MARZO	16.5	24	7.67	8	192	3168	1424	24	168	2776	14.5	
ABRIL	16.5	22	7.67	4	173	2849	1205	20	153	2518	14.6	
MAYO	16.5	22	7.67	6	175	2882	1231	21	154	2543	14.6	

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

- Rendimiento disponibilidad independiente (Stand Alone Availability Throughput)

Rendimiento disponibilidad independiente = Actual unidades / (tiempo disponible – blocked-starving)

Tabla N° 15: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente lijado elpo

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	BLOCKED-STRAVING (MIN)	BLOCKED-STRAVING (HORAS)	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE (PROMEDIO)
ENERO	2182	148	329	5	15.3	15.0
FEBRERO	2364	158	216	4	15.3	
MARZO	2776	192	108	2	14.6	
ABRIL	2518	173	348	6	15.1	
MAYO	2543	175	265	4	14.9	

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)

MCBF = Número de ciclos realizados / Número de fallas de la estación

Tabla N° 16: Cálculo número de ciclos promedio entre falla lijado elpo

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	NUMERO DE FALLAS	MCBF	MCBF (PROMEDIO)
ENERO	2182	36	60.6	35.2
FEBRERO	2364	57	41.5	
MARZO	2776	127	21.9	
ABRIL	2518	87	28.9	
MAYO	2543	111	22.9	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Tiempo de ciclo = 3.6 minutos

MTBF = MCBF * Tiempo de ciclo

MTBF= 35.2 * 3.6 minutos = 126.72 minutos

Análisis subproceso primer

El subproceso de primer tiene 90.46% de disponibilidad operacional y 9,54% de tiempo fuera de línea, esta ineficiencia se analiza en unidades por hora verificando si el problema es interno, bloqueado o hambriento obteniendo los siguientes datos.

- Velocidad neta

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo real

Velocidad neta = 3600 segundos/hora / 208 segundos = 17.3 unidades por hora

- Objetivo unidades por hora para la demanda

Objetivo unidades por hora = 3600 segundos / 230 segundos = 15.6 unidades por hora

- Actual unidades por hora

Tabla N° 17: Cálculo actual unidades por hora primer

MES	VELOCIDAD NETA (UNIDADES POR HORA)	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	HORAS EXTRAS	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	UNIDADES AL MES CON VELOCIDAD NETA	PARAS/MES (MIN)	PARAS/MES (HORAS)	HORAS DISPONIBLE MENSUAL CON PERDIDA	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	ACTUAL UNIDADES POR HORA	ACTUAL UNIDADES POR HORA (PROMEDIO)
ENERO	17.3	19	7.67	2	148	2555	720	12	136	2347	15.9	15.7
FEBRERO	17.3	20	7.67	5	158	2739	686	11	147	2541	16.1	
MARZO	17.3	24	7.67	8	192	3322	1208	20	172	2973	15.5	
ABRIL	17.3	22	7.67	4	173	2987	1109	18	154	2667	15.4	
MAYO	17.3	22	7.67	6	175	3022	1118	19	156	2699	15.5	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- Rendimiento disponibilidad independiente (Stand Alone Availability Throughput)

Rendimiento disponibilidad independiente = Actual unidades / (tiempo disponible – blocked-starving)

Tabla N° 18: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente primer

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	BLOCKED-STARVING (MIN)	BLOCKED-STARVING (HORAS)	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE (PROMEDIO)
ENERO	2347	148	298	5	16.4	16.4
FEBRERO	2541	158	389	6	16.7	
MARZO	2973	192	608	10	16.3	
ABRIL	2667	173	371	6	16.0	
MAYO	2699	175	487	8	16.2	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)

MCBF = Número de ciclos realizados / Número de fallas de la estación

Tabla N° 19: Cálculo número de ciclos promedio entre falla primer

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	BLOCKED-STRAVING (MIN)	BLOCKED-STRAVING (HORAS)	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE (PROMEDIO)
ENERO	2347	148	298	5	16.4	16.4
FEBRERO	2541	158	389	6	16.7	
MARZO	2973	192	608	10	16.3	
ABRIL	2667	173	371	6	16.0	
MAYO	2699	175	487	8	16.2	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Tiempo de ciclo = 3.5 minutos

MTBF = MCBF * Tiempo de ciclo

MTBF= 16.4 * 3.5 minutos = 57.4 minutos

Análisis subproceso esmalte

El subproceso de esmalte tiene 89.96% de disponibilidad operacional y 10,04% de tiempo fuera de línea, esta ineficiencia se analiza en unidades por hora verificando si el problema es interno, bloqueado o hambriento obteniendo los siguientes datos.

- Velocidad neta

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo real

Velocidad neta = 3600 segundos/hora / 205 segundos = 17.6 unidades por hora

- Objetivo unidades por hora para la demanda

Objetivo unidades por hora = 3600 segundos / 228 segundos = 15.8 unidades por hora

- Actual unidades por hora

Tabla N° 20: Cálculo actual unidades por hora esmalte

MES	VELOCIDAD NETA (UNIDADES POR HORA)	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	HORAS EXTRAS	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	UNIDADES AL MES CON VELOCIDAD NETA	PARAS/MES (MIN)	PARAS/MES (HORAS)	HORAS DISPONIBLE MENSUAL CON PERDIDA	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	ACTUAL UNIDADES POR HORA	ACTUAL UNIDADES POR HORA (PROMEDIO)
ENERO	17.6	19	7.67	2	148	2599	771	13	135	2373	16.1	15.8
FEBRERO	17.6	20	7.67	5	158	2787	740	12	146	2570	16.2	
MARZO	17.6	24	7.67	8	192	3379	1264	21	171	3008	15.7	
ABRIL	17.6	22	7.67	4	173	3039	1163	19	153	2698	15.6	
MAYO	17.6	22	7.67	6	175	3074	1157	19	155	2735	15.7	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- Rendimiento disponibilidad independiente (Stand Alone Availability Throughput)

Rendimiento disponibilidad independiente = Actual unidades / (tiempo disponible – blocked-starving)

Tabla N° 21: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente esmalte

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	BLOCKED-STARVING (MIN)	BLOCKED-STARVING (HORAS)	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE (PROMEDIO)
ENERO	2373	148	402	6.7	16.8	16.5
FEBRERO	2570	158	267	4.5	16.7	
MARZO	3008	192	496	8.3	16.4	
ABRIL	2698	173	625	10.4	16.6	
MAYO	2735	175	270	4.5	16.1	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)

MCBF = Número de ciclos realizados / Número de fallas de la estación

Tabla N° 22: Cálculo número de ciclos promedio entre falla esmalte

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	NUMERO DE FALLAS	MCBF	MCBF (PROMEDIO)
ENERO	2373	95	25.0	19.3
FEBRERO	2570	103	24.9	
MARZO	3008	181	16.6	
ABRIL	2698	161	16.8	
MAYO	2735	211	13.0	

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Tiempo de ciclo = 3.4 minutos

MTBF = MCBF * Tiempo de ciclo

MTBF= 19.3 * 3.4 minutos = 65.62 minutos

Resultado del procesamiento y análisis de la información

Con la información correspondiente a la ineficiencia en unidades por hora en cada subproceso en análisis se verifica si el problema es interno, bloqueado o hambriento, en la siguiente figura se observa que el subproceso de lijado elpo tiene una pérdida de 1.8 unidades por hora con respecto a la velocidad neta y 0.3 unidades por hora con respecto al rendimiento independiente con un MCBF a 35.2 ciclos y un MTBF de 126.72 minutos, el subproceso de primer tiene una pérdida de 1.6 unidades por hora con respecto a la velocidad neta y 0.7 unidades por hora

con respecto al rendimiento independiente con un MCBF a 16.4 ciclos y un MTBF de 57.4 minutos y el subproceso de esmalte tiene una pérdida de 1.8 unidades por hora con respecto a la velocidad neta y 0.8 unidades por hora con respecto al rendimiento independiente con un MCBF a 19.3 ciclos y un MTBF de 65.62 minutos.

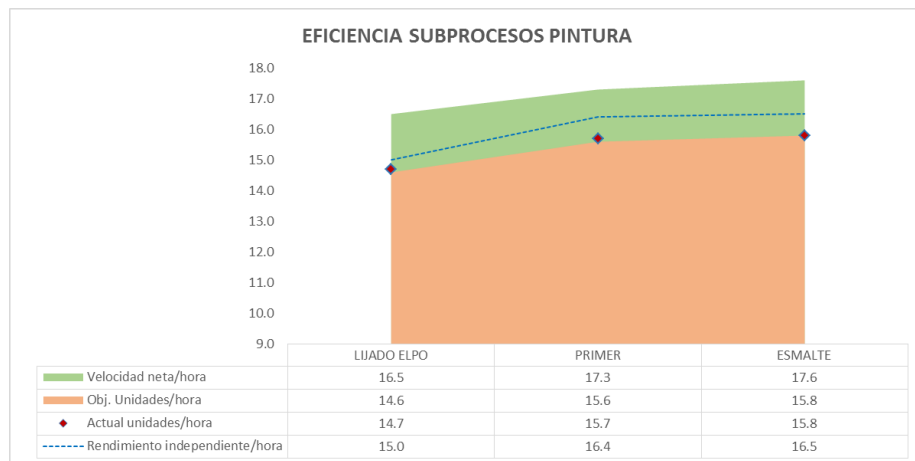


Figura N° 25: Eficiencia subprocesos

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Con los resultados obtenidos se identifica que el subproceso de lijado elpo es el cuello de botella con una pérdida de 1.8 unidades por hora con respecto a la velocidad neta provocando que el subproceso primer y esmalte tengan una pérdida de 0.7 y 0.8 unidades por hora con respecto al rendimiento independiente.

Procesamiento y análisis de la información Producto no Conforme

Una vez encontrada la restricción del sistema, la segunda etapa del enfoque sistemático del TOC indica que la restricción del sistema debe ser explotada, con el objetivo de mejorar su rendimiento.

Para explotar la restricción es necesario realizar el análisis de los problemas más repetitivos en el subproceso con restricción y poder mejorar el rendimiento y utilización de este.

El análisis de los problemas más repetitivos en el subproceso con restricción se obtiene aplicando la herramienta de Diagrama de Pareto identificando el 20% de las causas que generan el 80% de las pérdidas en el subproceso lijado elpo y esmalte.

Análisis subproceso lijado elpo

El diagrama de Pareto identifica las causas con más registros de paras y pérdidas de producción en el subproceso lijado elpo que son:

- Mal lijado
- Marca de herramienta
- Mala limpieza

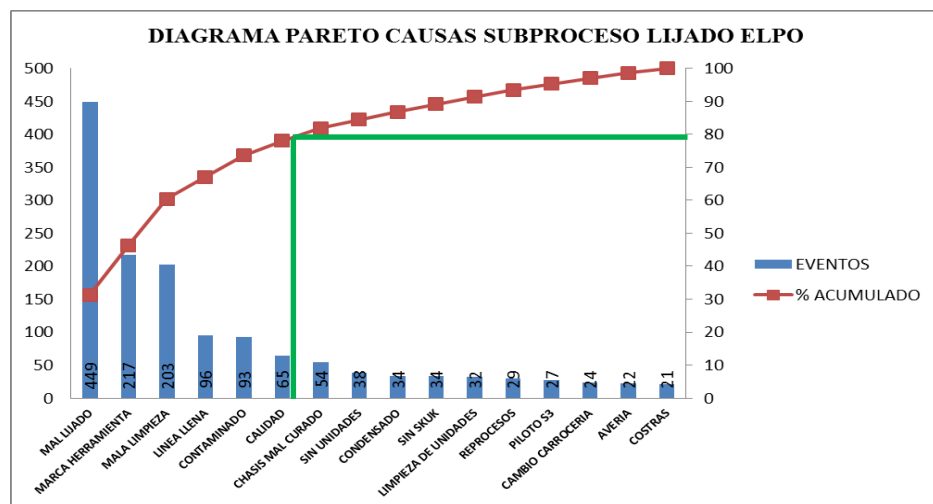


Figura N° 26: Diagrama Pareto causas de paradas subproceso lijado elpo
 Fuente: Investigación de Campo
 Elaborado por: El investigador

Al identificar los subprocesos donde se genera la mayor ineficiencia se gestiona las mejoras adecuadas para poder eliminar desperdicios mejorando la eficiencia operacional de estos subprocesos, este costo del beneficio obtenido se puede convertir en aumento del Throughput para la compañía.

Análisis del proceso productivo

En la planta de pintura se aplica, protecciones químicas y mecánicas sobre las carrocerías y partes plásticas de un vehículo mediante procesos altamente tecnificados. Diferentes capas de pintura son aplicadas sobre la carrocería: elpo, fondo, color y barniz. Adicionalmente se aplica e incorpora otros productos en los vehículos que son placas asfálticas, calafateo y sellantes. El objetivo de esta planta no solo es dar color y brillo sino proteger al vehículo de la radiación solar, corrosión, polvo y agua. Efectivamente, tras pasar por la planta de pintura, la carrocería de un vehículo será resistente al impacto de elementos naturales y en ella se ha eliminado o minimizando al máximo la posibilidad de oxidación y deterioro.



Figura N° 27: Aplicación pintura color

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El proceso de producción de pintura de la ensambladora de vehículos se explica mediante los diagramas de flujo del proceso de elpo y esmalte.

DIAGRAMA DE FLUJO ELPO

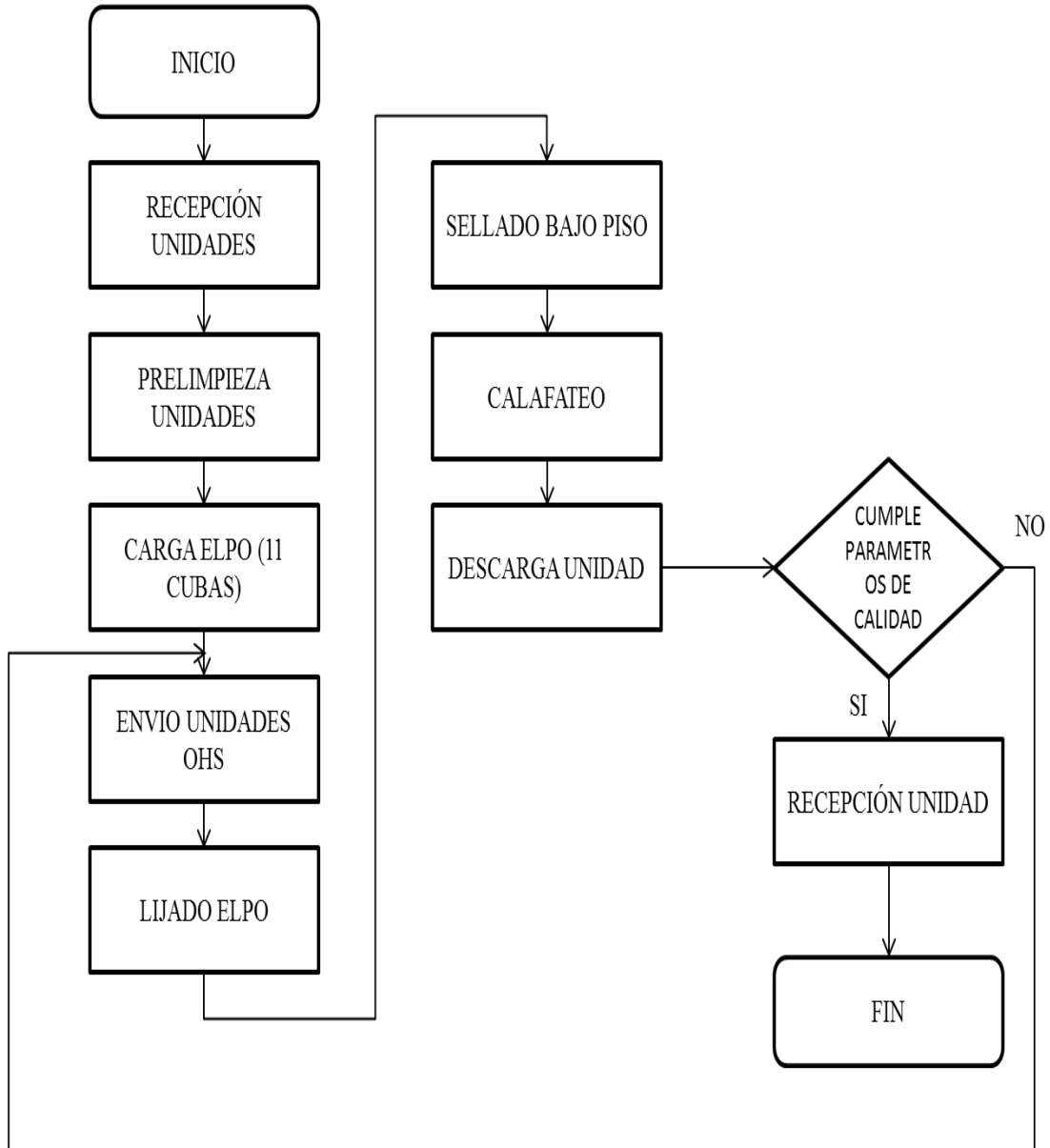


Figura N° 28: Diagrama de flujo de proceso de producción elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

DIAGRAMA DE FLUJO PRIMER-COLOR-BARNIZ-FINESSE

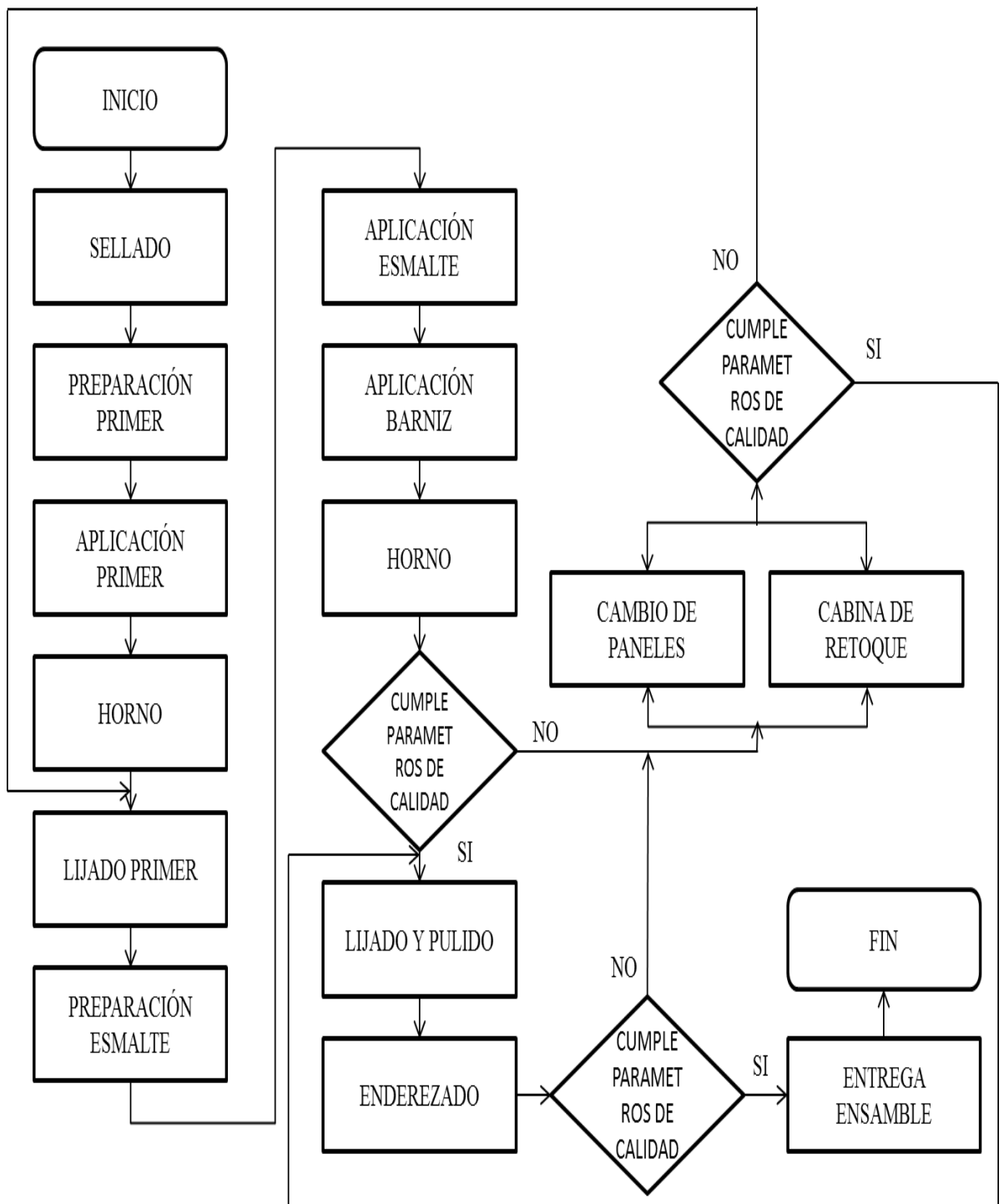


Figura N° 29: Diagrama de flujo de proceso de producción primer-esmalte

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Verificación de la Hipótesis

Correlación de datos

Para verificar la hipótesis se realiza el análisis de correlación de datos de las horas utilizadas y productividad mensual, para demostrar que la productividad puede variar dependiendo de las horas utilizadas, y cuanto esta puede aumentar, en la siguiente tabla se muestran los datos para realizar la correlación de variables.

Tabla N° 23: Datos para realizar la correlación

MESES	TIEMPO UTILIZADO (HORAS) X	PRODUCTIVIDAD (HORAS POR UNIDAD) Y
ENERO	148	1.04
FEBRERO	158	1.06
MARZO	192	1.07
ABRIL	173	1.05
MAYO	175	1.06
TOTAL	845	5.29

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Con los datos obtenidos se realiza el coeficiente de correlación con el método de Karl Pearson, el cual se determina con la siguiente ecuación.

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

Con los valores totales de la variable X, Y se obtiene la media de cada una de ellas, con las siguientes ecuaciones.

$$m = \sum xi / n$$

Para x:

$$x = 845 / 5 = 169$$

Para y:

$$y = 5.29 / 5 = 1.058$$

Tabla N° 24: Tabla de datos para la correlación

MES	x	y	x = X - x	y = Y - y	x ²	xy	y ²
ENERO	148	1.04	-21.40	-0.0165	457.96	0.35357	0.00027
FEBRERO	158	1.06	-10.73	0.0029	115.20	-0.03072	0.00001
MARZO	192	1.07	22.93	0.0140	525.94	0.32159	0.00020
ABRIL	173	1.05	3.60	-0.0063	12.96	-0.02257	0.00004
MAYO	175	1.06	5.60	0.0059	31.36	0.03307	0.00003
TOTAL	845	5.29			1143.42	0.65495	0.00055

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

Con los datos de la tabla se aplica la fórmula de Karl Pearson

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

$$r = \frac{0.65495}{\sqrt{(1143.42)(0.00055)}}$$

$$r = 0.82$$

Con el resultado que se obtuvo en la verificación de la hipótesis a través de la correlación de Karl Pearson, se concluye que las variables tienen una correlación positiva alta, como se lo puede apreciar en el gráfico de dispersión.

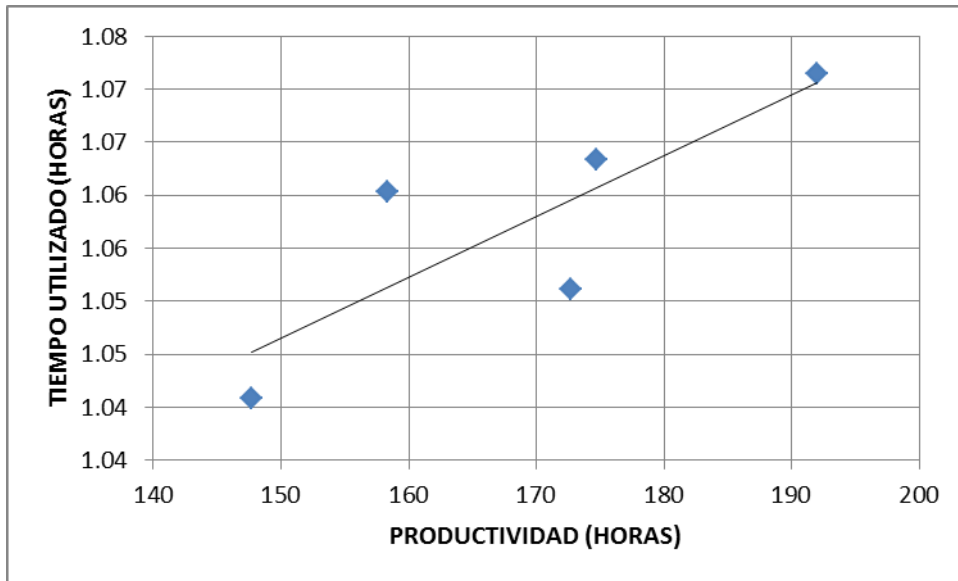


Figura N° 30: Dispersión de datos en correlación

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Por lo tanto se comprueba la hipótesis concluyendo que el proceso de pintura incide en la productividad de la planta ensambladora de vehículos con una correlación positiva alta.

Conclusiones y Recomendaciones de la investigación

Conclusiones

- De acuerdo al análisis realizado en el proceso de pintura de la ensambladora de vehículos, se identifica que las pérdidas de producción afectan directamente a la productividad de la planta, ya que se debe incluir horas extras en el programa de producción y poder cumplir con el volumen requerido por el cliente, aumentando horas-hombre por unidad (HPU).
- En base al análisis de paradas de los subprocesos se identificó la eficiencia de cada uno de estos, y se pudo visualizar los desperdicios en los indicadores que afectan directamente a la productividad que son el Overspeed (Sobre velocidad), Sigma CT (Eficiencia de la operación) y valor agregado de la operación, afectando al proceso del área pintura.
- Aplicando el proceso de mejora continua del análisis TOC, se encontró que el subproceso de lijado elpo tiene restricción en sus paradas internas, el subproceso de primer tiene restricción en sus paradas por bloqueo y hambriento y el subproceso de esmalte tiene restricción en sus paradas internas, constituyéndose así en los subprocesos cuello de botella del sistema que causan pérdida de producción.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se identifican los problemas más comunes de los subprocesos cuello de botella que causan incumplimiento de producción, el subproceso de lijado elpo tiene una pérdida de 1.8 unidades por hora con respecto a la velocidad neta y 0.3 unidades por hora

con respecto al rendimiento independiente los principales defectos encontrados en este análisis son mal lijado, marca de herramienta y mala limpieza, debido a una falta de control de los parámetros establecidos.

Recomendaciones

- Una vez que se haya finalizado con la implementación de la mejoras y obteniendo los resultados esperados, se debería continuar con la identificación y disminución de desperdicios de los procesos en el área de pintura.
- Fortalecer el método de identificación de procesos con restricción mediante la herramienta de mejora continua TOC, obteniendo mejoras en el sistema productivo aumentando la productividad del área.
- Realizar un análisis de paras registradas en la recepción y entrega de unidades del área pintura a las áreas de Suelda y Ensamble, verificando si las paras generadas del área pintura afectan al desempeño de dichas áreas.
- Capacitar al personal operativo sobre identificación de los desperdicios en sus puestos de trabajo para que tengan conocimiento de las herramientas del sistema de mejoramiento continuo, de esta manera el personal operativo aportara en el detalle del desperdicio identificado.
- Realizar procedimientos por cada subproceso del área de pintura, de esta manera establecer una secuencia definida, paso a paso, de actividades o

acciones que deben seguirse en un orden establecido para realizar correctamente la operación del subproceso.

- Implementar un sistema de registro de paras automático en el área de pintura, ya que esta cuenta con PLC y sensores en todas sus instalaciones obteniendo las señales de paras del proceso en tiempo real.
- Implementar cursos especializados sobre técnicas y parámetros de aplicación de pintura al personal operativo de cabinas, obteniendo conocimiento técnico para una mejor aplicación de pintura en los vehículos.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

Tema

Mejora del subproceso “lijado elpo” diagnosticado con restricción, del área de pintura de la ensambladora de vehículos de vehículos.

Datos informativos

Empresa: Ensambladora de vehículos

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Actividad económica: Ensamblaje de vehículos, a partir de la importación de material CKD.

Beneficiarios: La empresa ensambladora de vehículos, en la reducción de pérdidas de producción y aumento del Throughput.

Tiempo estimado para la ejecución: Junio-Septiembre 2017

Antecedentes de la propuesta

En la planta de pintura de la ensambladora de vehículos de vehículos, la finalidad de este análisis es identificar las restricciones que le impiden satisfacer la demanda requerida por el cliente, para lograr el objetivo se identificaron opciones de mejora basándose en la Teoría de las Restricciones (TOC) y del involucramiento de otras herramientas propias de la Ingeniería Industrial, obteniendo una mejoría significativa en el nivel de producción y productividad del área, los pasos a seguir según la metodología TOC son:

- Paso 1. Identificar las restricciones
- Paso 2. Explotar las restricciones
- Paso 3. Subordinar todo el sistema
- Paso 4. Elevar las restricciones
- Paso 5. Empezar nuevamente

Durante la producción de vehículos al pasar por el subproceso de lijado elpo se debe reparar todas las imperfecciones encontradas en la carrocería, este proceso está ocasionando defectos de calidad como mal lijado, marca de herramienta y mala limpieza provocando pérdidas de producción dejando hambriento a los siguientes subprocesos, debido al mal balanceo de cargas de trabajo de los 4 operadores, incumplimiento de secuencia trabajo estandarizado, entrenamiento del personal para realizar el trabajo.

Estas condiciones de operación en el subproceso de lijado elpo generan Producto no Conforme, pérdidas de producción y desperdicios en el sistema afectando directamente a la productividad del área, por esta razón se ve la necesidad de elevar la restricción del subproceso de lijado elpo.

Objetivos de la propuesta

Objetivo General

Mejorar el subproceso “lijado elpo” diagnosticado con restricción, del área de pintura de la ensambladora de vehículos.

Objetivos Específicos

- Identificar los subprocesos restringidos del área pintura mediante el análisis de gestión de restricciones y la hoja de control de tiempo real de operación.
- Elevar los subprocesos restringidos mediante herramientas de Ingeniería Industrial y análisis de gerenciamiento por Takt Time
- Estimar el beneficio económico que la empresa obtendrá con las mejoras realizadas en los subprocesos restringidos.

Justificación de la propuesta

La necesidad de que los productos alcancen la calidad que el cliente requiere, además de que el sector automotriz sea más competitivo, imponen a las

empresas ensambladoras de vehículos la necesidad de mejorar sus procesos productivos mediante la implementación de sistemas de mejora continua, que permitan identificar los desperdicios del sistema productivo y realizar mejoras para cumplir con las especificaciones del producto y la satisfacción total de los clientes.

La ensambladora de vehículos de vehículos en su compromiso con la calidad de sus productos y mejora continua de sus procesos productivos, apoya la elaboración de este proyecto, el mismo que de ser implementado beneficia a la empresa en la optimización de sus recursos, eficiencia de sus procesos productivos y reducción de los problemas de calidad en sus productos.

Con la implementación de este proyecto en la ensambladora de vehículos, se podrá entender de mejor manera el proceso productivo ya que el sistema de gestión de restricciones es una herramienta sistemática, estructurada y dinámica de mejora continua de la productividad para detectar, analizar y eliminar cuellos de botella.

La ensambladora de vehículos utilizará la herramienta TOC para realizar una identificación rápida y priorización de las restricciones de los procesos productivos, y poder eliminar estas restricciones mediante equipos multidisciplinarios de solución de problemas arrojando resultados cuantificables y la empresa mejore las ganancias netas mediante la mejora de Throughput y la eliminación de desperdicios.

Factibilidad

Factibilidad Ingeniería Industrial

Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucidación, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella". (Ingenieril)

Análisis de Factibilidad Legal

En cumplimiento con la Ley Orgánica de defensa del Consumidor la ensambladora de vehículos debe asegurar que los vehículos producidos cumplan con los estándares de calidad estipulados en los reglamentos y normas INEN vigentes, y reducir la cantidad de Producto no Conforme.

Ley Orgánica de Defensa de Consumidor

Ley 21

Registro Oficial Suplemento 116 de 10-jul-2000

Última modificación: 13-oct-2011

Estado: Vigente

CAPÍTULO XII

CONTROL DE CALIDAD

Art. 66.- Normas Técnicas.- El control de cantidad y calidad se realizará de conformidad con las normas técnicas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN -, entidad que también se encargará de su control sin perjuicio de la participación de los demás organismos gubernamentales competentes. De comprobarse técnicamente una defectuosa calidad de dichos bienes y servicios, el INEN no permitirá su comercialización; para esta comprobación técnica actuará en coordinación con los diferentes organismos especializados públicos o privados, quienes prestarán obligatoriamente sus servicios y colaboración.

Las normas técnicas no podrán establecer requisitos ni características que excedan las establecidas en los estándares internacionales para los respectivos bienes. (Nacional, 2011)

Análisis de la Factibilidad Técnica

El presente proyecto se enfoca en la implementación de un sistema de gestión de restricciones para el área de pintura de la ensambladora de vehículos, enfocado en la identificación rápida y priorización de las restricciones de los procesos productivos, y poder eliminar estas restricciones mediante equipos multidisciplinarios de solución de problemas obteniendo resultados cuantificables,

con lo cual se busca disminuir el Producto no Conforme y las pérdidas de producción aumentando la productividad de la empresa.

Análisis de la Factibilidad Económica-Financiera

Para el análisis de la factibilidad Económica-Financiera se toma en cuenta la reducción de las paras en minutos registradas de los subprocesos del área pintura.

En la siguiente tabla se puede apreciar los costos correspondientes a los minutos perdidos en el subproceso de lijado elpo, primer y esmalte.

Tabla N° 25: Costos por minuto de para registrada

SUBPROCESO	TIEMPO PERDIDO (MIN)	COSTO MINUTO PERDIDO	COSTO TOTAL
LIJADO ELPO	5689	\$ 14	\$ 79,644.59
PRIMER	4841	\$ 14	\$ 67,772.54
ESMALTE	5095	\$ 14	\$ 71,323.60
TOTAL			\$ 218,740.73

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a la información mostrada en la Tabla N° 25 con el proyecto se busca reducir un 60% (target ensambladora de vehículos) mejora del costo total por minuto de para en el sistema productivo del área pintura, es decir \$131,244.44, obteniendo beneficio en la optimización de recursos, eficiencia de los procesos productivos, reducción del Producto no Conforme y aumento del Throughput.

Metodología

Programación

Para la programación de actividades se utiliza Microsoft Project, en la cual se detalla los 5 pasos de la metodología TOC y las actividades a realizarse para poder elevar la restricción, en cada actividad se determina el tiempo de ejecución de la misma y la ruta crítica en el diagrama GANTT.

Cronograma de actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Mejora subproceso lijado elpo	21.75 días	lun 6/5/17	jue 7/6/17		
Inicio	0 días	lun 6/5/17	lun 6/5/17		
1. Identificar la restricción	2 días	lun 6/5/17	mié 6/7/17		
Calculo hoja de tiempos	1 día	lun 6/5/17	mar 6/6/17	2	Controlador Producción
Calculo productividad	1 día	lun 6/5/17	mar 6/6/17	2	Controlador Producción
Pared de balanceo	1 día	mar 6/6/17	mié 6/7/17	5	Lider de equipo
2. Explotar la restricción	1 día	mié 6/7/17	jue 6/8/17		
Análisis equipo multidisciplinario	1 día	mié 6/7/17	jue 6/8/17	6	Staff
Identificar en trabajo estandarizado lo que agrega valor y lo que no agrega valor	1 día	jue 6/8/17	vie 6/9/17	4	Lider de equipo
Check list desperdicios	2.72 días	lun 6/12/17	mié 6/14/17	9	Controlador Producción
3. Subordinar la restricción	2.72 días	lun 6/19/17	mié 6/21/17		
Up Time lijado elpo en subproceso posteriores	2.72 días	lun 6/19/17	mié 6/21/17	10	Controlador Producción
4. Elevar la restricción	13.59 días	jue 6/15/17	mié 7/5/17		
Diagrama analisis de procesos	1.81 días	jue 6/15/17	vie 6/16/17	8	Controlador Producción
Diagrama de conflicto	0.91 días	vie 6/23/17	vie 6/23/17	14	Controlador Producción
Modificar trabajo estandarizado	2.72 días	mar 6/27/17	jue 6/29/17	12	Lider de equipo
Modificar Pared de balanceo	0.91 días	jue 6/29/17	jue 6/29/17	15	Lider de equipo
Entrenamiento personal	0.91 días	vie 6/30/17	vie 6/30/17	16	Lider de equipo
Alerta calidad defectos	0.91 días	vie 6/30/17	vie 6/30/17	17	Controlador calidad
Calculo mejora TOC	1 día	lun 7/3/17	mar 7/4/17	18	Controlador Producción
Cierre equipo multidisciplinario	0.91 días	mié 7/5/17	mié 7/5/17	19	Staff
5. Empezar nuevamente	0.91 días	jue 7/6/17	jue 7/6/17		
Identificar cuello de botella	0.91 días	jue 7/6/17	jue 7/6/17	21	Controlador Producción
Fin	0 días	jue 7/6/17	jue 7/6/17	23,20	

Figura N° 31: Cronograma actividades

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Diagrama GANTT

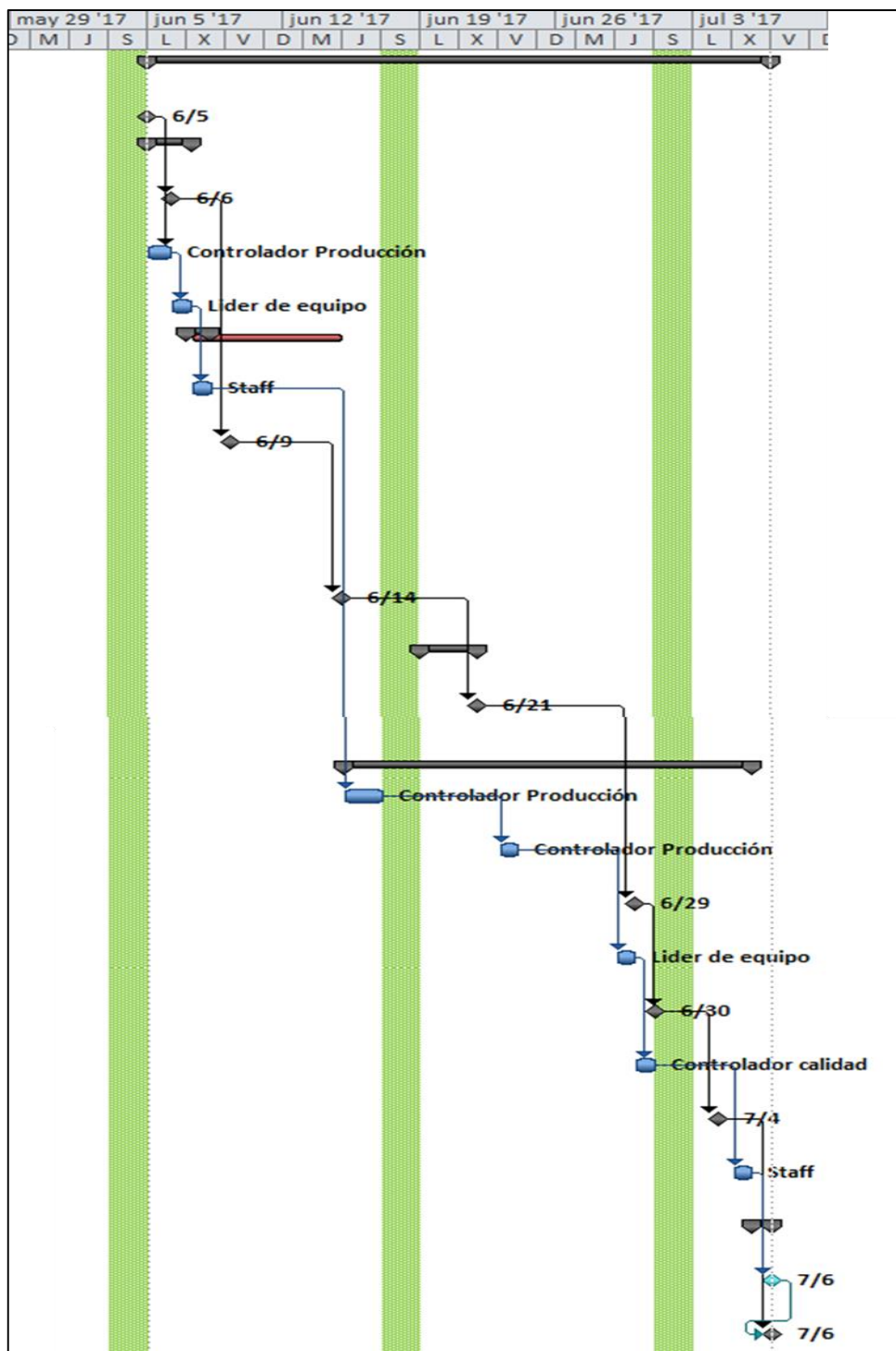


Figura N° 32: Diagrama GANTT
 Fuente: Investigación de Campo
 Elaborado por: El investigador

En el diagrama GANTT se visualiza la duración del proyecto que empieza desde el 05 de Junio del 2017 hasta el 06 de Julio del 2017 con una duración de 21.75 días, se marcó tareas como hitos para la ruta crítica del proyecto identificando que si no se culmina la tarea no se puede seguir a la siguiente, el tiempo programado fue de Lunes a Viernes 8 horas al día.

Desarrollo de la propuesta

Subproceso lijado elpo

1. Identificar la restricción

Existen varios problemas en la producción diaria del proceso pintura los cuales se registran paras y pérdidas de producción, estas paras son registradas por los operarios de cada subproceso en el reporte “Base de Paras del Área Aplicación Pintura” donde se registra la información de minutos perdidos, responsable, causa, estado y pérdida de unidades, estos datos son analizados mediante la herramienta de Gerenciamiento por Takt Time y se obtiene la hoja de tiempos de cada subproceso, tal como se indica en el capítulo IV.

Con la información correspondiente a la ineficiencia en unidades por hora en cada subproceso en análisis se verifica si el problema es interno, bloqueado o hambriento, con los resultados obtenidos se identifica que el subproceso de lijado elpo es el cuello de botella con una pérdida de 1.8 unidades por hora con respecto a la velocidad neta provocando que el subproceso primer y esmalte tenga una

pérdida de 0.7 y 0.8 unidades por hora con respecto al rendimiento independiente, tal como indica la Figura N° 25 del capítulo IV.

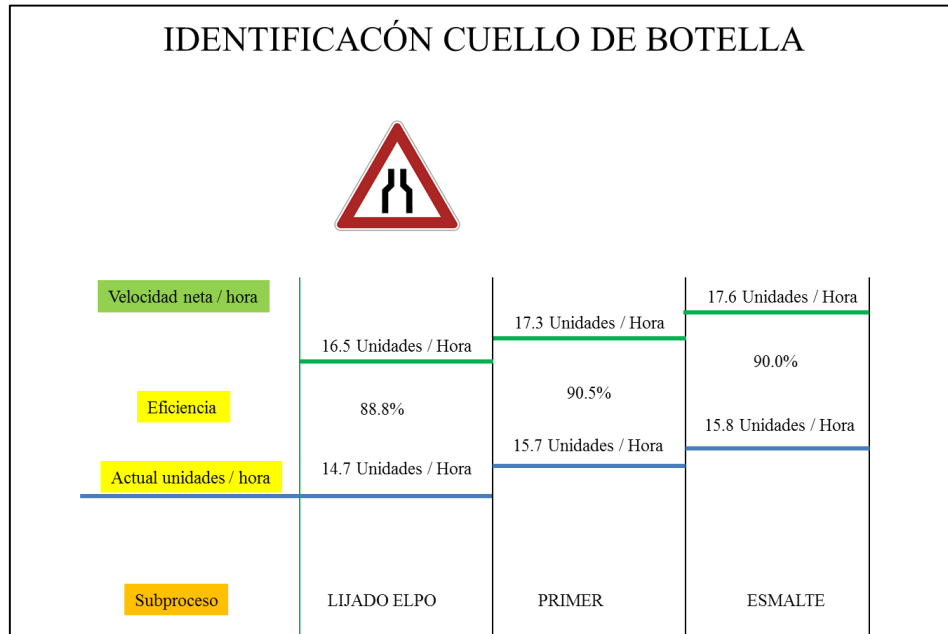


Figura N° 33: Identificación cuello de botella

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Hoja de tiempos subproceso lijado elpo

Los datos analizados corresponden al periodo de Enero a Mayo del 2017, en la siguiente figura se verifica el análisis del subproceso lijado elpo.

Tabla N° 26: Hoja de tiempos subproceso lijado elpo

SUBPROCESO	DEMANDA TT(Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Tiempo Real operación (Actual Takt Time) segundos	Unidades / hora Demandadas TT	Unidades / hora Demandadas ATT	Down Time	Over speed %	TT (min)	ATT (min)	uni / día TT	uni / día ATT
PINTURA													
Lijado Elpo	112	246	52	88.8%	219	14.6	16.5	11.2%	12.6%	4.1	3.6	112	126

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El subproceso de lijado elpo tiene una demanda de 112 unidades por día, la eficiencia del subproceso es de 88.8% con una sobre velocidad del 12,6% y un tiempo fuera de línea del 11,2%.

Productividad subproceso lijado elpo

Con la información de la hoja de tiempos del subproceso lijado elpo se procede a calcular la productividad tomando en cuenta el volumen de producción mensual, tiempo disponible en horas y número de operarios que intervienen en el subproceso lijado elpo dando un resultado de 0.27 HPU, tal como indica el análisis de la Tabla N° 7 del capítulo IV.

Pared balanceo subproceso lijado elpo

Una vez que se tenga los tiempos de operación se procede a realizar las paredes de balanceo de los 4 operadores, tal como indica la Figura N° 15 del capítulo IV, y poder identificar y medir las variables que afectan a la productividad del subproceso lijado elpo que son:

- Sobre velocidad (Overspeed)
- Sigma CT
- % Valor agregado

2. Explotar la restricción

Para poder explotar la restricción se procede a utilizar herramientas de análisis de valor agregado y herramientas de identificación de desperdicios, con

este análisis se puede enfocar en soluciones rápidas y efectivas para poder sacar el máximo provecho a la restricción.

Análisis equipo multidisciplinario

El equipo multidisciplinario conformado por el Ingeniero Industrial, Ingeniero de calidad, Ingeniero de Mantenimiento y Jefe de Área del subproceso en análisis verifican los datos de Sobre velocidad (Overspeed), Sigma CT y % Valor agregado identificando los problemas con mayor afectación en paras y pérdidas de producción que en el subproceso de lijado elpo son:

- Mal lijado
- Marca de herramienta
- Mala limpieza

Tabla N° 27: Indicadores productividad subproceso lijado elpo

SUBPROCESO	OVERSPEED	SIGMA CT	% VALOR AGREGADO
LIJADO ELPO	12.60%	99.60%	78.37%

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Los datos de la tabla indica que la sobre velocidad es de 12.6% de un objetivo de 11% lo cual se evidencia que los problemas de paras y pérdidas de producción son por las causas con mayor afectación.

Identificar elementos que agrega valor y lo que no agrega valor

El trabajo estandarizado del subproceso lijado elpo 1 y 2 con más tiempo de operación permite evidenciar la secuencia y tiempos de cada elemento.

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
1	Tomar malla 600	2	2
2	Pasar malla 600 en todos los paneles exteriores	15	2
3	Dejar malla 600 en rack	2	2
4	Caminar hacia puertas	2	4
5	Soltar las correas de las puertas	5	
6	Dejar correa en rack	2	4
7	Tomar lijadora	2	4
8	Lijar lateral	15	3
9	Lijar alojamiento puerta posterior	16	3
10	Lijar interior puerta posterior	14	2
11	Lijar exterior puerta posterior	14	3
12	lijar estribo	10	3
13	Lijar alojamiento puerta delantera	16	3
14	Lijar interior puerta delantera	14	3
15	Lijar exterior puerta delantera	14	3
16	Dejar lijadora	2	4
17	Tomar toalla limpiadora	2	3
18	limpiar zonas lijadas	13	3
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera		160	51
Tiempo Total de Ciclo (Seg.)		211	

Figura N° 34: Trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
1	Tomar desbarbador	2	2
2	Pasar desbarbador capot	20	2
3	Caminar hacia compuerta	5	2
4	Pasar desbarbador compuerta	23	4
5	Dejar desbarbador	2	4
6	Tomar lijadora	2	4
7	Lijar lateral	15	2
8	Lijar techo	30	4
9	Lijar lateral techo	12	4
10	Lijar exterior marcos puertas	12	4
11	Lijar exterior parante	14	3
12	Lijar capot	16	3
13	Dejar lijadora	2	2
14	Tomar toalla limpiadora	2	3
15	limpiar zonas lijadas	23	3
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera		180	46
segundos		Tiempo Total de Ciclo (Seg.)	
		226	

Figura N° 35: Trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Los tiempos del trabajo estandarizado de lijado elpo 1 y 2 permiten identificar los desperdicios existentes en la estación de trabajo en el tiempo de ciclo, tiempo del elemento y tiempo de caminar.

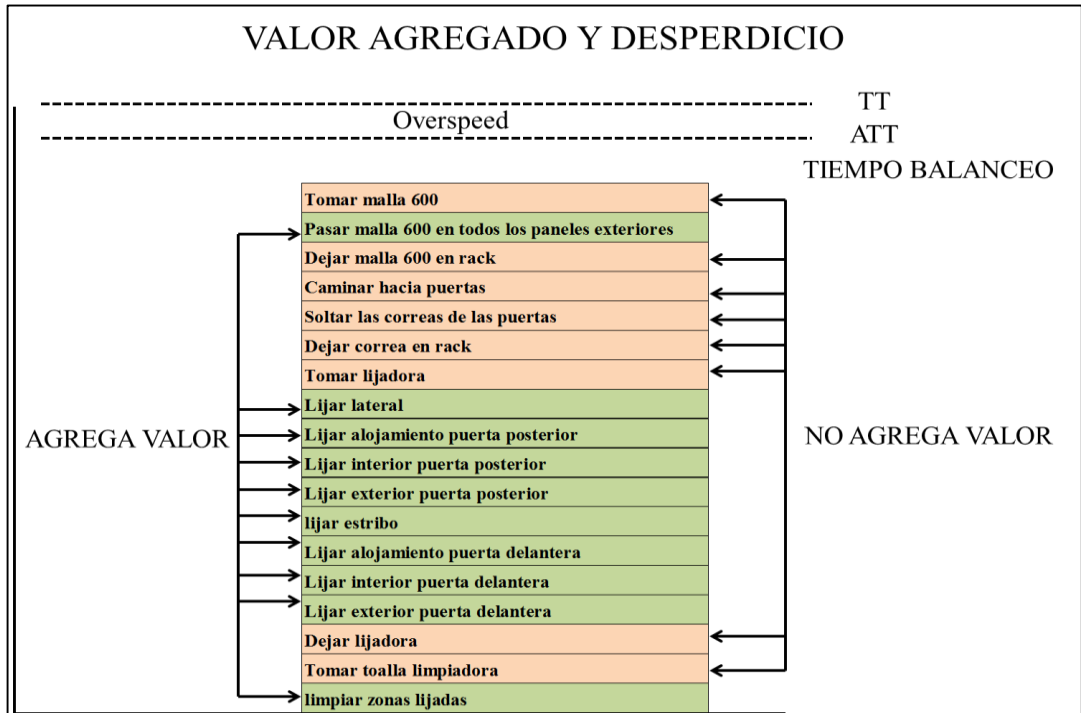


Figura N° 38: Valor agregado y desperdicio lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador



Figura N° 39: Valor agregado y desperdicio lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Check list de desperdicios

Los elementos del trabajo estandarizado se evalúan mediante el check list de observación de desperdicios lo cual se puede identificar los problemas por cada uno de los 7 desperdicios eliminando o reduciendo el desperdicio encontrado de una manera efectiva con el fin de aumentar la eficiencia del subproceso.

El check list de observación de desperdicios se realiza en el subproceso de lijado elpo 1 y 2 basándose en el trabajo estandarizado y con observación directa en el puesto de trabajo (Ver anexo 3), del cual por cada uno de los 7 desperdicios se tiene un ideal de operación, al correr el check list se registra las observaciones actuales del proceso y con el equipo multidisciplinario se implementa soluciones rápidas y poder explotar el cuello de botella.

Identificar desperdicios

Las observaciones levantadas con soluciones inmediatas que se registraron en el check list de desperdicios en el subproceso de lijado elpo 1 son las siguientes:

Tabla N° 28: Observaciones check list desperdicios lijado elpo 1

CHECK LIST DESPERDICIOS LIJADO ELPO 1		
#	OBSERVACIÓN	MEJORA INMEDIATA
1	Operador camina a coger malla lijadora de la otra estación	Implementación de malla lijadora para los dos operadores
2	Trabajo estandarizado detalla "caminar hacia puertas", esta actividad no es necesaria para la operación	Eliminar tiempo trabajo estandarizado
3	Operación "tomar banca" para subirse a soltar correas de puertas no está en secuencia trabajo estandarizado	Incluir tiempo en trabajo estandarizado
4	Herramientas que no se utiliza en la operación y basura en rack	Validación de 5's en la estación de trabajo
5	Operación "lijar lateral" no concuerda el tiempo de la actividad	Corregir tiempo en trabajo estandarizado
6	Rack donde se pone lijadora no está cerca de la operación incrementando el tiempo en la operación "tomar lijadora"	Movimiento de rack hacia donde realizan la actividad

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

A continuación se detalla cada una de las observaciones con las mejoras implementadas.

1. **OBSERVACIÓN:** Operador camina a tomar malla lijadora de la otra estación.

MEJORA INMEDIATA: Cada estación debe tener su propia herramienta, ya que al compartir se pierde tiempo y secuencia del trabajo estandarizado.



Figura N° 40: Malla lijadora 600
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

2. **OBSERVACIÓN:** Trabajo estandarizado detalla "caminar hacia puertas", esta actividad no es necesaria para la operación.

MEJORA INMEDIATA: Verificación de secuencia trabajo estandarizado, eliminación de tiempo en secuencia de trabajo estandarizado.

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
4	Caminar hacia puertas	2	4

Figura N° 41: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

3. **OBSERVACIÓN:** Operación "tomar banca" para subirse a soltar correas de puertas no está en secuencia trabajo estandarizado.

MEJORA INMEDIATA: Verificación de secuencia trabajo estandarizado, incluir tiempo en secuencia de trabajo estandarizado.

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
4	Tomar banca	4	2

Figura N° 42: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

4. **OBSERVACIÓN:** Herramientas que no se utiliza en la operación y basura en rack.

MEJORA INMEDIATA: Aplicación del método 5's con el objetivo que el lugar de trabajo este organizado y limpio mejorando el entorno laboral.

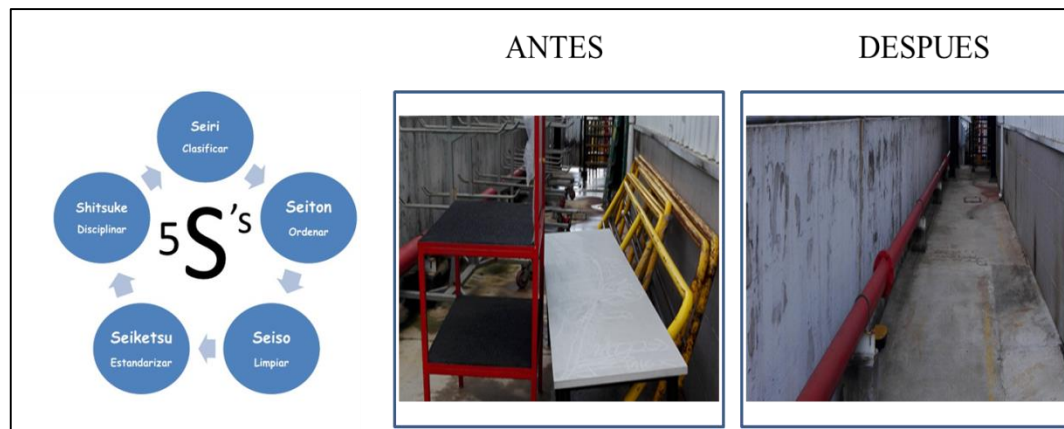


Figura N° 43: 5's en subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

5. **OBSERVACIÓN:** Operación "lijar lateral" no concuerda el tiempo de la actividad.

MEJORA INMEDIATA: Medición tiempo de la actividad, corregir tiempo en trabajo estandarizado.

DEPARTAMENTO: Manufactura		SECCIÓN: Pintura		SUBPROCESO: Lijado elpo 1			
MEDICIÓN: Segundos		FECHA: Junio					
ITEM	ELEMENTO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	PROMEDIO
8	Lijar lateral	20	20	21	19	20	20

Figura N° 44: Medición tiempos actividad subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

6. **OBSERVACIÓN:** Rack donde se pone lijadora no está cerca de la operación incrementando el tiempo en la operación "tomar lijadora"

MEJORA INMEDIATA: Eliminación del desperdicio “exceso del movimiento del operador” al tener más cerca el rack donde ubica la herramienta.

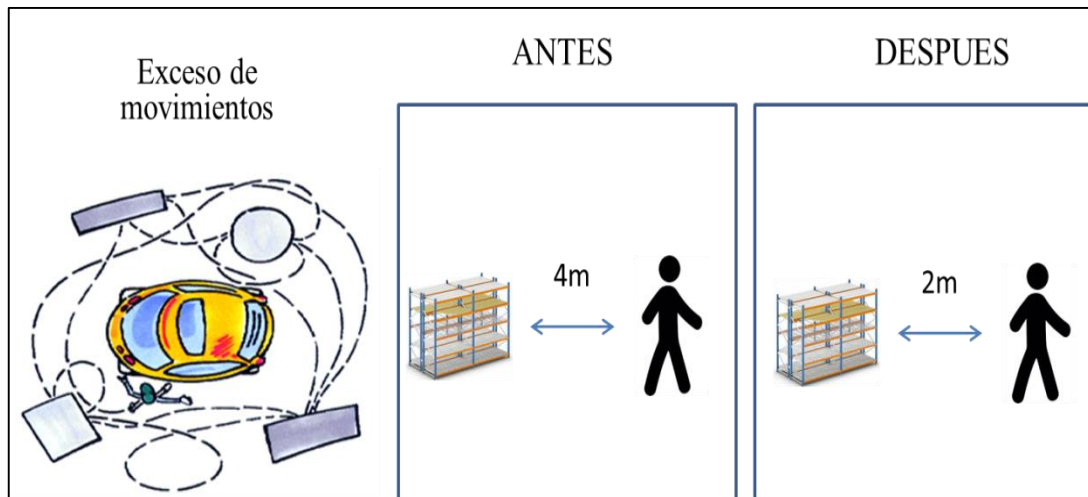


Figura N° 45: Eliminación exceso de movimientos subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Tabla N° 29: Observaciones check list desperdicios lijado elpo 2

CHECK LIST DESPERDICIOS LIJADO ELPO 2		
#	OBSERVACIÓN	MEJORA INMEDIATA
1	Operador camina a coger desbarbador de la otra estación	Implementación desbarbador para los dos operadores
2	Operación "caminar hacia compuerta" con tiempo que agrega valor	Eliminar tiempo trabajo estandarizado
3	Operación "lijar lateral" se repite en trabajo estandarizado lijado elpo 1 y 2	Eliminar tiempo trabajo estandarizado en lijado elpo 2
4	Operación "lijar techo" no concuerda el tiempo de la actividad	Corregir tiempo en trabajo estandarizado
5	Operario termina operación después del tiempo establecido (ATT)	Balanceo cargas de trabajo
6	Herramientas que no se utiliza en la operación y basura en rack	Validación de 5's en la estación de trabajo
7	Operación "lijar exterior marcos puertas" realizan lijado en partes no vistas	Verificación de partes no vistas según estándares de calidad

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

A continuación se detalla cada una de las observaciones con las mejoras implementadas.

1. **OBSERVACIÓN:** Operador camina a tomar desbarbador de la otra estación.

MEJORA INMEDIATA: Cada estación debe tener su propia herramienta, ya que al compartir se pierde tiempo y secuencia del trabajo estandarizado.



Figura N° 46: Desbarbador manual

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

2. **OBSERVACIÓN:** Operación "caminar hacia compuerta" con tiempo que agrega valor.

MEJORA INMEDIATA: Verificación de tiempos que agregan y no agregan valor en secuencia trabajo estandarizado.

ANTES			
N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
3	Caminar hacia compuerta	5	2

DESPUES			
N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
3	Caminar hacia compuerta		2

Figura N° 47: Tiempos que agregan y no agregan valor subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

3. **OBSERVACIÓN:** Operación "lijar lateral" se repite en trabajo estandarizado lijado elpo 1 y 2.

MEJORA INMEDIATA: Eliminación del tiempo en trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 2.

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
7	Lijar lateral	15	2

Figura N° 48: Elemento trabajo estandarizado subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

4. **OBSERVACIÓN:** Operación "lijar techo" no concuerda el tiempo de la actividad.

MEJORA INMEDIATA: Medición tiempo de la actividad, corregir tiempo en trabajo estandarizado.

DEPARTAMENTO: Manufactura		SECCIÓN: Pintura		SUBPROCESO: Lijado elpo 2			
MEDICIÓN: Segundos		FECHA: Junio					
ITEM	ELEMENTO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	PROMEDIO
8	Lijar techo	39	41	40	40	40	40

Figura N° 49: Medición tiempos actividad subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- OBSERVACIONES:** Operario termina operación después del tiempo establecido (ATT).

MEJORA INMEDIATA: Balanceo cargas de trabajo en los subprocesos lijado elpo 1 y 2.

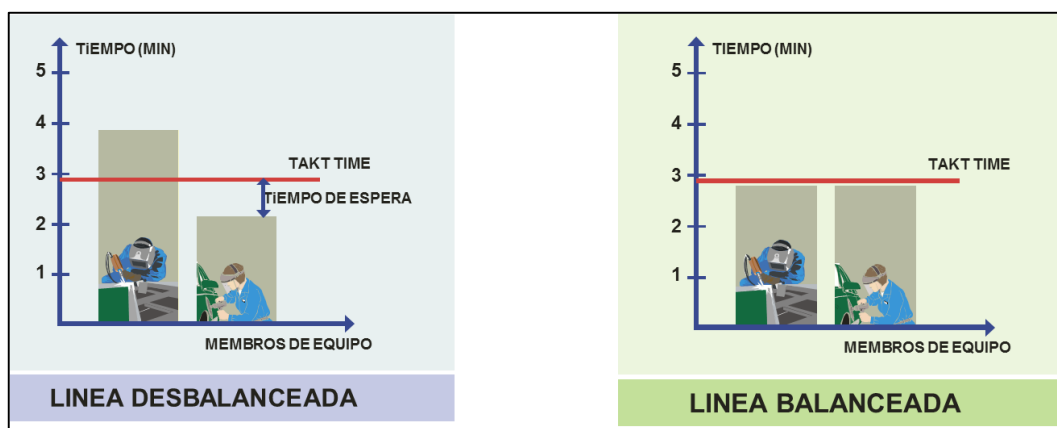


Figura N° 50: Balanceo cargas de trabajo subproceso lijado elpo 1 y 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- OBSERVACIÓN:** Herramientas que no se utiliza en la operación y basura en rack.

MEJORA INMEDIATA: Aplicación del método 5's con el objetivo que el lugar de trabajo este organizado y limpio mejorando el entorno laboral.

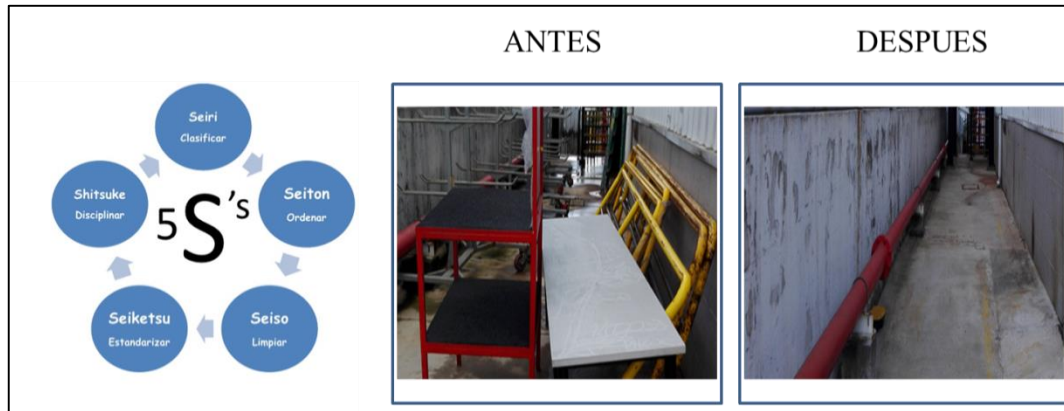


Figura N° 51: 5's en subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- OBSERVACIÓN:** Operación "lijar exterior marcos puertas" realizan lijado en partes no vistas.

MEJORA INMEDIATA: Verificación de partes no vistas en marcos de puertas mediante estándares de calidad.

Color verde: partes no vistas

Color amarillo: partes vistas

Color rojo: partes no vistas de marcos puertas



Figura N° 52: Estándares de calidad

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Las observaciones del check list de desperdicios son acciones fáciles y rápidas de implementar para poder explotar el cuello de botella obteniendo la mayor producción posible de la restricción.

3. Subordinar la restricción

La manera de subordinar todo la restricción, consiste en programar los subprocesos siguientes con la misma eficiencia de la restricción, para lo cual se realiza el cálculo de la hoja de tiempos con el mismo Up Time del subproceso lijado elpo.

Tabla N° 30: Hoja de tiempos con subordinación

SUBPROCESO	DEMANDA TT(Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Tiempo Real operación (Actual Takt Time) segundos	Unidades / hora Demandadas TT	Unidades / hora Demandadas ATT	Down Time	Over speed %	TT (min)	ATT (min)	uni / día TT	uni / día ATT
PINTURA													
Lijado Elpo	112	246	52	88.8%	219	14.6	16.5	11.2%	12.6%	4.1	3.6	112	126
Primer	112	230	48	88.8%	205	15.6	17.6	11.2%	12.6%	3.84	3.4	112	126
Cabina Esmalte	112	228	48	88.8%	202	15.8	17.8	11.2%	12.6%	3.79	3.4	112	126

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Con el resultado de cálculo con la misma eficiencia en los subprocesos de primer y esmalte se iguala la capacidad de unidades producidas con tiempo real (ATT), llegando a poder producir 126 unidades por día.

4. Elevar la restricción

Para poder elevar la restricción del sistema implica llevar a cabo una serie de mejoras al subproceso con restricción, con el fin de aumentar la capacidad de

proceso disminuyendo las paras y pérdidas de producción elevando el Throughput.

La restricción es elevada basándose en el procedimiento de procesos pintura (Ver anexo 5) en el cual indica los parámetros de operación de cada proceso, si estos parámetros están controlados disminuye la cantidad de producto no conforme que llega a la estación de trabajo.

Diagrama análisis de procesos

La representación gráfica de las actividades del trabajo estandarizado del subproceso de lijado elpo comprende la secuencia de las operaciones, transporte, demoras, inspecciones y almacenamiento del subproceso que permite analizar las fases en forma sistemática.

PINTURA				Resumen							
				Actividad	Actual	Propuesta					
Actividad:				Operación ○	11	11					
				Transporte ⇨	7	7					
				Inspeccion ⏷	0	0					
				Almacenamiento ▽	0	0					
				Distancia (m)	24	24					
Metodo : Propuesto				Tiempo (operación)	211	211					
Lugar: Ensambladora de vehículos				Costos:			\$3,450				
Operario (s) : 2											
Elaborado por:	Controlador producción	Fecha:	15/06/17								
Descripcion				Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	Símbolo				Observaciones
							○	⇨	⏷	▽	
Tomar malla 600				1	1	4	1				
Pasar malla 600 en todos los paneles exteriores					1	17	1				
Dejar malla 600 en rack					1	4					
Tomar banca					2	6					toma de tiempos actividad y se estandariza
Soltar las correas de las puertas					0	4					
Dejar correa en rack					2	6					
Tomar lijadora				1	2	4					Rack herramientas mas cerca del operador
Lijar lateral					1.5	23					toma de tiempos actividad
Lijar alojamiento puerta posterior						19					
Lijar interior puerta posterior					1	16					
Lijar exterior puerta posterior					1.5	17					
lijar estribo					1.5	13					
Lijar alojamiento puerta delantera					1.5	19					
Lijar interior puerta delantera					1.5	17					
Lijar exterior puerta delantera					1.5	17					
Dejar lijadora					2	4					Rack herramientas mas cerca del operador
Tomar toalla limpiadora				1	1.5	5					
limpiar zonas lijadas					1.5	16					
Total				3	24	211	11	7	0	0	

Figura N° 53: Diagrama análisis de proceso propuesto subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

PINTURA				Resumen				
				Actividad		Actual	Propuesta	
				Operación	○	9	8	
				Transporte	⇒	6	6	
				Inspeccion	D	0	0	
				Almacenamiento	▽	0	0	
Actividad: Lijado elpo 2				Distancia (m)		20.5	19	
Metodo :	Propuesta			Tiempo (operación)		226	209	
Lugar: Ensambladora de vehiculos				Costos:				
Operario (s) : 2								
Elaborado por: Controlador producción								
Fecha: 15/06/17								
				Símbolo				
Descripción				Cantidad	Distancia	Tiempo (seg)	○ ⇒ D ▽	Observaciones
Tomar desbarbador				1	1	4		
Pasar desbarbador capot					1	22		
Caminar hacia compuerta					1	2		toma de tiempos actividad y se estandariza
Pasar desbarbador compuerta					1.5	26		
Dejar desbarbador					1.5	5		Rack herramientas mas cerca del operador
Tomar lijadora				1	1.5	5		Rack herramientas mas cerca del operador
Lijar techo					1	44		toma de tiempos actividad y se estandariza
Lijar lateral techo					2	15		
Lijar exterior marcos puertas					1.5	11		estandarización partes no vistas de marcos puertas
Lijar exterior parante					2	17		
Lijar capot					1.5	24		toma de tiempos actividad y se estandariza
Dejar lijadora					1.5	4		
Tomar toalla limpiadora					1	4		Rack herramientas mas cerca del operador
limpiar zonas lijadas				1	1	26		
Total				3	19	209	8 6 0 0	

Figura N° 54: Diagrama análisis de proceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Los diagramas de análisis del subproceso elpo 1 y 2 se puede apreciar el desperdicio que hay en transporte al tomar o dejar herramienta el cual se mejorara en el balanceo de líneas.

Diagrama de conflicto

El diagrama de conflicto permite identificar si los operarios pasan por el mismo punto de la operación existiendo conflicto de dos personas al mismo tiempo.

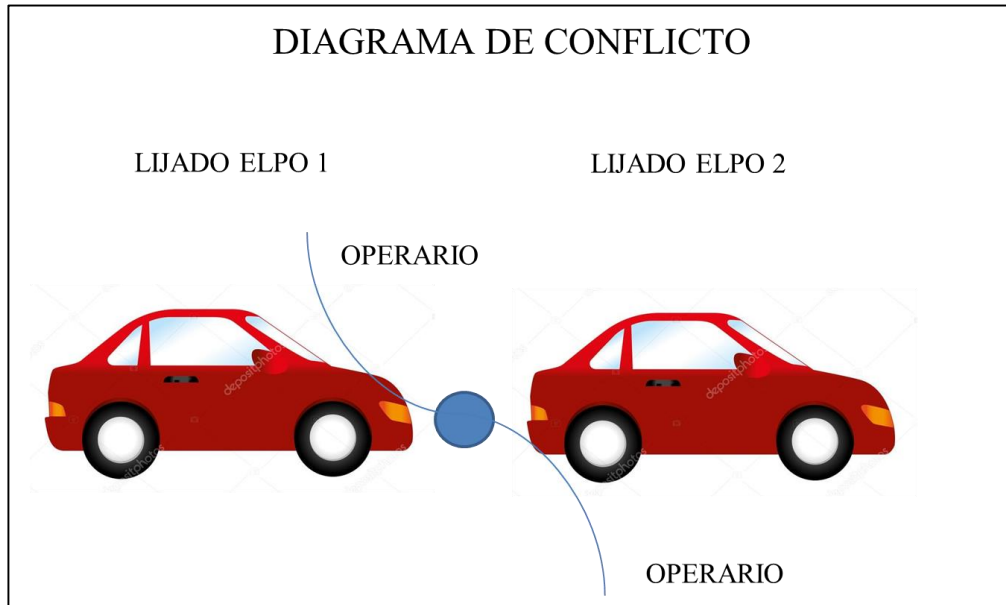


Figura N° 55: Diagrama de conflicto lijado elpo
Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

En el diagrama de conflicto se puede apreciar que los operadores de lijado elpo 1 y 2 pasan por el mismo punto al momento de tomar la herramienta del otro lado de la operación, razón por la cual se les provee de herramientas existentes en bodega con norma y certificación de calibración, de esta manera los operarios no deben cruzar al otro lado de la operación evitando el conflicto al mismo tiempo.

Modificación trabajo estandarizado

Con los desperdicios encontrados se procede a realizar los cambios en el trabajo estandarizado modificando la secuencia y tiempos de operación.

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
1	Tomar malla 600	2	2
2	Pasar malla 600 en todos los paneles exteriores	15	2
3	Dejar malla 600 en rack	2	2
4	Tomar banca	4	2
5	Soltar las correas de las puertas	4	
6	Dejar correa en rack	2	4
7	Tomar lijadora	2	2
8	Lijar lateral	20	3
9	Lijar alojamiento puerta posterior	16	3
10	Lijar interior puerta posterior	14	2
11	Lijar exterior puerta posterior	14	3
12	lijar estribo	10	3
13	Lijar alojamiento puerta delantera	16	3
14	Lijar interior puerta delantera	14	3
15	Lijar exterior puerta delantera	14	3
16	Dejar lijadora	2	2
17	Tomar toalla limpiadora	2	3
18	limpiar zonas lijadas	13	3
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera		166	45
Tiempo Total de Ciclo (Seg.)			211

Figura N° 56: Trabajo estandarizado modificado subproceso lijado elpo 1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

N° Elemento	Nombre del Elemento	Tiempo elemento	Tiempo caminar
1	Tomar desbarbador	2	2
2	Pasar desbarbador capot	20	2
3	Caminar hacia compuerta		2
4	Pasar desbarbador compuerta	23	3
5	Dejar desbarbador	2	3
6	Tomar lijadora	2	3
7	Lijar techo	40	4
8	Lijar lateral techo	12	3
9	Lijar exterior marcos puertas	7	4
10	Lijar exterior parante	14	3
11	Lijar capot	21	3
13	Dejar lijadora	2	2
14	Tomar toalla limpiadora	2	2
15	limpiar zonas lijadas	23	3
(Total) Tiempo de los Elementos / Tiempo de Caminar o Espera		170	39
Tiempo Total de Ciclo (Seg.)			209

Figura N° 57: Trabajo estandarizado modificado subproceso lijado elpo 2

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Las modificaciones realizadas en el trabajo estandarizado se logró que la estación de lijado elpo 2 baje su carga de trabajo entrando dentro de tiempo real (ATT), esto dio como resultado que los operarios de la estación de lijado elpo 2 no tengan atrasos en la operación y los operarios de lijado elpo 1 absorbieran una tarea de lijado elpo 2, también se quitaron las bancas metálicas que utilizaban en lijado elpo 1 para poder sacar las correas de la puertas ya que la actividad paso a lijado elpo 2 donde están instalada unas bancas fijas que se puede alcanzar con

facilidad, teniendo como resultado que el tiempo utilizado en tomar y retirar la banca se elimine.

Modificar pared de balanceo

Las paredes de balanceo son modificadas con los nuevos tiempos de elemento y caminar del trabajo estandarizado.

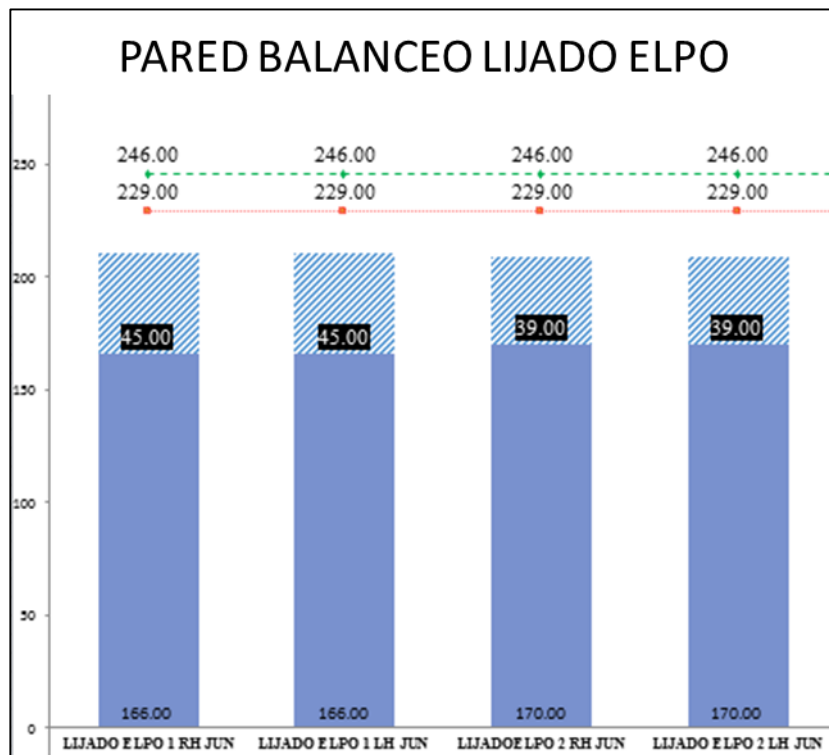


Figura N° 58: Pared de balanceo modificada subproceso lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

La mejora que se evidencia en el balanceo de cargas de trabajo en el tiempo real (ATT) de 219 segundos a 229 segundos permite que la operación se realice en el tiempo establecido disminuyendo los defectos de mal lijado, marca de herramienta y mala limpieza que se ocasionaban por atraso del operador.

Entrenamiento del personal

La mejora que se dio en el subproceso de lijado elpo produjo cambios en la secuencia de trabajo estandarizado, razón por la cual los operarios se deben entrenar en los cambios realizados.

El entrenamiento lo realiza el líder de equipo con la secuencia de trabajo estandarizado, informando de los desperdicios encontrados en el subproceso y las mejoras realizadas, los operarios deben practicar en 5 vehículos la nueva secuencia de trabajo estandarizado sin tener ninguna desviación de calidad que provoque Producto no Conforme.

Alerta de calidad

Los defectos que causan paras y pérdidas de producción se realiza una alerta de calidad que es la retroalimentación de los defectos en la cual los operarios identifican los problemas y las causas que generan.

ALERTA DE CALIDAD	
FECHA: 30-06-17	
DEFECTO: Mal lijado / Marca herramienta / Mala limpieza	
LUGAR DE DETECCION: Lijado elpo	
ESQUEMA DEL DEFECTO	DESCRIPCION DEL DEFECTO
 Mal lijado	Vehículos con defectos de Mal lijado / Marca herramienta / Mala limpieza
 Marca de herramienta	
 Mala limpieza	
CAUSA	
Atraso del operador en lijado elpo 2	
CONSECUENCIA DEL DEFECTO	
Defecto en el vehículo / paras de producción / pérdidas de producción	

Figura N° 59: Alerta de calidad defectos lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Cálculo mejora metodología TOC

La implementación de las mejoras en el subproceso lijado elpo, dio como resultado la reducción de paras, pérdidas de producción y horas extras.

Tabla N° 31: Mejora disponibilidad operacional subproceso lijado elpo

MES	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	MINUTOS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	MINUTOS EXTRAS	TOTAL MINUTOS	PARAS/MES (MIN)	Disponibilidad operacional
JUNIO	22	460	10120	1	60	10180	712	93.01

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

La mejora se evidencia en el mes de Junio mes que se trabajó 22 días reduciendo de 5 horas extras que se utilizaban a 1 hora extra, las paras del subproceso se mejoró en 63% obteniendo más producción.

Tabla N° 32: Mejora hoja de tiempos subproceso lijado elpo

SUBPROCESO	DEMANDA TT(Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Tiempo Real operación (Actual Takt Time) segundos	Unidades / hora Demandadas TT	Unidades / hora Demandadas ATT	Down Time	Over speed %	TT (min)	ATT (min)	uni / día TT	uni / día ATT
PINTURA													
Lijado Elpo	112	246	32	93.01%	229	14.6	15.7	7.0%	7.5%	4.1	3.8	112	120

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

El subproceso de lijado elpo se regula con la mejora de la disponibilidad operacional, bajando la sobre velocidad al 7.5% que es uno de los factores que afectan a la productividad y aumentando el tiempo real de operación a 229 segundos estabilizando el proceso para que el operario no se atrase al realizar la operación

Una vez que las mejoras están implementadas se calcula el porcentaje de valor agregado, eficiencia de la operación (Sigma CT) y la productividad del subproceso.

- Valor agregado

$$\% \text{ Valor agregado} = \sum \text{ tiempo de elemento} / \sum \text{ tiempo de ciclo}$$

$$\% \text{ Valor agregado} = 672 / 840 = 80\%$$

El porcentaje del tiempo que le toma al operador realizar operaciones con valor agregado respecto del tiempo de ciclo en el subproceso lijado elpo subio del 78.37% al 80%

- Eficiencia de operación (Sigma CT)

Eficiencia de operación = $\sum \text{ tiempo de ciclo} / \text{ tiempo real} * \text{ número de operaciones}$

$$\text{Eficiencia de operación} = 840 / 229 * 4 = 91.7\%$$

La eficiencia de la operación con respecto al tiempo real se estabilizo del 99.6% al 91.7%.

- Productividad

Nº personas lijado elpo = 4 personas

Productividad = N° de personas x horas trabajadas / volumen de producción

Tabla N° 33: Cálculo productividad subproceso lijado elpo

MES	VOLUMEN PRODUCCIÓN MENSUAL	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	HORAS DISPONIBLES/MES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	N° PERSONAS	PRODUCTIVIDAD (HPU)
JUNIO	2565	22	460	169	1	170	4	0.26

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos obtenidos se observa que el subproceso de lijado elpo tiene una demanda de 112 unidades con una disponibilidad operacional de 93.01% y su tiempo fuera de línea es de 7.0%, la velocidad ideal de operación es de 246 segundos procesando 14,6 unidades por hora y la velocidad real de operación es 229 segundos procesando 15.7 unidades por hora dando una sobre velocidad del 7.5% con un Sigma CT del 91.7% y un valor agregado de 80% teniendo una mejora en productividad de 0.27 HPU a 0.26 HPU.

Las mejoras de los indicadores del subproceso lijado elpo se pueden apreciar en la siguiente figura.

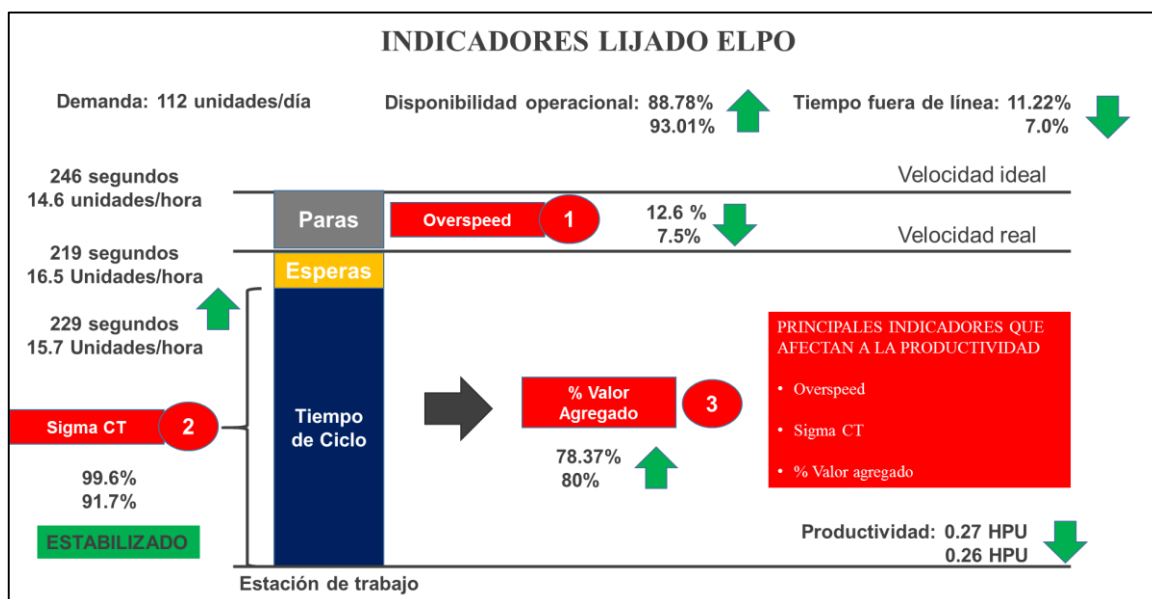


Figura N° 60: Mejora indicadores subproceso lijado elpo

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Con los resultados de las mejoras se procede analizar el estado de las paras registradas en el mes de Junio, el análisis se realiza con los siguientes indicadores:

- Velocidad neta (Gross Speed),
- Objetivo unidades por hora (Target),
- Actual unidades por hora,
- Disponibilidad independiente (Stand Alone Availability)
- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)
- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Análisis mejora subproceso elpo

El subproceso de lijado elpo tiene 93.01% de disponibilidad operacional y 7,5% de tiempo fuera de línea, esta ineficiencia se analiza en unidades por hora verificando la mejora del subproceso obteniendo los siguientes datos.

- Velocidad neta

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo real

Velocidad neta = 3600 segundos/hora / 229 segundos = 15.7 unidades por hora

- Objetivo unidades por hora para la demanda

Objetivo unidades por hora = 3600 segundos / 246 segundos = 14.6 unidades por hora

- Actual unidades por hora

Tabla N° 34: Cálculo actual unidades por hora subproceso lijado elpo.

MES	VELOCIDAD NETA (UNIDADES POR HORA)	DIAS LABORABLES	TIEMPO DISPONIBLE (HORAS)	HORAS EXTRAS	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	UNIDADES AL MES CON VELOCIDAD NETA	REAL UNIDADES MENSUAL	ACTUAL UNIDADES POR HORA
JUNIO	15.7	22	7.67	1	170	2664	2565	15.1

Fuente: Investigación de Campo
Elaborado por: El investigador

- Rendimiento disponibilidad independiente (Stand Alone Availability Throughput)

Rendimiento disponibilidad independiente = Actual unidades / (tiempo disponible – blocked-starving)

Tabla N° 35: Cálculo rendimiento disponibilidad independiente lijado elpo

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	HORAS DISPONIBLE MENSUAL	BLOCKED-STRAVING (MIN)	BLOCKED-STRAVING (HORAS)	RENDIMIENTO DISPONIBILIDAD INDEPENDIENTE
JUNIO	2565	170	157	3	15.3

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MCBF (Número de ciclos promedio entre falla)

MCBF = Número de ciclos realizados / Número de fallas de la estación

Tabla N° 36: Cálculo número de ciclos promedio entre falla lijado elpo

MES	UNIDADES AL MES CON PERDIDA	NUMERO DE FALLAS	MCBF
JUNIO	2565	92	27.9

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

- MTBF (Tiempo promedio entre falla)

Tiempo de ciclo = 3.8 minutos

MTBF = MCBF * Tiempo de ciclo

MTBF= 27.9 * 3.8 minutos = 106.02 minutos

Con la información correspondiente a la mejora en unidades por hora en el subproceso de lijado elpo tiene una pérdida de 0.6 unidades por hora con respecto a la velocidad neta y 0.2 unidades por hora con respecto al rendimiento independiente con un MCBF a 27.9 ciclos y un MTBF de 106.2 minutos

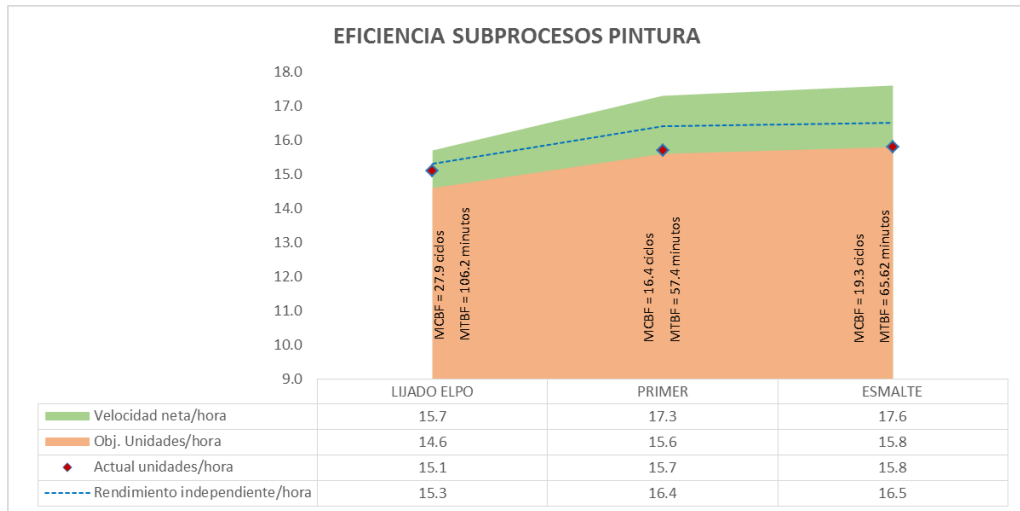


Figura N° 61: Eficiencia subprocesos

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

La mejora en el subproceso lijado elpo es evidente ya que se incrementó la producción en unidades por hora, se redujo la brecha de la sobre velocidad (Overspeed), el tiempo ideal de operación se estabilizo dando como resultado mayor eficiencia en el subproceso mejorando la productividad del área.

Beneficios de la Propuesta

La implementación de las mejoras en el subproceso lijado elpo de la empresa ensambladora de vehículos conlleva los siguientes beneficios.

Beneficios Económicos

- Reducir los costos de la mala calidad que se genera por Producto no Conforme bajando el número de defectos.
- Reducir los costos de horas extras que se genera por las pérdidas de producción afectando directamente a la productividad

- Reducir los costos por minuto de para que se genera en los eventos ocasionados en el subproceso de lijado elpo.

Impacto Ambiental

La implementación de estas mejoras conlleva un impacto ambiental beneficioso a planta ensambladora de vehículos ya que reduce el material utilizado por Producto no Conforme, este material contaminado de pintura es tratado por gestores ambientales calificados.

Esta mejora también contribuye a la política ambiental de la planta ensambladora de vehículos que uno de sus puntos es reducir el desperdicio.

Evaluación económica

El beneficio esperado al elevar el subproceso con restricción en costo por minuto de para se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 37: Beneficio esperado por reducción de costo por minuto perdido

DIAS LABORABLES	MES	MINUTOS PERDIDOS	COSTO MINUTO PERDIDO	TOTAL COSTO	% BENEFICIO ESPERADO	COSTO BENEFICIO ESPERADO
22	JUNIO	852	14	11928	60%	7156.80
21	JULIO	852	14	11928	60%	6831.49
23	AGOSTO	852	14	11928	60%	7482.11
TOTAL						21470.40

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

Como se muestra en la tabla el beneficio que se obtiene cada trimestre es de \$21470,40, los valores mensuales de costo beneficio esperado sirve para realizar la evaluación económica del proyecto.

La inversión que se realizó al elevar el subproceso con restricción se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 38: Inversión mejora subproceso lijado elpo

REQUERIMIENTO	CANTIDAD	TIEMPO	COSTO/UNIDAD	TOTAL
Proyecto analisis capacidad restringida	1	1 mes	2000	\$2,000
Consultor general	1	1 mes	1500	\$1,500
Personal con conocimiento TOC	2	1 mes	1700	\$3,400
TOTAL				\$6,900

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

La inversión total para elevar el subproceso con restricción es de \$6900, valores que fueron utilizados para la identificación y eliminación de desperdicios del subproceso lijado elpo.

El análisis financiero de la mejora en el subproceso lijado elpo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 39: Evaluación económica de la mejora

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	
Tasa descuento	11.83%
VAN a 3 meses	\$14,012.67
TIR a 3 meses	87%

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: El investigador

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis económico del proyecto se concluye que el proyecto es viable al tener un valor actual neto (VAN) positivo a los tres meses de implementación y una tasa interna de retorno (TIR) del 87%, es decir que el proyecto tiene una rentabilidad mayor a la tasa de descuento

Conclusiones y Recomendaciones de la Propuesta

Conclusiones

- Aplicando el proceso de mejora continua TOC se identificó el subproceso con restricción “lijado elpo”, este subproceso tenía un indicador de productividad de 0.27 HPU, dando uso de herramientas de Ingeniería Industrial e implementando mejoras, este subproceso mejoró su productividad a 0.26 HPU.
- La combinación de teorías como análisis TOC y técnicas de manufactura esbelta es factible para el desarrollo de proyectos de mejora continua en los procesos productivos de la planta ensambladora de vehículos, debido a que se identifican claramente los desperdicios y poder encontrar soluciones para eliminarlos o mitigarlos.
- Con la implementación del procedimiento de operación y las mejoras realizadas en el subproceso “lijado elpo” se obtuvo un incremento de producción de 14.7 unidades/hora a 15.1 unidades/hora.
- Con la mejora en el subproceso de lijado elpo se obtiene una reducción de costos de \$21470,40 por trimestre, los mismos que corresponden al costo por minuto perdido.

Recomendaciones

- Implementar el sistema de lijado con aspirado para evitar la contaminación por polvo en la cabina de lijado elpo y poder minimizar el defecto de mala limpieza de suciedades.
- Implementar elevadores manuales en la estación de lijado elpo 2 para que el operario pueda regular la altura a su comodidad y poder lijar las partes altas de la carrocería minimizando el defecto de marca de herramienta por no poder alcanzar dichas partes.
- Capacitación técnica al personal sobre manejo y mantenimiento de las herramientas de lijado, uso de lija y técnica de limpieza de la unidad después de ser lijada.
- Aplicar el quinto paso de la teoría de mejora continua TOC “Identificar la nueva restricción” ya que el sistema es diferente y puede ocurrir que el elemento que fue la restricción ya no lo sea más y otro elemento pase a ser la nueva restricción.

BIBLIOGRAFÍA

- (Acero Navarro, 2003). Administración de operaciones aplicando la teoría de restricciones en una pyme.
- (Alban Bonilla, 2009). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo en la planta de pintura de partes plásticas de la empresa de transportes Omnibus BB.
- (CALIDAD, 2010). Ley del sistema ecuatoriano de calidad.
- (Chain, 2014). Retos en Supply chain
- (Curillo Curillo, 2014). Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA.
- (Dávila Seijas, 2008). Desarrollo del plan de acción de control de procesos de la planta de pintura área piezas plásticas en gmv.
- (Flores, 2009). Optimización de la producción, en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa plasticaucho industrial s.a.
- (García Cortés & Saavedra García, 2006). Propuesta para aplicar la teoría de restricciones, en la empresa: ingeniería del frío de hidalgo s.a. de c.v.
- (Guzman & Salvatore, 2009). Mejoramiento de los procesos de manufactura de la planta de pintura de GM-OBB mediante la metodología Six Sigma

- (Peláez Castillo, 2009). Desarrollo de una Metodología para Mejorar la Productividad del Proceso de Fabricación de Puertas de Madera
- (Pisco Ríos, 2006). Análisis y Planteamiento de Mejoras de una Planta de Producción de Materiales de Aceros Laminados Aplicando Teoría de las Restricciones (TOC)
- (UTI, 2011). Políticas y líneas de investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

ANEXOS

Anexo 1

SUBPROCESO	DEMANDA TT (Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Tiempo Real operación (Actual Takt Time) segundos	Unidades / hora Demandadas TT	Unidades / hora Demandadas ATT	Down Time	Over speed %	TT (min)	ATT (min)	uni / día TT	uni / día ATT
PINTURA													
MOVILES													
Recepción sts 20	112	246	28	94.0%	232	14.6	15.5	6.0%	6.38%	4.1	3.9	112	119
Fosfato y Elpo	112	274	25	95.1%	261	13.1	13.8	4.9%	5.2%	4.6	4.3	112	118
Lijado Elpo	112	246	52	88.8%	219	14.6	16.5	11.2%	12.6%	4.1	3.6	112	126
Sellado Unidad	112	230	49	88.7%	204	15.6	17.6	11.3%	12.7%	3.8	3.4	112	126
Primer	112	230	41	90.5%	208	15.6	17.3	9.5%	10.5%	3.84	3.5	112	124
Cabina Esmalte	112	228	43	90.0%	205	15.8	17.6	10.0%	11.2%	3.79	3.4	112	124
Finesse	112	246	96	79.2%	195	14.6	18.4	20.8%	26.3%	4.1	3.3	112	141
Status 60 Pasajeros	82	227	25	91.8%	208	15.9	17.3	8.2%	8.9%	3.8	3.5	82	89
Status 60 Comerciales	30	300	9	94.2%	283	12.0	12.7	5.8%	6.2%	5.0	4.7	30	32

Anexo 2

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
ESMALTE	5094.543	1524
CALIDAD PINTURA	1581	473
INTERNAL	1377	412
GOTAS	164.5	49
SKUCK PANELES	151	45
COLOR PLATA	144	43
SUCIEDADES	139	42
REPROCESOS	116	35
CONTAMINADO	105	31
NITROTHERM	104	31
PROBLEMAS COLOR	67	20
FALTA COLOR	55	16
COLOR PLOMO	46	14
DATA PACK	44	13
MAL LIJADO	33	10
RETROALIMENTACION	29	9
CALIDAD	25	7
GOLPES	19	6
SIN UNIDADES	19	6
VETAS	17	5
CHORREADO	16	5
SIN COLOCAR	14	4
MATERIAL	13	4
PIEL DE NARANJA	12.5	4
PILOTO S3	9	3
SIN PINTAR	8	2
CONDENSADO	6	2
TOPADO EN FRESCO	5	1
DAÑO BOMBA	5	1
TONO DIFERENTE	4	1
ATRASO OPERADOR	4	1
FIBRA	3	1
STARVING	204	61
SIN UNIDADES	63	19
CHASIS MAL CURADO	61	18
TEMPERATURA CABINA	20	6
DATA PACK	17	5

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
DAÑO PISTOLA	14	4
SUCIEDADES	8	2
CURADO CHASIS	8	2
SKUCK PANELES	8	2
CONDENSADO	5	1
LOGISTICA	6	2
STARVING	6	2
SIN UNIDADES	6	2
MANTENIMIENTO PINTURA	997	298
INTERNAL	787	235
AVERIA	139	42
GOTAS	123	37
DAÑO BOMBA	114	34
HOLLIN	87	26
TEMPERATURA CABINAS	68	20
MAQUINARIA	47	14
DAÑO PISTOLA	36	11
SIN PINTAR	35	10
AVERIA MESA	27	8
TEMPERATURA CABINA	18	5
DESCARRILAMIENTO	16	5
SIN UNIDADES	12	4
CONTAMINADO	9	3
DAÑO SKUK	7	2
CORTE ENERGIA	7	2
GRUMOS	6	2
CRATERES	5	1
SIN AIRE	5	1
REPROCESOS	5	1
CONDENSADO	5	1
TOPADO EN FRESCO	4	1
MAL LJADO	4	1
DESBALANCEO	4	1
HUMEDAD	4	1
STARVING	210	63
AVERIA	75	22
TEMPERATURA CABINAS	54	16
CALIDAD	29	9
DAÑO BOMBA	27	8
HOLLIN	10	3
DAÑO SKUK	6	2
DAÑO CADENA	6	2
GOTAS	3	1
MATERIALES	4	1
STARVING	4	1
SIN MATERIAL	4	1
PPG	186	56
INTERNAL	173	52
PROBLEMAS COLOR	98	29
FALTA COLOR	35	10
PPG	10	3
CONTAMINADO	9	3
REPROCESOS	9	3
VETAS	5	1
MAL LJADO	4	1
SUCIEDADES	3	1
STARVING	13	4
PROBLEMAS COLOR	5	1
MARCA HERRAMIENTA	5	1
CHORREADO	3	1

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
PROCESO SUELDA	37	11
INTERNAL	23	7
SIN COLOCAR	12	4
ESQUIRLA	9	3
SUCIEDADES	2	1
STARVING	14	4
CAMBIO CARROCERIA	8	2
SIN UNIDADES	6	2
PRODUCCION	1941.5	581
BLOCKED	11	3
LINEA LLENA	7	2
FALTA COLOR	4	1
INTERNAL	1565.5	468
SUCIEDADES	669.5	200
GOTAS	238	71
CALIDAD	65	19
REPROCESOS	50	15
ATRASO OPERADOR	40	12
COLOR PLATA	40	12
CHORREADO	39	12
TOPADO EN FRESCO	37	11
MANGUERA ROTA	36	11
TOPEs	35	10
FALTA COLOR	34	10
SIN UNIDADES	33	10
SKUCK PANELES	30	9
RETROALIMENTACION	26	8
GOLPES	25	7
AVERIA	21	6
CONDENSADO	18	5
VETAS	17	5
PARO PROCESO	15	4
SOBREPRODUCCIÓN	13	4
LINEA LLENA	10	3
FIBRA	9	3
PILOTO S3	8	2
DESPOSTILLADO	8	2
MARCA LIJA	7	2
PINTURA HERVIDA	6	2
PROBLEMAS COLOR	5	1
CHASIS MAL CURADO	5	1
CONTAMINADO	5	1
MOTEADO	5	1
RESIDUO SELLANTE	4	1
SIN COLOCAR	4	1
CORTE ENERGIA	4	1
MARCA HERRAMIENTA	2	1
PIEL DE NARANJA	2	1
STARVING	365	109
SIN UNIDADES	164	49
SUCIEDADES	142	42
RETROALIMENTACION	16	5
GOTAS	10	3
CURADO CHASIS	8	2
AVERIA MESA	8	2
AVERIA	7	2
TOPEs	6	2
LINEA LLENA	4	1
PROYECTOS	7	2
STARVING	7	2

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
CONDENSADO	7	2
WFG	335.043	100
BLOCKED	4	1
SIN ENERGIA	4	1
INTERNAL	321.043	96
CONDENSADO	194	58
SIN ENERGIA	68.043	20
SIN UNIDADES	19	6
DAÑO BOMBA	11	3
PROBLEMAS COLOR	10	3
AVERIA	10	3
SIN AIRE	5	1
FLUJOS	4	1
STARVING	10	3
SIN UNIDADES	8	2
SIN AIRE	2	1
PRIMER	4841	1422
CALIDAD PINTURA	1449.033	426
BLOCKED	619	182
NITROTHERM	168	49
COLOR PLATA	65	19
MARCA HERRAMIENTA	56	16
REPROCESOS	47	14
DAÑO BOMBA	43	13
FALTA COLOR	41	12
CONTAMINADO	38	11
PROBLEMAS COLOR	37	11
CHORREADO	34	10
COSTRAS	20	6
CHASIS MAL CURADO	19	6
DATA PACK	12	4
COLOR PLOMO	10	3
RETROALIMENTACION	8	2
AVERIA	8	2
SIN PINTAR	5	1
MAL LIJADO	4	1
LINEA LLENA	4	1
INTERNAL	563.033	165
MALA NIVELACIÓN	212	62
COSTRAS	129	38
HUMEDAD	40	12
SIN MATERIAL	28	8
MATERIAL	26	8
DAÑO HERRAMIENTA	18	5
CORTINAS AGUA	16	5
SIN COLOCAR	14	4
TEMPERATURA HORNO	13	4
CALIDAD	12	4
RESIDUO SELLANTE	11	3
PILOTO S3	11	3
MAQUINARIA	8	2
GRUMOS	5	1
TOBERAS	4.033	1
DATA PACK	4	1
PRUEBA EN LINEA	4	1
RETROALIMENTACION	4	1
NITROTHERM	4	1
STARVING	267	78
CHASIS MAL CURADO	112	33
SIN UNIDADES	107	31

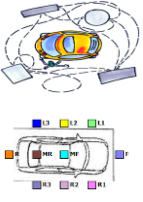





AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
DAÑO HORNO	44	13
TRABAJOS REALIZADOS	4	1
ENSAMBLE COMERCIALES	4	1
BLOCKED	4	1
GOLPES	4	1
MANTENIMIENTO PINTURA	1193	350
BLOCKED	427	125
TEMPERATURA CABINAS	122	36
HOLLIN	72	21
AVERIA	66	19
DAÑO BOMBA	44	13
MAQUINARIA	43	13
DAÑO PISTOLA	31	9
DESBALANCEO	23	7
DESCARRILAMIENTO	16	5
DAÑO SKUK	10	3
INTERNAL	743	218
MALA NIVELACIÓN	361	106
AVERIA	119	35
DAÑO BOMBA	38	11
DAÑO CADENA	34	10
MAQUINARIA	34	10
TEMPERATURA CABINA	28	8
DAÑO HORNO	23	7
DAÑO MESA	19	6
GRUMOS	16	5
HUMEDAD	16	5
DAÑO SKUK	14	4
TEMPERATURA HORNO	13	4
TEMPERATURA CABINAS	11	3
DAÑO PISTOLA	4	1
UNIDAD TRABADA	4	1
CONTAMINADO	3	1
DESPOSTILLADO	3	1
DESCARRILAMIENTO	3	1
STARVING	23	7
AVERIA	19	6
TEMPERATURA CABINAS	4	1
MATERIALES	28	8
INTERNAL	22	6
MATERIAL	11	3
SIN MATERIAL	7	2
REPROCESOS	4	1
STARVING	6	2
SIN UNIDADES	6	2
PPG	118	35
BLOCKED	33	10
PROBLEMAS COLOR	12	4
CHORREADO	8	2
PPG	7	2
FALTA COLOR	6	2
INTERNAL	85	25
MALA NIVELACIÓN	55	16
FLUJOS	11	3
PPG	10	3
FALTA COLOR	9	3
PROCESO SUELDA	229.033	67
INTERNAL	126.033	37
MALA NIVELACIÓN	24	7
GOLPES	23.033	7

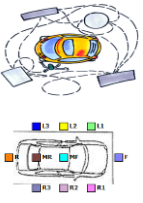





AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
TOPADO EN FRESCO	16	5
REPROCESOS	15	4
PUNTOS DE SUELDA	11	3
SELLANTE NEGRO	8	2
DESPOSTILLADO	7	2
ESQUIRLA	7	2
TOPE	4	1
RESIDUO SELLANTE	4	1
PILOTO S3	4	1
CONTAMINADO	3	1
STARVING	103	30
PILOTO S3	42	12
GOLPES	40	12
SIN UNIDADES	8	2
ATRASO OPERADOR	6	2
CAMBIO CARROCERIA	4	1
PUNTOS DE SUELDA	3	1
PRODUCCION	1540	452
BLOCKED	375	110
CHORREADO	93	27
REPROCESOS	59	17
COLOR PLATA	44	13
FALTA COLOR	40	12
GOTAS	28	8
LINEA LLENA	20	6
MANGUERA ROTA	12	4
CONTAMINADO	11	3
TOPADO EN FRESCO	10	3
COLOR PLOMO	8	2
SUCIEDADES	8	2
AVERIA	7	2
ATRASO OPERADOR	7	2
NITROTHERM	6	2
MALA LIMPIEZA	6	2
MAL LIJADO	5	1
PINTURA HERVIDA	4	1
MARCA HERRAMIENTA	4	1
TEMPERATURA CABINAS	3	1
INTERNAL	980.5	288
MALA NIVELACIÓN	391	115
TOPE	157.5	46
CALIDAD	55	16
RETROALIMENTACION	49	14
LLUVIA	46	14
SIN UNIDADES	43	13
SUCIEDADES	40	12
COSTRAS	30	9
SIN COLOCAR	28	8
TOPADO EN FRESCO	21	6
ATRASO OPERADOR	17	5
PEPAS	13	4
GOTAS	12	4
TEMPERATURA CABINA	12	4
MATERIAL	11	3
CONTAMINADO	11	3
AVERIA	8	2
PILOTO S3	8	2
RESIDUO SELLANTE	8	2
REPROCESOS	6	2
COLOR PLATA	4	1

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
CHORREADO	4	1
MAQUINARIA	4	1
SIN MATERIAL	2	1
STARVING	184.33	54
SIN UNIDADES	153.33	45
SUCIEDADES	19	6
MANGUERA ROTA	4	1
RETROALIMENTACION	4	1
SIN COLOCAR	4	1
PROYECTOS	8	2
INTERNAL	8	2
GOTERAS	8	2
WFG	272	80
BLOCKED	112	33
DAÑO BOMBA	52	15
CONDENSADO	33	10
CONTAMINADO	11	3
SIN AIRE	8	2
CORTE ENERGIA	8	2
INTERNAL	160	47
MALA NIVELACIÓN	44	13
CORTE ENERGIA	31	9
MAQUINARIA	28	8
AVERIA	26	8
SIN ENERGIA	16	5
SIN AIRE	8	2
PARO PROCESO	7	2
LIJADO ELPO	5689	1572
CALIDAD PINTURA	1018.76	282
BLOCKED	60.24	17
LINEA LLENA	29.26	8
CALIDAD	22.98	6
DAÑO BOMBA	8	2
INTERNAL	611.73	169
CONTAMINADO	316	87
CONDENSADO	122	34
COSTRAS	75	21
CALIDAD	39.89	11
SIN UNIDADES	17.06	5
PILOTO S3	15	4
LINEA LLENA	12.78	4
UNIDAD GOLPEADA	10	3
OXIDADO	4	1
STARVING	346.79	96
CHASIS MAL CURADO	196	54
LIMPIEZA DE UNIDADES	115.79	32
SIN SKUK	19	5
ATRASO OPERADOR	16	4
CKD	49	14
INTERNAL	49	14
CONTAMINADO	21	6
GOLPES	13	4
RESIDUO SELLANTE	12	3
SELLANTE NEGRO	3	1
MANTENIMIENTO PINTURA	350.9	97
BLOCKED	79	22
LINEA LLENA	74	20
TEMPERATURA HORNO	5	1
INTERNAL	121.1	33
AVERIA	68.1	19

AREA/RESPONSABLE/ESTADO/CAUSA	TIEMPO PERDIDO	UNIDADES PERDIDAS
SIN SKUK	23	6
PARO PROCESO	19	5
LINEA LENA	11	3
STARVING	150.8	42
SIN SKUK	80	22
CUBA KTL	27.7	8
LINEA LENA	16.1	4
DAÑO HORNO	15	4
TEMPERATURA HORNO	12	3
PPG	15	4
INTERNAL	15	4
GOTAS	15	4
PROCESO SUELDA	172.81	48
INTERNAL	35.81	10
LINEA LENA	19.51	5
SIN UNIDADES	16.3	5
STARVING	137	38
CAMBIO CARROCERIA	87	24
PILOTO S3	50	14
PRODUCCION	3933.609	1087
BLOCKED	7.23	2
LINEA LENA	7.23	2
INTERNAL	3551.039	981
MAL LIJADO	1624.22	449
MARCA HERRAMIENTA	783.703	217
MALA LIMPIEZA	733.396	203
CALIDAD	97.24	27
REPROCESOS	80	22
LINEA LENA	62.74	17
ATRASO OPERADOR	29	8
GOTAS	25	7
MANGUERA ROTA	25	7
MATERIAL	22	6
AVERIA MESA	20.56	6
PARO PROCESO	15	4
AVERIA	13.18	4
GOLPES	9	2
SIN CALAFATEO	7	2
TOPE	4	1
STARVING	375.34	104
LINEA LENA	113	31
SIN UNIDADES	103.99	29
CALIDAD	73.35	20
OHS DESCARGADO	45	12
REPROCESOS	26	7
DESCARGA UNIDADES	14	4
PROYECTOS	34	9
INTERNAL	9	2
PILOTO S3	9	2
STARVING	25	7
PILOTO S3	25	7
WFG	114.82	32
INTERNAL	30.36	8
CORTE ENERGIA	20.36	6
GOTAS	10	3
STARVING	84.46	23
SIN ENERGIA	49	14
CORTE ENERGIA	35.46	10
TOTAL	15624	4541

Anexo 3

Check list de Observación - Identificación de desperdicios				
Equipo de trabajo:	Lijado elpo 1	Fecha:	12/6/2017	
Estación de trabajo:	Primera estación	Realizado por:	Lider de equipo	
Tipos de Desperdicios	Ejemplos de desperdicio - Criterio	Ideal	Actual	OBSERVACIONES
 <p>EXCESO DE MOVIMIENTOS DEL OPERADOR</p>	1 Caminar para tomar partes	Cero	0	
	2 Caminar alrededor del vehículo (sin tomar o ensamblar partes)	Cero	2	Caminar a coger malla
	3 Caminar a tomar la herramienta	Cero	3	Caminar a coger, lijadora, paño limpieza
	4 Caminar para intercambiar batería de máquina / transbordo de partes	Cero	0	
	5 Número de zonas del vehículo que trabaja el operador	≤ 3	2	
	6 Caminar con partes en las manos (caminar después de tomar la parte)	Cero	0	
	7 Realización de movimientos innecesarios para la operación	Cero	2	Caminar a coger banca para soltar correas
 <p>ESPERA</p>	8 Esperando partes	Cero	0	
	9 Esperando SPS	Cero	0	
	10 Operador en espera de la máquina	Cero	2	Termina antes del ATT
	11 Máquina en espera del operador	Cero	0	
	12 Máquina en espera de máquina	Cero	0	
	13 Espera de máquina defectuosa / descanso	Cero	0	
 <p>EXCESO DE INVENTARIOS</p>	14 Herramientas no utilizadas	Cero	1	Espatula en rack
	15 Inventario de partes pequeñas	≤ 2h	0	
	16 Inventario de partes grandes	≤ 1h	0	
	17 Utilización inadecuada del rack (equipos)	Cero	2	No hay donde colgar la lijadora y donde poner paño limpieza
 <p>TRANSPORTES</p>	18 Desembalaje de partes (Hecho para la producción)	≤ 3% del ciclo	0	
	19 Tomar partes que fueron preparadas previamente por otro operador.	Cero	0	
	20 Transbordo de partes (sin caminar)	Cero	0	
 <p>CORRECCIONES</p>	21 Partes similares próximas entre sí	Cero	0	
	22 Estación dedicada para el montaje de un solo componente, por ejemplo, la plataforma para el montaje de las barras de techo (monotonía).	Cero	0	
	23 Problemas de calidad en las partes / componentes	Cero	0	
	24 Problemas que requieren algún tipo de retrabajo	Cero	0	
 <p>PROCESOS INNECESARIOS</p>	25 Operaciones / acciones que se realizan sin estar descritas en el Trabajo Estandarizado	Cero	2	Tomar banca
	26 Operaciones temporales	Cero	0	
	27 El operador desplaza o remueve objetos que son un obstáculo en la operación	Cero	2	banca metálicas
	28 Operaciones innecesarias	Cero	2	lijar partes no vistas (Paso rueda)
<p>SOBREPRODUCCIÓN</p>	29 Buffer de partes / sub ensamblés	≤ max. Especific	0	
	30 Falta identificación de máximos y mínimos en buffers	Cero	0	
	31 Overspeed (con soporte del coordinador de producción)	11 % max.	12.60%	12.6% overspeed

Check list de Observación - Identificación de desperdicios					
Equipo de trabajo:	Lijado elpo 2		Fecha:		14/6/2017
Estación de trabajo:	Segunda estación		Realizado por:		Líder de equipo
Tipos de Desperdicios	Ejemplos de desperdicio - Criterio		Ideal	Actual	OBSERVACIONES
	1	Caminar para tomar partes	Cero	0	
	2	Caminar alrededor del vehículo (sin tomar o ensamblar partes)	Cero	2	Camina a coger desbarbador
	3	Caminar a tomar la herramienta	Cero	3	Camina a coger,desbarbador, lijadora, paño limpieza
	4	Caminar para intercambiar batería de máquina / transbordo de partes	Cero	0	
	5	Número de zonas del vehículo que trabaja el operador	≤ 3	2	
	6	Caminar con partes en las manos (caminar después de tomar la parte)	Cero	0	
	7	Realización de movimientos innecesarios para la operación	Cero	0	
EXCESO DE MOVIMIENTOS DEL OPERADOR	8	Esperando partes	Cero	0	
 <p>ESPERA</p>	9	Esperando SPS	Cero	0	
	10	Operador en espera de la máquina	Cero	0	
	11	Máquina en espera del operador	Cero	2	Termina despues del ATT
	12	Máquina en espera de máquina	Cero	0	
	13	Espera de máquina defectuosa / descanso	Cero	0	
	14	Herramientas no utilizadas	Cero	1	Espatula en rack
 <p>EXCESO DE INVENTARIOS</p>	15	Inventario de partes pequeñas	≤ 2h	0	
	16	Inventario de partes grandes	≤ 1h	0	
	17	Utilización inadecuada del rack (equipos)	Cero	2	No hay donde colgar la lijadora y donde poner paño limpieza
	18	Desembalaje de partes (Hecho para la producción)	≤ 3% del ciclo	0	
 <p>TRANSPORTES</p>	19	Tomar partes que fueron preparadas previamente por otro operador.	Cero	0	
	20	Transbordo de partes (sin caminar)	Cero	0	
	21	Partes similares próximas entre sí	Cero	0	
 <p>CORRECCIONES</p>	22	Estación dedicada para el montaje de un solo componente, por ejemplo, la plataforma para el montaje de las barras de techo (monotonía)	Cero	0	
	23	Problemas de calidad en las partes / componentes	Cero	0	
	24	Problemas que requieren algún tipo de retrabajo	Cero	0	
	25	Operaciones / acciones que se realizan sin estar descritas en el Trabajo Estandarizado	Cero	0	
 <p>PROCESOS INNESARIOS</p>	26	Operaciones temporales	Cero	0	
	27	El operador desplaza o remueve objetos que son un obstáculo en la operación	Cero	0	
	28	Operaciones innecesarias	Cero	2	lijar partes no vistas (interior en marcos puertas donde va el caucho de protección)
	29	Buffer de partes / sub ensambles	≤ max. Especific	0	
SOBREPRODUCCIÓN	30	Falta identificación de máximos y mínimos en buffers	Cero	0	
	31	Overspeed (con soporte del coordinador de producción)	11 % max.	12.60%	12.6% overspeed

PROCEDIMIENTO

Anexo 4

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DEL MÉTODO DE MEJORA CONTINUA TOC EN PROCESOS PRODUCTIVOS DE UNA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS

1. OBJETIVO

El presente documento tiene por objetivo establecer el método de análisis, control y seguimiento de mejora continua mediante el sistema de teoría de restricciones.

2. ALCANCE Y RESPONSABILIDAD

El presente procedimiento será aplicado a todos los procesos productivos de las instalaciones de la ensambladora de vehículos.

La responsabilidad de la aplicación de este instructivo corresponde al Gerente de Operaciones de Manufactura.

El Ingeniero de procesos del área realizará el análisis de restricciones en los procesos productivos y será responsable de la coordinación, así como de la transmisión de información, instrucciones y resultados, necesarios para la ejecución de la mejora requerida. Así mismo tendrá como responsabilidad la elaboración, revisión y modificación de este instructivo.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Gerenciamiento por Takt Time

PROCEDIMIENTO

4. DEFINICIONES

- **Gerenciamiento por Takt Time**

Demanda: Unidades diarias a producir según requerimientos del mercado

Tiempo de elemento: Tiempo de la actividad que realiza el operador con valor agregado

Tiempo de ciclo: Tiempo total que realiza el operador con lo que agrega y no agrega valor

TDO: Tiempo disponible

Takt Time: Tiempo Ideal de operación

Up Time: Disponibilidad Operacional

Down Time: Tiempo fuera de línea

Actual Takt Time: Tiempo real de operación

Overspeed: Sobre velocidad

V.A.: Valor agregado

Sigma CT: Eficiencia de operación

HPU: Horas-hombre por unidad

- **Análisis unidades/hora**

Blocked: Es el porcentaje de la condición en la cual una estación está operable, pero ha dejado de producir porque no puede transferir su unidad terminada a la siguiente estación.

Starving: Es el porcentaje de la condición en la cual la estación está operable, pero ha dejado de producir porque no está recibiendo piezas de la estación anterior.

Gross Speed: Velocidad neta

Target: Objetivos unidades por hora

Stand Alone Availability: Disponibilidad independiente

MCBF: Número de ciclos promedio entre fallas

MTBF: Tiempo promedio entre fallas

5. DESARROLLO

PROCEDIMIENTO

Para el análisis de mejora continua de teoría de restricciones en los procesos productivos se procederá de la siguiente manera.

1. Cálculo gerenciamiento por Takt Time

- **TDO:** Tiempo disponible

$$\text{TDO} = \text{Tiempo programado real} - \sum (\text{paras programadas})$$

- **Takt Time:** Tiempo Ideal de operación

$$\text{TT} = \text{Tiempo disponible para producir por turno} / \text{demanda}$$

- **Up Time:** Disponibilidad Operacional

$$\text{UP Time} = \frac{\text{Tiempo disponible de operación (min)} - \sum \text{Paras no programadas (min)}}{\text{Tiempo disponible de operación (min)}}$$

- **Down Time:** Tiempo fuera de línea

$$\text{Down Time} = \frac{\sum \text{Paras no programadas (min)}}{\text{Tiempo disponible de operación (min)}}$$

- **Actual Takt Time:** Tiempo real de operación

$$\text{ATT} = \text{Tiempo ideal} \times \text{Disponibilidad operacional}$$

PROCEDIMIENTO

- **Overspeed:** Sobre velocidad

$$\text{Sobre velocidad} = \frac{\text{Tiempo ideal} - \text{Tiempo real}}{\text{Tiempo real}}$$

- **Valor Agregado**

$$\% \text{ V.A.} = \frac{\sum \text{ tiempo de elemento}}{\sum \text{ tiempo de ciclo}}$$

- **Sigma CT:** Eficiencia de operación

$$\text{Sigma CT} = \frac{\sum \text{ tiempo de ciclo}}{\text{tiempo real}} * \# \text{ de operaciones}$$

- **Productividad:** HPU

$$\text{Productividad} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de personas} \times \text{ horas trabajadas})}{\text{volumen de producción}}$$

Los datos obtenidos se deben colocar en la hoja de Excel de control de producción y desplegar en las estaciones de trabajo para conocimiento de todo el personal.

SUBPROCESO	DEMANDA TT (Unidades a producir por turno)	Tiempo ideal operación (Takt Time) segundos	Minutos PARAS/día	Up Time %	Tiempo Real operación (Actual Takt Time) segundos	Unidades / hora Demandadas TT	Unidades / hora Demandadas ATT	Down Time	Over speed %	TT (min)	ATT (min)	uni / día TT	uni / día ATT
PINTURA													
<i>MOVILES</i>													
Recepción sts 20	112	246	28	94.0%	232	14.6	15.5	6.0%	6.38%	4.1	3.9	112	119
Fosfato y Elpo	112	274	25	95.1%	261	13.1	13.8	4.9%	5.2%	4.6	4.3	112	118
Lijado Elpo	112	246	52	88.8%	219	14.6	16.5	11.2%	12.6%	4.1	3.6	112	126
Sellado Unidad	112	230	49	88.7%	204	15.6	17.6	11.3%	12.7%	3.8	3.4	112	126
Primer	112	230	41	90.5%	208	15.6	17.3	9.5%	10.5%	3.84	3.5	112	124
Cabina Esmalte	112	228	43	90.0%	205	15.8	17.6	10.0%	11.2%	3.79	3.4	112	124
Finesse	112	246	96	79.2%	195	14.6	18.4	20.8%	26.3%	4.1	3.3	112	141
Status 60 Pasajeros	82	227	25	91.8%	208	15.9	17.3	8.2%	8.9%	3.8	3.5	82	89
Status 60 Comerciales	30	300	9	94.2%	283	12.0	12.7	5.8%	6.2%	5.0	4.7	30	32
Sistema de Partes Plásticas (coches)	112	184	2	99.3%	183	19.5	19.7	0.7%	0.7%	3.1	3.0	112	113

Figura N°1. Hoja de control de producción

PROCEDIMIENTO

2. Cálculo unidades/hora

- **Gross Speed:** Velocidad neta

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo real

- **Target:** Objetivos unidades por hora

Velocidad neta= 60 minutos / tiempo ideal

- **Actual unidades por hora**

Actual: Real número de unidades / velocidad neta

- **Stand Alone Availability:** Disponibilidad independiente

SAA = Actual unidades / (tiempo disponible – blocked-starving)

- **MCBF:** Número de ciclos promedio entre fallas

MCBF = Número de ciclos realizados / Número de fallas de la estación

- **MTBF:** Tiempo promedio entre falla

MTBF = MCBF * Tiempo de ciclo

Con los datos obtenidos en unidades por hora se debe realizar un gráfico de área 2D para poder analizar donde está el subproceso con restricción.

PROCEDIMIENTO

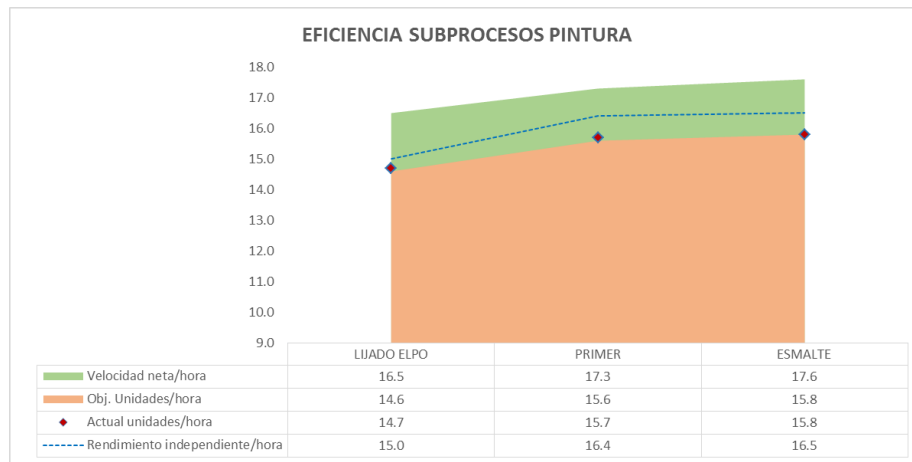


Figura N°2. Eficiencia subproceso pintura

6. ESCALONAMIENTO

- Equipo multidisciplinario
- Cierre Gerencial solución de problemas

7. REGISTRO PARAS PROCESOS PRODUCTIVOS

El registro en Excel mantendrá los siguientes datos:

- Minutos de para
- Cantidad de unidades perdidas
- Causas de la para registrada
- Responsable de la para registrada
- Estado (Blocked-Starving-Internal)

PROCEDIMIENTO

Para identificar el responsable de las paras en los procesos productivos regirse a la siguiente tabla:

ESTATUS	AREA RESPONSABLE
11	Salida de Celdas
15	Ingreso Pintura
20	Pintura Elpo
30	Descarga Over Head
33	Unidades calafateadas
35	Pintura Primer
40	Pintura Esmalte
50	Unidades OK
60	Ingreso Ensamble
70	Matrimonio
80	Unidad producida
81	Alineadora
83	Prueba de ruidos
85	Línea Care
87	Rep. Inspección Ensamble
88	Liberación GCA

PROCEDIMIENTO

7. CONTROL DE MODIFICACIONES

Revisión 0: emisión

<i>EMITIDO POR:</i>	<i>REVISADO POR:</i>	<i>APROBADO POR:</i>
INGENIERO DE PROCESOS	SUPERINTENDENTE	GERENCIA MANUFACTURA
<i>FECHA:</i>	<i>FECHA:</i>	<i>FECHA:</i>
SEPTIEMBRE 2017	SEPTIEMBRE 2017	SEPTIEMBRE 2017

PROCEDIMIENTO

Anexo 5

PROCEDIMIENTO PLANTA DE PINTURA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS

1. OBJETIVO

El presente documento tiene por objetivo dar a conocer las cuatro secciones de una planta de pintura ensambladora de vehículos.

2. ALCANCE Y RESPONSABILIDAD

El presente procedimiento será aplicado a todos los procesos productivos del área de pintura de una ensambladora de vehículos.

La responsabilidad de la aplicación de este instructivo corresponde al Gerente de Operaciones de Manufactura.

El Ingeniero de procesos y de calidad del área será responsable de la coordinación, así como de la transmisión de información, instrucciones y resultados, necesarios para la ejecución de la operación requerida. Así mismo tendrá como responsabilidad la elaboración, revisión y modificación de este instructivo.

PROCEDIMIENTO

Todos los operarios de la ensambladora de vehículos darán la aplicación y seguimiento de este instructivo tomando las medidas adicionales que estime necesarias, documentando y justificando las novedades.

También deben cumplir las normas de seguridad establecidas, así como de seguir el cumplimiento del Plan de Calidad.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Manual de planta de una ensambladora de vehículos

4. DEFINICIONES

Cargobus: Estructura metálica móvil que constituye el medio de transporte para carrocerías o vehículos que aún no se sustentan sobre ruedas. Se moviliza en un riel sobre cabeza; sujeta una carrocería, la levanta y la transporta de una estación de trabajo a otra.

Contenido Local: Partes que conforman el vehículo que son producidas en proveedores locales en lugar de ser importadas desde fuentes CKD. Estas partes son rediseñadas y manufacturadas en cumplimiento de diseños originales, requerimientos de seguridad, calidad, confiabilidad, manufacturabilidad, mantenibilidad, durabilidad y costo.

Cordón de soldadura: Línea en que el metal fue fundido para producir una soldadura. El cordón une dos o más partes metálicas de manera definitiva por fusión del área soldada.

PROCEDIMIENTO

Dolly, skid, skuk: Coche móvil que transporta carrocerías o vehículos de una estación de trabajo a otra. Dolly, skid y skuks se diferencian entre sí por la posición de sus ruedas en relación a la línea de producción y en cómo se sujetan de las cadenas de la línea.

Estación de trabajo: Área de dimensión delimitada en donde se ejecuta un conjunto de operaciones de ensamblaje en un vehículo en producción.

FIFO: Patrón de producción que da prioridad de uso a la primera parte, componente o vehículo que ingresa a una etapa productiva.

Fuente CKD: Planta de manufactura o de diseño y manufactura en donde las partes de un vehículo son producidas por primera vez y para exportación hacia las plantas de ensamblaje CKD.

JIG: Estructura o molde metálico que permite ubicar paneles metálicos del vehículo en una posición fija antes de ser iniciar la soldadura de un subensamble.

Justo a tiempo: Sistema de entrega de materiales, componentes y vehículos en que estos son colocados en el lugar requerido justo en el momento en que van a ser utilizados, eliminando el almacenamiento e inventario innecesario.

Manufactura Lean: Sistema de manufactura que sustituye a la producción en masa. Enmarcada en el mejoramiento continuo, sostiene que el tiempo de todo cliente, interno o externo e incluso el tiempo en que los materiales esperan para ser utilizados en un proceso

PROCEDIMIENTO

es altamente valioso; por lo tanto no debe ser ocupado con actividades o esperas innecesarias. Consecuentemente logra generar y agregar valor eliminando desperdicios administrativos y operativos, mejorando la calidad, seguridad y ergonomía del puesto de trabajo, aumentando la calidad y confiabilidad de los productos e incentivando y acogiendo al máximo las iniciativas, sugerencias, creatividad e involucramiento de los empleados.

Panel metálico: Se refiere a una parte de la carrocería de un carro. Normalmente de acero, puede ser externo y visible o interno, no visible y estructural de un vehículo. Los paneles se originan de una plancha de acero que recibe su forma en prensas hidráulicas.

Riel ergonómica: Viga móvil sobre la que se sujeta un equipo de soldadura. Permite al operador manipular un equipo con mínimo esfuerzo y permite mayor precisión de trabajo.

Sistema CKD: Sistema de manufactura en que una planta primaria de manufactura de vehículos (fuente CKD) y proveedores locales produce componentes de vehículos y una planta secundaria de manufactura de vehículos los recibe y ensambla en un automóvil.

Subensamble: Unión por soldadura, ajuste de tornillo o apriete de partes que forman un subconjunto o componente del vehículo.

Vehículos Comerciales: Vehículos cuya estructura principal es un chasis o bastidor en donde se ensamblan los demás sistemas, como el motriz, de suspensión, la cabina el balde.

PROCEDIMIENTO

Vehículos de Pasajeros: Vehículos cuya estructura principal es la cabina o carrocería en sí misma. Sobre ella se ensamblan todos los sistemas: motor, suspensión, habitáculo de pasajeros y carga, etc.

5. DESARROLLO

PROCEDIMIENTO

En esta planta se aplica pintura y protecciones químicas sobre las carrocerías y partes plásticas de un vehículo mediante procesos altamente tecnificados. Diferentes capas de pintura son aplicadas sobre la carrocería: ELPO, fondo, color y barniz. Adicionalmente aquí se aplica e incorpora otros productos en los vehículos: placas asfálticas, calafateo y sellantes. El objetivo de esta planta no solo es dar color y brillo sino proteger al vehículo de la radiación solar, corrosión, polvo y agua. Efectivamente, tras pasar por la planta de pintura, la carrocería de un vehículo será resistente al impacto de elementos naturales y en ella se ha eliminado o minimizando al máximo la posibilidad de oxidación y deterioro.

La planta de pintura de una ensambladora de vehículos está subdividida en 4 secciones: Fosfato y ELPO, Sellado y Calafateo, Fondo, Color y Barniz.

PROCEDIMIENTO

- **Fosfato y ELPO**

El vehículo recibe un recubrimiento anticorrosivo llamado ELPO. Esta primera capa de pintura no solo se adhiere al vehículo, sino que forma un lazo electroquímico con la carrocería para eliminar o disminuir al máximo la posibilidad de corrosión.



Figura N°1. Carrocería ingresando a tanques del sistema ELPO

Para asegurar que toda la carrocería sea protegida contra la oxidación, ésta es sumergida en tanques que contienen líquidos desengrasantes, detergentes, ácidos y soluciones salinas. En un conjunto de 11 tanques, por inmersión, toda la carrocería se limpia mecánica y químicamente y se prepara para recibir la capa de ELPO. La acción es profunda y efectiva para permitir que la pintura alcance todas las superficies visibles y ocultas de la carrocería. Posteriormente, la carrocería se sumerge completamente en el tanque que contiene la pintura ELPO. Una vez aquí, se induce en la carrocería un voltaje de corriente continua con magnitudes que llegan hasta 400 voltios y hasta 1,200. El resultado es una carrocería completamente recubierta con pintura anticorrosiva.

PROCEDIMIENTO

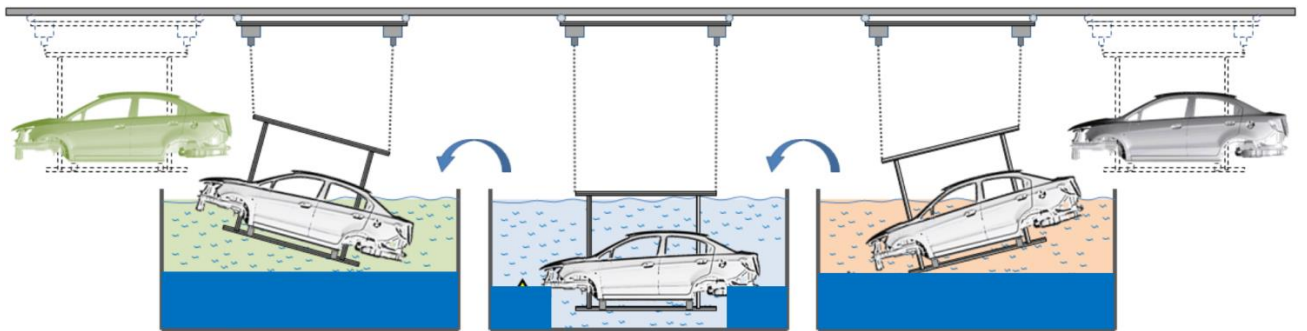


Figura N°2. Esquema del proceso de pintura ELPO por inmersión en tanques

Para fijar el recubrimiento, el siguiente paso consiste en ingresar las carrocerías a un primer horno industrial. En él se eleva la temperatura del vehículo por encima de 160°C. Así se logra el curado por polimerización de la pintura ELPO sobre el vehículo y consecuentemente la protección anticorrosiva será mecánica y química.



Figura N°3. Horno curado pintura ELPO

- **Sellado y calafateo**

El paso siguiente al ELPO consiste en proteger las uniones entre paneles metálicos con un sellante que evitará que el agua y polvo del ambiente ingresen entre un panel y otro.

PROCEDIMIENTO



Figura N°4. Aplicación de sellante

Adicionalmente, en las partes inferiores del vehículo se aplica una capa de protección plástica de alta densidad llamado calafateo. Este último tiene el objetivo de crear una barrera flexible que sea capaz de recibir y amortiguar el golpe de piedras y gravilla del camino sin afectar la pintura del vehículo ni su recubrimiento base.



Figura N°5. Aplicación de calafateo

- **Fondo**

Antes de aplicar la pintura de color, toda carrocería recibe una capa de Fondo (o primer).

Esta primera capa es de color gris claro o blanco; tiene la función de nivelar la superficie a

PROCEDIMIENTO

ser pintada, crear una barrera de protección contra rayos ultravioleta y preparar a la carrocería para recibir las capas superiores de color y barniz de manera homogénea y con una adherencia adecuada. Luego de esta aplicación, la carrocería entra a un segundo horno industrial para cocer el fondo.

- **Color y barniz**

La pintura de color que se evidencia en un vehículo terminado es la penúltima capa que se aplica en la planta de pintura. Esta se aplica de manera estandarizada para lograr la uniformidad, tonalidad y espesor deseados. Sobre las capas de color se aplica la última capa llamada barniz, la cual da brillo y protección a la carrocería y a las capas de pintura previamente aplicadas. El barniz provee resistencia química contra lluvia ácida, contaminantes del ambiente, agua, polvo y radiación ultravioleta. Complementariamente, su alta dureza superficial brinda resistencia mecánica contra rayones y elementos abrasivos. La pintura de color y el barniz son fijadas definitivamente al vehículo en un tercer horno industrial.



Figura N°5. Aplicación pintura

PROCEDIMIENTO

- **Finesse**

Inspectores calificados verifican que la pintura sea uniforme y adecuada. Su objetivo es identificar defectos de la pintura, para lo cual realizan un procedimiento detallado de inspección visual y con herramientas electrónicas. En caso de que existencia de un defecto la pintura es reparada minuciosamente.

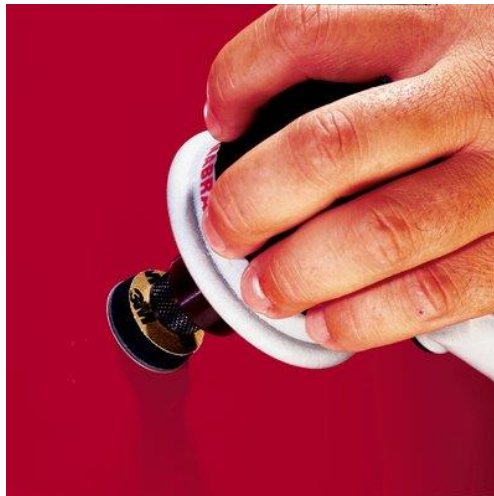


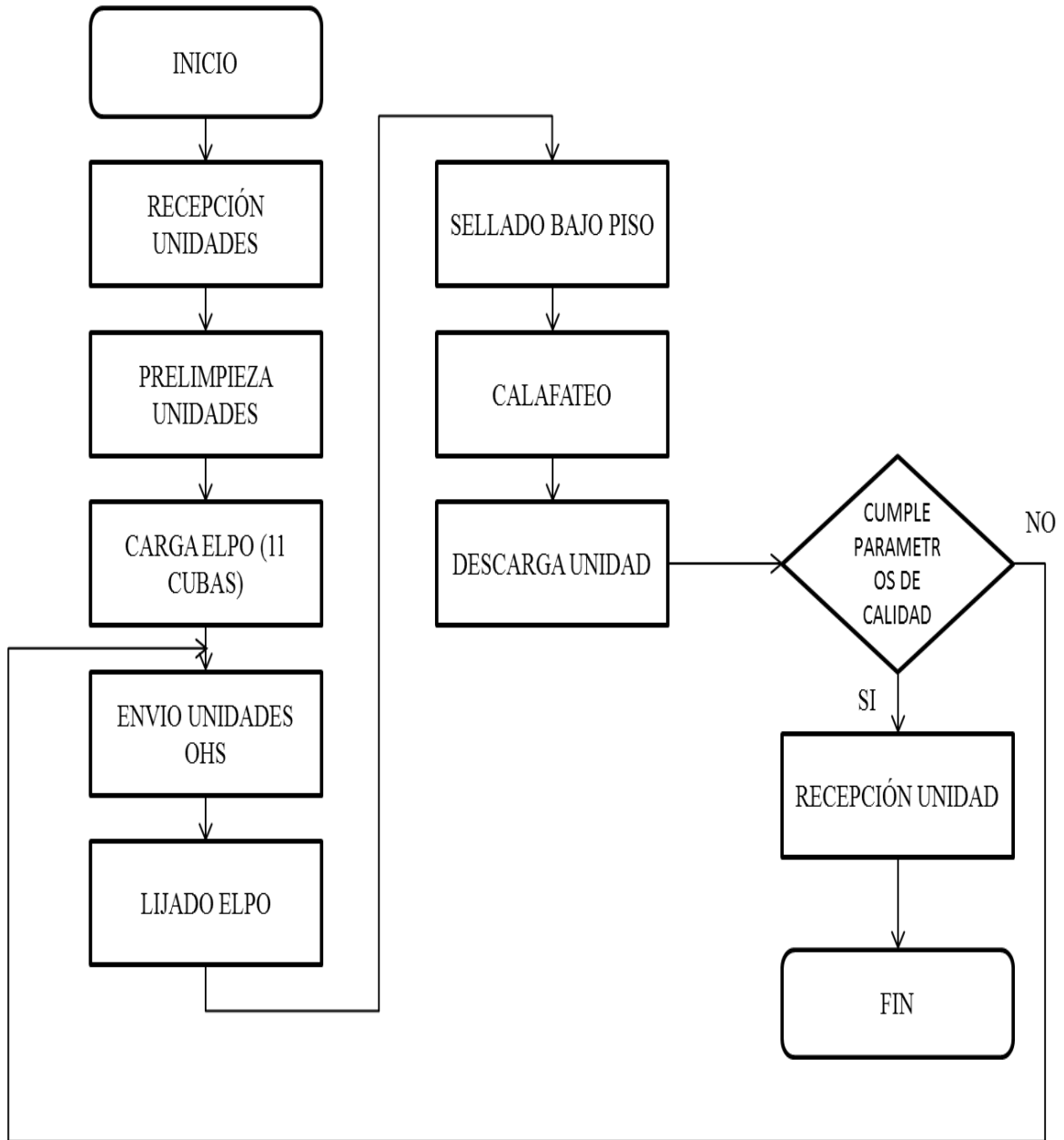
Figura N°6. Finesse pintura

- **Ceras**

Existen áreas internas de difícil acceso en donde se puede acumular polvo y humedad, como la parte más baja de las puertas y los bordes del capó. A pesar de estar perfectamente protegidas por el ELPO, en estos lugares se aplica una capa de cera. Esta otorga una protección adicional contra la corrosión y los elementos naturales y permanecerá en su lugar de aplicación durante la vida del vehículo.

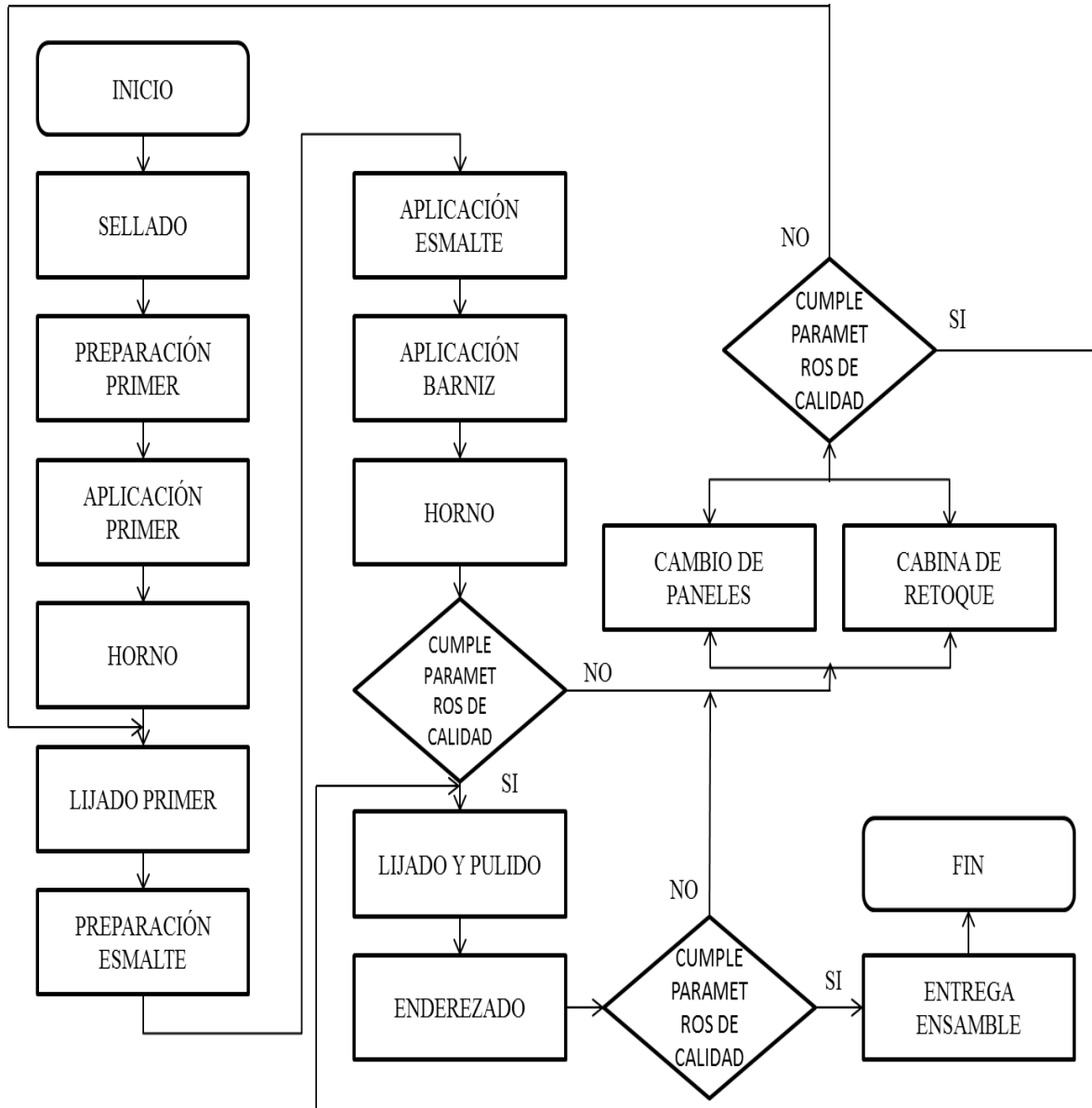
6. DIAGRAMAS DE FLUJO PROCESOS PINTURA

• **Diagrama de flujo ELPO**



PROCEDIMIENTO

• Diagrama de flujo SELLADO-PRIMER



7. PARAMETROS DE OPERACIÓN

- Parámetros de operación ELPO (Ver Anexo 1)
- Parámetros de operación CALAFATEO (Ver Anexo 2)
- Parámetros de operación SELLADO (Ver Anexo 3)
- Parámetros de operación aplicación FONDO (Ver Anexo 4)
- Parámetros de operación aplicación COLOR-BARNIZ (Ver Anexo 5)

PROCEDIMIENTO

8. ANEXOS

- Anexo 1

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad libre	KCC	ml	12 - 14	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad total	KCC	ml	24 - 38	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad libre	KCC	ml	12 - 14	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad total	KCC	ml	24 - 38	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad libre	KCC	ml	8 - 10	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad total	KCC	ml	17 - 26	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad total	KCC	ml	1 max	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	PH	KCC	PH	10,5 max	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	PH	KCC	PH	8 - 9.5	Ph metro	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Alcalinidad total	KCC	ml	0.9 - 2.2	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Titanio libre	KCC	ppm	1.5 - 3,2	Equipo Hatch	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Titanio total	KCC	ppm	1.5 - 3.5	Equipo Hatch	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Acidez libre fosfato	KCC	ml	0,7 - 1,1	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Acidez total fosfato	KCC	ml	15 - 20	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Aditivo sefal tubo de fermentación	KCC	ml	0,6 - 2,5	Tubo fermentación	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Peso de camada fosfato electrocincado	KCC	mg/p2	140 - 460	balanza	---	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Peso de camada fosfato coll rolled	KCC	mg/p2	180 - 460	balanza	---	Carta control / Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tamaño de cristal de fosfato	KCC	μ	2, 0 - 10	microscopio electronico	---	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Acidez total enjuague 2	KCC	ml	1 max	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	PH enjuague 2	KCC	PH	7 max	Bureta titulación auto encerable	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Floruro etapa sellado	KCC	ppm	90 - 130	Fluorímetro	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Ph sellado	KCC	PH	4,3 - 5,5	Ph metro	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Ph agua DI etapa 8	KCC	PH	5,0 - 7,0	Ph metro	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Conductividad agua DI etapa 8	KCC	μs/cm	0 - 50	Conductivímetro	semanal	Carta control / Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	crecimiento de bacterias etapa 8	KCC	Cantidad	0	Conteo UFC	mensual	Carta control / Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Sólidos pintura cuba de KT ED7000	KCC	%	21 - 25	Termo evaporador	semanal	Carta control / Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Ph pintura cuba KT	KCC	PH	5,2 - 5,6	Ph metro	semanal	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Conductividad pintura cuba KT	KCC	μs/cm	1000 - 1600	Conductivímetro	semanal	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Relación P/B (pasta / resina)	KCC	ud.	1 / 7	Visual	semanal	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	% Relación Pasta / Resina	KCC	%	21 - 23 %	Balanza estufa	semanal	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	rugosidad	KCC	μ	0	Rugosímetro	mensual	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Espesor zonas ocultas (Poder de penetración)	KCC	μ	minimo 10 micras por cada 10 cm	ELCOMETER	semanal	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	bacterias cuba KTL	KCC	Cantidad	0	Conteo UFC	mensual	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Porcentaje de sólidos	KCC	%	1 max	Balanza estufa	semanal	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Ph	KCC	Ph	4,6 - 5,2	Ph metro	semanal	Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Conductividad	KCC	µs/cm	400 -700	Conductivímetro	diaria	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	bacterias	KCC	Cantidad	0	Conteo UFC	mensual	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Porcentaje de sólidos	KCC	%	max 0,6	Balanza estufa	semanal	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Ph	KCC	Ph	4,6 - 5,2	Ph metro	semanal	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Conductividad	KCC	µs/cm	400 -700	Conductivímetro	diaria	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	bacterias	KCC	Cantidad	0	Conteo UFC	mensual	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Porcentaje de sólidos ADR 2 etapa 12	KCC	%	0,1 max	Balanza estufa	---	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Ph ADR 2 etapa 12	KCC	Ph	5,0 - 7,0	Ph metro	---	Registro
ELPO	Enjuague Elpo	Conductividad ADR 2 etapa 12	KCC	µs/cm	< 50	Conductivímetro	---	Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Temperatura desengrase spray	KCC	°C	35 - 56	Panel view-termocupla	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión de spray	KCC	bar	0,5 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de spray	KCC	s	45 - 90 seg	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas, VIT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	8 - 20	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza tanque	NA	kg		Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza / reposición boquillas	KCC	--	sin desgaste, sin taponamiento	Visual	mensual	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	sedimentos	KCC	ml / L	< 0,2	Cono Inoff	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Temperatura desengrase inmersión	KCC	°C	50 - 60	Panel view-termocupla	semana	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión de spray	KCC	bar	0,5 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo desengrase inmersión	KCC	s	60 - 120	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas VIT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	55 -60	Visual	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Frecuencia limpieza tanque	KCC	%	100	Visual	quincenal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Frecuencia limpieza boquillas	KCC	%	100	Visual	semestral	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	sedimentos	KCC	ml / L	< 0,2	Cono Inoff	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Temperatura desengrase inmersión	KCC	°C	50 - 60	Panel view-termocupla	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión de spray	KCC	bar	0,5 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión	KCC	s	60 - 120	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión spray	KCC	bar	0,5 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas VIT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	55 -60	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza tanque	NA	kg		Visual	quincenal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	sedimentos	KCC	ml / L	< 0,2	Cono Inoff	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión spray	KCC	bar	05 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión	KCC	s	45 - 60	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión spray acondicionador	KCC	bar	05 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas acondicionador FLAT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque acondicionador	KCC	m3	55 -60	Visual	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza tanque acondicionador	NA	g		Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Temperatura fosfato	KCC	°C	44 - 46	Panel view-termocupla	semana	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión spray fosfato	KCC	bar	05 - 1,0	Manómetro	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas fosfato FLAT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel de cuba fosfato	KCC	m3	55 -60	Visual	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza cuba de fosfato	NA	Kg		Visual	quincenal	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Sedimentos lodos fosfato	KCC	ml / L	< 0,5	Cono Inoff	semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión fostato.	KCC	s	90 - 150	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Presión spray	KCC	bar	05 - 1,0	Manómetro	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión	KCC	s	60 -90	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas FLAT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	55 -60	Visual	diaria	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza tanque	NA	g		Visual	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión sellado	KCC	s	60 -90	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque sellado	KCC	m3	55 -60	Visual		Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza y reposición sellado y cambio de producto	KCC	Kg	max. Pendiente	Visual	1 / trimestral	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo inmersión	KCC	s	60 - 90	Cronómetro	alarma on line	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	55 -60	Visual		Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza y reposición	KCC	micro siemens	max. 50	Conductivímetro	1 / semana	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	funcionamiento boquillas FLAT JET	KCC	%	100 efectivas	Visual	no	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	nivel del tanque	KCC	m3	55 -60	Visual		Check list
ELPO	Aplicación Elpo	Temperatura Cuba KT	KCC	°C	32 - 35	Panel view-termocupla	semana	Ccheck list
ELPO	Aplicación Elpo	Tiempo contacto eléctrico	KCC	s	165 - 180	Cronómetro	alarma on line	Ccheck list
ELPO	Elpo	diferenciales de presión camara 1 y 2 horno elpo.	KCC	pul/ H2O	0 -1,5	Manómetro	semana	Ccheck list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 1	KCC	V	0 - 320 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 2	KCC	V	0 - 320 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 3	KCC	V	150 - 350 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 4	KCC	V	150 - 350 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 5	KCC	V	150 - 350 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Elpo	Voltaje por modelo zona 6	KCC	V	150 - 350 (LINK)	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta	PLC (continua, alerta)	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Equipo detector de modelos	KCC	%	100 efectivo	checklist	arranque	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Enjuague Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list
ELPO	Enjuague Elpo	Tiempo de escurrido	KCC	s	15	Validación Parametrización	c / cambio de velocidad	Check list

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Elpo	flujo recirculación celdas de anolito	KCC	%	100	visual	semana	Check list
ELPO	Elpo	conductividad anolito	KCC	µs/cm	2500 - 5000	Conductivimetro con sensor	---	---
ELPO	Elpo	caudal Ultrafiltrado	KCC	L / H	min 2000	Visual	semana	Registro
ELPO	Elpo	limpieza equipo Ultrafiltrado método ácido acético	NA	litros /hora	min. 2000	caudalímetro	---	---
ELPO	Elpo	limpieza equipo Ultrafiltrado método CPC5	NA	L / H	3 / año	Visual	---	---
ELPO	Elpo	Consumo y cambio de filtros de recirculación.	NA	uds	Todas las etapas	Visual	semanal	Registro
ELPO	Horno Elpo	limpieza de horno	NA	--	plan	checklist	sem corta, mes profunda	registro
ELPO	Horno Elpo	temperatura curado ELPO de las unidades y chasis	KCC	min	15 / 160°C	Data pac	semanal	Check list
ELPO	Pre tratamiento Elpo	peso de limallas equipo ferrex	KCC	Kg	5	Balanza	semana	Registro

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	cambio de filtro equipo ferrex y pesaje	NA	--	filtro limpio	checklist		Registro
ELPO	Aplicación Elpo	8 Filtros de recirculación cuba KT	NA	psi	diferencial máx. 1 bar	Visual	---	Registro
ELPO	Horno Elpo	limpieza de campanas (entrada y salida horno) de extracción de horno	NA	--	0 aceite de condensado	Visual		Registro
ELPO	Pre tratamiento Elpo	limpieza filtro equipo ferrex y pesaje	KCC	Kg	mín. 5	balanza	semanal	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 1	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 2	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 3	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 4	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 5	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes

PROCEDIMIENTO

ÁREA	SECCIÓN	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACIÓN TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
ELPO	Aplicación Elpo	Amperaje por modelo zona 6	KCC	A	link curva	gráfica voltaje en HMI, registro de alerta		1 / mes

- Anexo 2

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERÍSTICA REQUERIMIENTO	KPC KCC	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
CALAFATEO	Laboratorio de calidad	grumos (gelación)	KCC	grumos	0	Equipo frotis	c/ Cambio Lote	Registro
CALAFATEO	Calafateo	gravillado	KCC	Kg	> 60	Equipo gravilla	trimestral	Registro
CALAFATEO	Línea de sellado	fifo consumo de producto	NA	-	fifo	Visual	c/ Batch	Registro
CALAFATEO	Cabina aplicación calafateo	colocación tapones	NA	cu	según estandarizado	Visual	diaria	Registro
CALAFATEO	Línea de sellado	Espesor de calafateo x modelo	KCC	μ	350 - 500	ELCOMETER	diaria	Check list
CALAFATEO	bomba de sellado	Eficiencia de bomba	KCC	-	0 cortes de flujo	checklist	diario (arranque)	Check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
CALAFATEO	Línea de sellado	Presión de aplicación	KCC	psi	60 - 80	manómetro	diaria	Check list

- Anexo 3

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
SELLADO	Laboratorio de calidad	viscosidad	KCC	s	13 - 17	Equipo viscosímetro	Lote	Registro digital
SELLADO	Laboratorio de calidad	grumos (gelación)	KCC	grumos	0	Equipo frotis	Lote	Registro digital
SELLADO	Laboratorio de calidad	burbujas (aire)	KCC	burbujas	0	Equipo frotis	Lote	Registro digital
SELLADO	Línea de sellado	fifo entrega para consumo de producto (sellante)	NA	-	FIFO	Visual	c/ Batch	Registro
SELLADO	Línea de sellado	ancho de cordones	KCC	mm	4 _ 8	Galga	check opción de incluir en trabajo no ciclo del MET, MSA?	Check list
SELLADO	bomba de sellado	Eficiencia de bomba	NA	-	0 cortes de flujo	checklist	diario (arranque)	Check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
SELLADO	Línea de sellado	Presión de aplicación en pistolas	KCC	psi	20 - 60	manómetro	diaria	Check list

- Anexo 4

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Sala de mezclas	Viscosidad primer blanco y gris sala de mezclas	KCC	Sg	17 - 24	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 20 - 24°C	c/ Carga de nuevo producto	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Viscosidad primer blanco y gris punto de uso (inicio de turno y luego de refrigerio)	KCC	Sg	25 - 28	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 23 - 27°C	diaria	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Viscosidad primer blanco y gris punto de uso durante el proceso	KCC	Sg	25 - 28	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 23 - 27°C	diaria	Carta de Control
PRIMER	Cabinas de aplicación	Flujos primer blanco y gris inicio de turno y luego de receso (refrigerio)	KCC	ml/min	280 - 320	Probeta, Cronómetro	diaria	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Flujos primer blanco y gris inicio de turno	KCC	ml/min	280 - 320	Probeta, Cronómetro	diaria	Carta de Control

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Sala de mezclas	Presion de envio Fondo blanco y gris	KC C	PSI	170 - 185	Manómetro	semana	Registro
PRIMER	Sala de mezclas	Presion de retorno Fondo blanco y gris	KC C	PSI	10_35	Manómetro	semana	Registro
PRIMER	Intercambiador de calor	Temperatura fondo blanco y gris en proceso (punto de uso)	KC C	°C	23 - 26	Panel view-termocupla	arranque diario	Carta de Control
PRIMER	laboratorio de calidad	Resistividad primer blanco y gris	KC C	Ω	> 40	Megaóhmetro	c/ Lote	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Espesor Fondos de reparación (wash primer)	KP C	μ	4 - 6	Elcometer	mensual	Check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Agitación (wash primer)	NA	u	0 sedimentación	Visual	diaria	Check list
PRIMER	Sala de mezclas	saturación filtros línea de envío y retorno marmitas primer blanco	KC C	psi	pendiente	manómetro diferencial	6 semanas	Check list
PRIMER	Sala de mezclas	saturación filtros línea de envío y retorno marmitas primer gris	KC C	psi	pendiente	manómetro diferencial	6 semanas	Check list
PRIMER	Sala de mezclas	Peso del solvente (Carga de solventación)	KC C	%	según fórmula	Balanza	carga	check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Inspección en recibo	Evaporacion Thinner limpieza	KC C	S	18 - 30	Papel filtro Cronometro	c/ Lote	check list
PRIMER	Inspección en cabina	Tiempo de Evaporacion Thinner producción en carrocería	KC C	S	2 _ 4	Cronometro, Papel Filtro, Pipeta. Certificado de Calidad	lote	check list
PRIMER	Sala de mezclas	Prueba suciedades y cráteres por batch (vidrio) Thinner producción	KC C	Und	<1	Placa de Vidrio	C/Batch	check list
PRIMER	Sala de mezclas	Prueba suciedades y cráteres por batch (vidrio) fondos	KC C	Und	0	Placa de Vidrio	C/Batch	check list
PRIMER	Sala de mezclas	Tiempo de agitación fondo blanco y gris	KC C	min	60 - 90	Cronómetro	c / carga	check list
PRIMER	Cabina eslamate	Temperatura entrada flash off	KC C	°C	35 - 45	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Cabina eslamate	Temperatura salida flash off	KC C	°C	45-65	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Horno de curado	Temperatura de curado exterior	KP C	min / °C	15 - 18 / 135	data pac	semanal	check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Horno de curado	Temperatura de curado bajo piso (PRIMER Y CALAFATEO)	KP C	min / °C	12 - 15 / 130	data pac	semanal	check list
PRIMER	Camara	Temperatura quemador Q1	KC C	°C	205 +/- 10	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Camara	Temperatura quemador Q2	KC C	°C	180 +/- 10	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Camara	Temperatura quemador Q3	KC C	°C	190 +/- 10	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Camara	Temperatura quemador Q4	KC C	°C	220 +/- 10	Panel view	diaria	check list
PRIMER	Fosa	Nivel de fosa	KC C	m	1.78	Panel view	diaria (arranque)	check list
PRIMER	Extractores	Variador de frecuencia extractor VE03 VE04	KC C	Hz	49	Panel view	diaria (arranque)	check list
PRIMER	Impulsonres	Variador de frecuencia impulsor VE01 VE02	KC C	Hz	25	Panel view	diaria (arranque)	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Medición de partículas cabina de preparación	KC C	#	1	Contador de partículas Fluke	semanal	Registro

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Medición de partículas cabina de aplicación primer	KPC	#	1	Contador de partículas Fluke	semanal	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Temperatura interior cabina aplicación primer	KPC	°C	20 - 25	Panel view HMI	diaria	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Humedad relativa cabina aplicación primer	KPC	%	60 - 70	Panel view HMI	diaria (arranque)	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Humedad relativa cabina aplicación primer	KPC	%	60 - 70	Panel view HMI	diaria	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	velocidad de aire impulsión / extracción / balanceo	KPC	m/seg	0,4 - 0,6	Anemómetro	diaria (arranque)	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Diferencial de presión plenun de Cabina de Primer	KPC	pul/agua	0, - 0,8	manómetro	mensual	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Aterramiento de carrocerías cabina primer	NA	Ω	0	Megaóhmetro	1 / mes	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Saturación de rejillas piso de cabinas	KPC	mm	0 - 2	Calibrador	semanal	check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIME R	Cabinas de aplicación	Kit de repuestos para pistolas (back up)	NA	--	1	Visual	mensual	check list Limpieza
PRIME R	Cabinas de aplicación	Patron de rociado	KP C	cm	inicio turno / día	Visual	diaria	check list
PRIME R	Cabinas de aplicación	Presión de aire pulverización pistolas	KC C	psi	50 - 51	Manómetro, checklist Validación de Herramientas	diaria (al arranque)	Check List
PRIME R	Cabinas de aplicación	Pistolas frecuencia de uso equipo lavador	NA	min	10	Cronómetro	diaria	check list
PRIME R	Cabinas de aplicación	Cumplimiento trabajo estandarizado gama (# manos) de aplicación / panel / modelo	NA	--	% cumplimiento	Visual	semanal	Registro / APS
PRIME R	Cabinas de aplicación	Limpieza de mangueras y acoples rápidos	NA	cantidad	0 suciedades o contaminaciones	Visual	c/ cambio de color	check list
PRIME R	Cabinas	ingreso de personal de Mtto y proveedor de limpieza a cabinas	NA	_	política	Visual	diaria	check list
PRIME R	Cabinas de preparación	Reposición de paño de limpieza tack cloth preparación	NA	UNID	reposición cada 10 unidades	registro	diaria	Registro

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Venteo de cabinas antes de arranque	NA	min	mínimo 20 minutos antes del arranque	Visual	mes	check list
PRIMER	Cabinas de aplicación	Dotación de overoles fibra de carbon	NA	-	2 overoles / día	visual	diaria	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Uso continuo dispositivo atrapa polvo	KP C	-	2 / día	Visual	diaria	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	frecuencia de cambio plásticos adhesivos con pega polvo colocados en puntos estratégicos	KP C	-	1 / quincenal	Visual	mensual	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Purgas limpieza de pistolas (recolección de thinner reciclado)	KP C	litros	mín. 5 litros/día	Visual	c/cambio de color	Registro
PRIMER	Cabinas de lijado	Certificación MSA personal cabinas de lijado primer	NA	--	plan	Certificación	trimestral	Registro
PRIMER	Cabinas de aplicación	Aterramiento del Pintor	NA	Ω	0	Megaóhmetro	mes	

- Anexo 5

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Viscosidad en punto de uso, colores que pasan por intercambiador de calor	KC C	Sg	16 - 18	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 23 - 27°C	diaria	Carta de Control / registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Viscosidad color en sala de mezclas, colores que pasan por intercambiador de calor	KC C	Sg	16 - 20	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 23 - 27°C	c/ Carga de nuevo producto	Registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Viscosidad barniz en sala de mezclas	KC C	Sg	23 - 27	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 23 - 27°C	c/ Carga de nuevo producto	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Viscosidad barniz en punto de uso	KC C	Sg	25,5 - 28,5	Cronómetro, Termómetro / Copa Ford 4 24 - 30°C	diaria	Carta de Control / registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Flujos color en punto de uso	KC C	ml/min	MS: 280 - 320 BS: 380 - 420	Probeta, Cronometro	diaria	Carta de Control / registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Flujos barniz en punto de uso	KC C	ml/min	380 - 420	Probeta, Cronometro	diaria	Carta de Control / registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Temperatura colores en punto de uso	KC C	°C	24 - 26	Panel view-termocupla	1 / medio turno	Carta de Control / registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Temperatura barniz en punto de uso	KC C	°C	28 - 30	Panel view-termocupla	1 / medio turno	Carta de Control / registro

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KPC	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	laboratorio de calidad	Resistividad de la pintura colores metalizados	KPC	Ω	> 40	Multímetro	c/ Lote	Registro de Inspección en recibo de cada lote de producto
COLOR - BARNIZ	laboratorio de calidad	Resistividad de la pintura colores planos	KPC	Ω	> 10	Multímetro	c/ Lote	Inspección en recibo de cada lote de producto
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Presión de envío colores	KPC	PSI	85 - 150	Manómetro	1 / cambio lote	Registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Presión de retorno colores	KPC	PSI	12_ 48	Manómetro	1 / cambio lote	Registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Presión de envío barniz	KPC	PSI	200 -210	Manómetro	1 / cambio lote	Registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Presión de retorno barniz	KPC	PSI	100 -110	Manómetro	1 / cambio lote	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Espesor Fondos de reparación (Whash primer + flash primer)	KPC	μ	6_10	Elcometer	mensual	chek list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Limpieza/ Reposición filtros línea de envío y retorno marmitas colores	KP C	t	1 / día 1 / 45 días calendario	Visual	día	Check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Reposición filtros línea de envío y retorno marmitas barniz	KP C	t	1 / día 1 / 45 días calendario	Visual	día	Check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Peso del solvente (Carga de solventación)	KC C	Kg o litros	Según Fórmula	Balanza / Recipiente Calibrado	carga	check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Peso del solvente (Carga de solventación)	KC C	Kg o litros	Según Fórmula	Balanza / Recipiente Calibrado	carga	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Prueba suciedades y cráteres (prueba vidrio)Barniz	KC C	und	c / cambio de batch	Visual	1/ batch	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Tiempo de secado de colores en cabina	KC C	min	1	Visual	mes	check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Chorro de barniz en placa metálica	KP C	μ	...	Visual	1 / lote barniz	check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Tiempo de agitación tambores de pintura.	KC C	min	60 - 90	Cronómetro	c / carga	check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabina esmalte	Temperatura pre secado esmalte	KC C	°C	38 - 52	Termómetro reloj	diaria	carta control
COLOR - BARNIZ	Cabina esmalte	Temperatura pre secado esmalte	KC C	°C	38 - 52	Termómetro reloj	1 / arranque diario	check list
COLOR - BARNIZ	Cabina esmalte	Temperatura flash off esmalte	KC C	°C	45 - 55	Termómetro reloj	diaria	carta control
COLOR - BARNIZ	Cabina esmalte	Temperatura flash off esmalte	KC C	°C	45 - 55	Termómetro reloj	1 / arranque diario	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Temperatura Intercambiador de calor para colores y barniz	KC C	°C	28 - 35	Panel view	diaria	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Temperatura de cabina Esmalte	KC C	°C	20 - 25	Panel view	diaria	carta control /check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Humedad relativa cabina esmalte	KC C	%	60 - 70	Panel view	diaria	carta control /check list
COLOR - BARNIZ	Horno de curado	Temperatura de curado exterior	KP C	min / °C	15 - 18 / 135	Data pac	---	check list
COLOR - BARNIZ	Horno de curado	Temperatura de curado bajo piso (TOP COAT Y CALAFATEO)	KP C	min / °C	15 - 18 / 130	Data pac	---	check list

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Medición de partículas cabina de preparación	KP C	μ	0 > 10 0 > 5	Contador de partículas Fluke	semanal	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Medición de partículas cabina de aplicación color	KP C	#	0	Contador de partículas Fluke	semanal	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Medición de partículas cuarto limpio	KP C	#	0 - 2	Contador de partículas Fluke	semanal	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	velocidad de aire impulsión / extracción / balanceo	KC C	m/seg	0,4 - 0,6	Anemómetro	semanal	check list
COLOR - BARNIZ	Sala de mezclas	Diferencial de presión plenum cabinas	KC C	pul/agua	0 - 0,8	manómetro	mensual	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Aterramiento de carrocerías esmalte	KC C	Ω	0	Megaóhmetro	1 / mes	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Venteo de cabinas antes de arranque	KC C	min	15	Panel view	diaria (arranque)	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Saturación de rejillas piso de cabinas esmalte	KC C	mmm	0 - 2	Calibrador	diaria	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Eficiencia de pistolas electrostáticas	KC C	%	100	Visual	diaria	Proyecto de control de repuestos

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Patron de rociado	KP C	cm	30	Visual	diaria	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Presión de aire pulverización pistolas color	KC C	psi	50 - 55	Manómetro, checklist Validación de Herramientas	diaria (al arranque)	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Presión de aire pulverización pistolas barniz	KC C	psi	50 - 55	Manómetro, checklist Validación de Herramientas	diaria (al arranque)	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Limpieza de pistola (en equipo lavador) barniz	NA	min	10	Cronómetro	diaria	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Limpieza de pistola (en equipo lavador)Color	NA	min	10	Cronómetro	diaria	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Cumplimiento trabajo estandarizado (# manos) de aplicación / panel / modelo Color	NA	--	% cumplimiento	Visual	semanal	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Reposición de paño tack cloth en cabinas de preparación color	NA	UNID	reposición cada 10 unidades	verificar consumo	diaria	Registro

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Limpieza de resortes y acoples rápidos color	NA	min	1	Visual	c/ cambio de color	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Limpieza de resortes s y acoples rápidos barniz	NA	min	1	Visual	c/ cambio de color	check list
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	acceso de personal de Mto y proveedor de limpieza a cabinas	NA	--	Política Anti-suciedad	Visual	diaria	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Dotación de overoles fibra de carbon (2 / turno)	NA	--	plan	Visual	trimestral	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Uso continuo dispositivo atrapa polvo	NA	--	plan	Visual	diaria	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Cambio de plástico con pega polvo zonas criticas	NA	--	mensual	Visual	mensual	Registro
COLOR - BARNIZ	Horno de curado	Estado de camaras de combustión (fisuras hogar) de todos los quemadores de hornos.	NA	--	0 fisuras, no saturación tubos de fuego	Visual	semestral	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Purgas limpieza de pistolas (volumen de thinner reciclado)	KP C	s	2	Visual	c/ cambio de color	Registro

PROCEDIMIENTO

AREA	SECCION	NOMBRE CARACTERISTICA REQUERIMIENTO	KP C KC C	UNID	ESPECIFICACION TOLERANCIA	Herram. Método Medición	Frecuencia auditoría	Registro
COLOR - BARNIZ	Planta Elpo	Limpieza y mantenimiento de topes metálicos	NA	--	plan	Visual	diaria	Registro
COLOR - BARNIZ	Cabinas de aplicación	Aterramiento del Pintor	NA	Ω	0	Megaóhmmetro	1 / mes	

PROCEDIMIENTO

9. CONTROL DE MODIFICACIONES

Revisión 0: emisión

<i>EMITIDO POR:</i>	<i>REVISADO POR:</i>	<i>APROBADO POR:</i>
INGENIERO DE PROCESOS	SUPERINTENDENTE	GERENCIA MANUFACTURA
<i>FECHA:</i>	<i>FECHA:</i>	<i>FECHA:</i>
SEPTIEMBRE 2017	SEPTIEMBRE 2017	SEPTIEMBRE 2017