

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE SETUP EN EL
AREA DE VULCANIZACIÓN DE LAS
PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR
PRODUCCIÓN DE LLANTAS, MEJOR USO DE
LOS RECURSOS Y LA DISMINUCIÓN DE
LLANTAS NO CONFORMES
EN EL DEPARTAMENTO DE
VULCANIZACIÓN DE LA EMPRESA
BRIDGESTONE DE COSTA RICA.**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

AUTOR: FREDDY PÉREZ

SÁNCHEZ

. TUTOR:

ING. EDWIN VARGAS LEON.

HEREDIA, MAYO, 2020

ACTA DE APROBACIÓN

CARTA DEL TUTOR

San José, 28 de mayo de 2020

Destinatario: Departamento de Registro Universidad Hispanoamericana
Carrera: Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante... Freddy Pérez Sánchez ..., cédula de identidad número., me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado ...DISMINUIR EL TIEMPO DE SETUP EN EL AREA DE VULCANIZACION DE LAS PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR PRODUCCION DE LLANTAS, MEJOR USO DE LOS RECURSOS Y LA DISMINUCION DE LLANTAS NO CONFORMES EN EL DEPARTAMENTO DE VULCANIZACION DE LA EMPRESA BRIDGESTONE DE COSTA RICA., el cual ha elaborado para optar por el grado académico de ... LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		92

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Nombre: Ing. Edwin Vargas León
Cédula identidad N: 401670771...
Carné Colegio Profesional N: IPI 18468.

Firma:



ACTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

CARTA DE LECTOR

San José,

Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados señores

El estudiante **Freddy Pérez Sánchez**, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISMINUIR EL TIEMPO DE SETUP EN EL AREA DE VULCANIZACION DE LAS PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR PRODUCCION DE LLANTAS, MEJOR USO DE LOS RECURSOS Y LA DISMINUCION DE LLANTAS NO CONFORMES EN EL DEPARTAMENTO DE VULCANIZACION DE LA EMPRESA BRIDGESTONE DE COSTA RICA"**, el cual ha elaborado para obtener su grado de **LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

He revisado las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo referente a la coherencia entre el marco teórico, análisis de datos, y la consistencia, así como, las conclusiones, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por lo tanto, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

**MIGUEL
EDUARDO
RODRIGUEZ
ACOSTA
(FIRMA)**
Ing. Miguel Rodríguez Acosta
109820603
II-31581 CFIA

Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)
Fecha: 2020.06.30 23:31:08 -06'00'

ACTA DE GRADUACION



Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: Ing. Ana Catalina Leandro Sandi, representante dirección de carrera, Ing. Edwin Vargas León tutor y Ing. Miguel Rodríguez Acosta lector, se presenta al postulante Pérez Sánchez Freddy Martín Cédula n° 1-1279-0871 quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: "DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE SETUP EN EL AREA DE VULCANIZACIÓN DE LAS PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR PRODUCCIÓN DE LLANTAS, MEJOR USO DE LOS RECURSOS Y LA DISMINUCIÓN DE LLANTAS NO CONFORMES EN EL DEPARTAMENTO DE VULCANIZACIÓN DE LA EMPRESA BRIDGESTONE DE COSTA RICA". Para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al período de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que al estudiante: Pérez Sánchez Freddy Martín, ha aprobado su requisito de graduación con un puntaje de 84 en la escala de 0 a 100.

Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: viernes 10 de julio del 2020.

Director(a) de Carrera:	 Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2020.07.10 11:03:30 -0500
Tutor(a):	
Lector(a):	 Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2020.07.10 11:03:30 -0500
Estudiante:	

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA.

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 31/07/2020

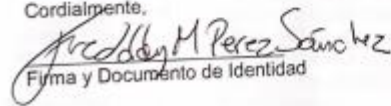
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Freddy Martin Perez Sanchez con número de identificación 112790871 autor (a) del trabajo de graduación titulado "DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE SETUP EN EL AREA DE VULCANIZACIÓN DE LAS PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR PRODUCCIÓN DE LLANTAS MEJOR USO DE LOS RECURSOS Y LA DISMINUCIÓN DE LLANTAS NO CONFORMES EN EL DEPARTAMENTO DE VULCANIZACIÓN DE LA EMPRESA BRIDGESTONE DE COSTA RICA", presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad



DEDICATORIA

Antes que nada, quiero dedicarle a Dios la oportunidad de permitirme el poder llegar a esta etapa de mi vida con tanto esfuerzo que se ha tenido, estoy grandemente feliz de haber sido gran parte de la formación que es y será un logro importante de mi vida.

A mi familia por ser gran parte de apoyo para este camino y ser gran motor para mi arranque y formación , ya que desde hace tiempo empecé este camino y me han apoyado en todo momento a mis amigos y mis conocidos y más a mi esposa por darme todo el apoyo y ayudarme a seguir adelante con esta travesía , que también me ha aconsejado para triunfar como profesional en mi campo y siempre contar también con todos con cualquier circunstancia que se me ha presentado durante el camino durante este gran aprendizaje durante mi vida. A todos los que me conocen y me han conocido y me han deseado lo mejor.

AGRADECIMIENTOS

Como agradecimiento, se lo doy a Dios todopoderoso y a la virgen por ayudarme a darme confianza y la fuerza que me dieron para lograr continuar por este camino y travesía y me dieron dar este instante de mi vida, por dejarme cumplir esta meta y llegar a convertirme en un profesional.

A mi esposa por su gran apoyo, sacrificio y el creer en mí, a mis amigos, compañeros por su apoyo y poder darme su confianza, una persona dedicada y con esperanza, a una persona agradecida

A todos aquellos profesionales que llegaron a mi formación y el prepararme para enfrentar los retos que se me van presentando en el día a día.

A todas aquellas personas que me conocen, les agradezco por apoyarme y estar presentes para seguir adelante.

DECLARACION JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Freddy Pérez Sánchez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número: 1-12790871 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Disminuir el tiempo de Setup en el área de vulcanización de las prensas, para el logro de una mayor producción de llantas, mejor uso de los recursos y la disminución de llantas no conformes en el departamento de vulcanización de la empresa Bridgestone de costa rica. . es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 30 días del mes de mayo del año dos mil veinte.


Firma del estudiante
Cédula 1-12790871

PRESENTACIÓN DE ASISTENCIA Y AVANCES EN TÉSIS.

(Ver anexo #23)

Índice

Acrónimos y Siglas.....	19
Resumen Ejecutivo.....	19
DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	23
1.2 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	25
1.2.1 Descripción General de la Empresa o Institución	25
1.2.2 Política integrada del sistema de gestión de Seguridad, Medioambiente y Calidad	25
1.2.3 Misión de Bridgestone de Costa Rica S.A	26
1.2.4 Visión de Bridgestone de Costa Rica S.A	26
1.2.5 Ilustración de Organigrama de la Dirección de Producción Bridgestone de Costa Rica S.A	27
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
1.3.1 Justificación del problema.....	28
1.3.2 Definición del problema.....	29
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	30
1.4.1 Objetivo General	30
1.4.2 Objetivos Específicos	30
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	31
1.5.1 Alcance	31
1.5.2 Limitaciones	31
CAPÍTULO II	32
MARCO TEÓRICO	32
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	33
2.1.1 Ingeniería Industrial.....	33
2.1.2 Equipo de Control Funcional (Control Funcional Team)	33
2.1.3 Salud e Higiene Ocupacional	33
2.1.4 Proceso Productivo.....	33
2.1.5 Importancia de la Productividad.....	34
MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	34
2.2.1 Metodología DMAIC	34
2.2.2 Definir	37
2.2.2.1 Gráficos Estadísticos	37

2.2.3 Medir.....	38
2.2.3.1 Gráficas de Comparación	38
2.2.3.3 Diagrama de Ishikawa	38
2.2.4 Analizar.....	39
2.2.4.1 Diagrama de Pareto	39
2.2.5 Implementar	39
2.2.5.1 Herramienta Gemba	40
2.2.5.2 Estudio de Tiempos.....	40
2.2.6.1 Análisis Modo, Efecto y Falla (AMEF)	43
2.2.6.2 Diagrama de Gantt.....	43
2.2.6.3 Sistema de Bekido	43
2.2.6.4 Lean Manufacturing.....	44
2.2.6.5 Metodología de las 5's (Ver Anexo #9).....	44
¿Qué son las 5S?	44
2.2.6.6 Criterios de decisión	45
2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	46
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	47
CAPÍTULO III	49
MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 METODOLOGÍA DMAIC.....	50
3.2 Metodología para la definición del problema	51
3.2.1 Definir.....	51
3.3.1 Medir.....	53
METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	53
3.3.4 METODOLOGIA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA EN LA ELABORACION DE METODO PARA LA DISMINUCION DE SETUP EN LA LINEA "C"	55
3.4 METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE MEJORA EN LA ELABORACION DE METODO PARA LA DISMINUCION DE SETUP EN LA LINEA "C"	57
3.5 METODOLOGIA PARA LA VERIFICACION DEL ASEGURAMIENTO, EL CONTROL Y SEGUIMEINTO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE SETUP EN LA LINEA "C"	58
CAPITULO IV: LINEA BASE Y ANALISIS DE CAUSAS.....	59
4.1 DESCRIPCION ACTUAL.....	60
4.1.2 Mapa de Procesos.....	60
4.2 Descripción del Proceso de Setup en el Departamento de Vulcanización.	62

4.3 Metas de Producción.....	64
4.4 Procedimiento de realización del Setup en la Línea "C"	66
4.5 Herramientas utilizadas:	69
4.6 Procedimiento paso a paso de Setup de Molde en al Línea "C"	69
A continuación, la Hoja de cambios.....	70
4.7 Alistado de Moldes:.....	72
4.8 Toma de muestras	79
4.9 Actividades internas y externas de mecánico Setup y operador	80
4.10 Algunas operaciones críticas del proceso	83
4.11 Clasificación de causas en el proceso	87
4.12 Diagrama de Ishikawa	92
4.13 Método	93
4.14 Mano de obra.....	93
4.15 Maquinaria	93
4.16 Medición	93
4.17 Material	94
4.18 Medio ambiente	94
CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SOLUCIONES	95
5.1 Propuesta de mejora	96
5.1.1 Utilización de la Metodología 5's	96
5.2 Plan de Capacitación	100
5.2.1 Plan de Implementación de SMED	101
5.2.2 Impacto de las propuestas e implementaciones en el proyecto.	110
5.3 Control y seguimiento de proceso	113
5.4 Valoración Económica:.....	114
5.4.1 Beneficio.....	115
5.4.2 Costo.....	116
5.4.3 Costo Beneficio	118
5.5 Control y seguimiento	118
5.6 Diagrama de Gantt para seguimiento.....	119
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
6.1 Conclusiones	122
6.2 Recomendaciones	123

Referencias Bibliográficas.....	124
Apéndices.....	125
Anexos	134
Imagen Ilustrativa de chequeo de tiempos.....	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Misión y Visión de Bridgestone de Costa Rica S.A.	22
Ilustración 2 Organigrama de la Dirección de Producción Bridgestone de Costa Rica S.A.	24
Ilustración 3 Ilustración de trabajo del proceso de Setup en maquina	25
Ilustración 4 Componentes de los Bladers internos.....	33
Ilustración 5 Componentes de los Bladers internos.....	34
Ilustración 6. Metodología DMAIC.....	50
Ilustración 7. Mapa de proceso.....	61
Ilustración 8. Diagrama de flujo del proceso de Setup de Moldes.....	64
Ilustración 9. producción del 2019.....	65
Ilustración 10 correo de programación para Setup para vulcanización.....	71
Ilustración 11 Hoja de Setup emitida por programación.....	72
Ilustración 12. de Diagrama general de alistado de molde	73
Ilustración 13. Alistado de moldes en el departamento de Setup.	73
Ilustración 14. Diagrama de Ishikawa.....	92
Ilustración 15. Tiempos para Setup.....	106
Ilustración 16. tiempos y notas de Setup	107
Ilustración 17. Pantalla de demora en vulcanizadora	114
Ilustración 18. Ejecución de Códigos.....	115
Ilustración 19 Análisis del VAN, TIR, PRI, ROI.....	120
Ilustración 20 Flujo de efectivo diario del proyecto.	120
Ilustración 21 Formula de Costo/Beneficio	121
Ilustración 22 Diagrama de Gantt de Actividades para control y seguimiento.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información General de Técnicos	78
Tabla 2. Timepos de Setup	79
Tabla 3. Toma de muestras	80
Tabla 4. Actividades externas e internas del operador-mecánico de Setup.....	81
Tabla 5 actividades de setup.....	83
Tabla 6. Clasificación de causas.....	89
Tabla 7. Conversión de Actividades	104
Tabla 8. Toma de tiempos en el proceso de Setup en vulcanizadora.....	108
Tabla 9. Análisis SMED.....	109
Tabla 10. muestras de tiempo del proceso de Setup.	110
Tabla 11. Muestras de tiempo del proceso con la mejora	110
Tabla 12. Impacto en el proceso de setup en las actividades.....	111
Tabla 13. Impacto de propuestas	112
Tabla 14. Impacto de propuestas	113
Tabla 15. Tiempos y Costos.....	116
Tabla 16. Ganancia para la empresa y el departamento.....	117

Tabla 17. Costo de material para recurso y capacitación	118
Tabla 18 Análisis económico	119

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	
Gráfico1 Tiempo promedio de los Setup de vulcanización.	66
Gráfico 2. Actividades internas y externas del proceso de Setup	83
Gráficos 3. Causas en el proceso de setup	91
Gráfico 4. Causa y efecto de actividades de Setup	95
1 Producción de unidades del departamento de Vulcanización durante el año 2019.....	27

Acrónimos y Siglas

- **Llanta verde:** Se refiere al termino de llanta aun no vulcanizada para ser inspeccionada en su totalidad.
- **Torquímetro:** Es una herramienta de precisión para aplicar tensión de manera estudiada a los tornillos o tuercas de alguna componente.

Resumen Ejecutivo

Pérez Sánchez Freddy, Universidad Hispanoamericana, mayo 2020, DISMINUIR EL TIEMPO DE SETUP EN EL AREA DE VULCANIZACION DE LAS PRENSAS, PARA EL LOGRO DE UNA MAYOR PRODUCCION DE LLANTAS, MEJOR USO DE LOS RECURSOS Y LA DISMINUCION DE LLANTAS NO CONFORMES EN EL DEPARTAMENTO DE VULCANIZACION DE LA EMPRESA BRIDGESTONE DE COSTA RICA. (proyecto final de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial)

Bridgestone, está ubicada en la Ribera de Belén, en el kilómetro 11 de la Autopista General Cañas. Bridgestone de Costa Rica S.A es una empresa multinacional manufacturera de llantas con una trayectoria en nuestro país de más de 50 años. La compañía se ha encargado de satisfacer las necesidades de los mercados de Centroamérica, el Caribe y los Estados Unidos en lo que respecta a llantas para camión, camioneta, agrícola, pasajero radial y de repuesto temporal.

Se realiza el trabajo en la Línea C del departamento de vulcanización debido al incremento de tiempo que se ha dado en la línea y el gran desperdicio de tiempo que tiene en el momento de realizar un Setup de medida para la producción de llantas en la línea, el cual su tiempo estaba entre 8 a 9 horas en duración para realizar el Setup caso es que era demasiado, el tiempo de realización de tareas alterando la capacidad y la eficiencia del proceso, esto impactando en el no cumplimiento de la demanda solicitada a tiempo, por lo que se requiere la implementación de herramientas que mejoren y ayuden a reducir el tiempo de las tareas a realizar. Lo que se proponen son herramientas Lean, para maximizar la eficiencia, el rendimiento y la capacidad en los procesos, eliminando desperdicios durante el camino.

Parte de las herramientas que se proponen es la reducción de tiempo para las tareas que se van haciendo en el proceso de Setup de medida en la línea, es la metodología SMED, la cual su principal objetivo es la reducción de tiempos de cambio y el facilitar las tareas para los procesos.

Por lo que se tuvo que realizar un estudio de conocimiento del área y situación actual del proceso y para posteriormente lograr el análisis de las posibles causas que está generando las oportunidades de mejora, el brindar propuestas de solución a cualquier variante presente.

La línea de producción del departamento de vulcanización tiene varias máquinas, al momento de hacer un Setup en la Línea en donde acuerdo a los tiempos que estaban llevando se observaba mediante un análisis que el desperdicio era demasiado y el proceso de Setup estaba demorándose mucho, el cual esto afectaba en la producción de llantas y el realizar otras tareas, tanto así que los recursos no estaban dando abasto.

Para este estudio se realiza un análisis en el proceso productivo para saber el impacto que se genera para la compañía estos desperdicios de tiempos, que en realidad son posibles causas y por qué se van dando estos tiempos tan prolongados durante el proceso. Se realizan toma de tiempos para analizar estas causas, análisis de datos, toma de muestras, estudio de las operaciones a ejecutar durante el proceso de Setup en la máquina para logra entender bien el proceso.

Una vez ya teniendo los datos de se realiza una junta y se empieza con l diagrama de Ishikawa para logara entender el impacto que está afectando tanto a la producción y el desperdicio de tiempos para cada respectiva tarea, al hacer el análisis con diagrama se evidencia las faltas en el proceso, lo que se hace da un enfoque de priorización de las acciones u oportunidades para dar mejores propuestas que ayuden a la reducción de tiempo de proceso.

Como propuesta de mejora, se hace la propuesta de mejorar mediante la metodología de 5's, esto para la mejoría de actividades durante el proceso, llegar haciéndolas más ordenadas y limpias, seguras y fáciles para poder trabajar. Además para el almacenaje de moldes en el departamento y no tener que estar buscando los moldes por varios lugares se propone el hacer un mueble para el acomodo de moldes que están por ingresar para tener un mejor orden y no estar perdiendo el tiempo buscando, esto para disminuir la búsqueda y el gran desplazamiento de moldes , se propone la puesta de conos alrededor de la máquina , dando a conocer que la maquina está siendo intervenida por los compañeros de Setup y que no les estén metiendo carretas llenas de llantas sin vulcanizar para quitarles espacio, así se mantiene el área limpia y organizada para que se facilite el detectar u observar cualquier anomalía durante el proceso.

Se propone también el capacitar al personal para que vean la gran importancia de los tiempos de Setup y la producción para cumplir las metas propuestas para los clientes finales.

Con este nuevo proceso es de suma importancia el estar capacitando a la gente con herramientas Lean, SMED, y 5´s, para que ellos mismos puedan evidenciar o hacer hincapié en fallos o pérdidas que ese estén dando durante el proceso y se pueda hacer un sistema más controlado del que ya se está formando. Se reorganiza el proceso, con nuevas propuestas de mejora para el Setup en las maquinas.

Una vez que ya se expusieron estas propuestas con la utilización de las herramientas de Lean y la creación de nuevas alternativas de mejora para hacer el trabajo más fácil y ordenado, se ha logrado disminuir el desperdicio de tiempo en el proceso, ya que pasaron de aproximadamente 9 hrs a pasar a 4:45 mins aproximadamente, con lo cual se lograra producir un total de 49 llantas demás y tener una ganancia de ₡330312 colones por la producción de las llantas.

CAPÍTULO I

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En los inicios de la revolución industrial, la industria manufacturera siempre ha sido una de las principales fuentes de desarrollo social y económico del mundo. Este largo proceso ha representado un reto, para aquellas organizaciones y empresas con ambición de transformarse y crecer, provocando que las mismas hayan tenido que cambiar sus métodos, tecnología, sistemas de control y gestión, para continuar en el crecimiento global.

Y es por esto por lo que, La Ingeniería Industrial busca hacer más sencillo el proceso de la transformación y adaptación, utilizando distintas herramientas, procesos, metodologías, y nuevas formas de administrar los recursos de manera más eficiente para lograr dicha meta.

La Industria Manufacturera, desde los inicios ha sido una fuente de desarrollo tanto económico como social para el País de Costa Rica, mantienen procesos productivos que cada vez necesitan mejorar, quiere decir, que los mismos tienen que ser más eficientes y eficaces para convertirse en una empresa a la altura a nivel global.

El proyecto se plantea con la necesidad de mejorar los tiempos de cambios de molde en la línea "C" del departamento de Vulcanización, a través de varias estadísticas que se presentaran durante el año en curso; iniciando desde enero a septiembre del presente año, se pueden detectar puntos débiles los cuales conllevan una serie de pérdidas de tiempos en el Departamento al momento de realizar los cambios de molde en la línea "C".

En esta línea de procesos también se Vulcanizan de varias medidas las llantas, modelos, entre otros. Esto conlleva a que el tiempo se esté perdiendo para poder aprovechar esta pérdida de tiempo afecta y por ende se afectan los objetivos de producción no cumpliendo la meta propuesta para las ventas de llantas.

En esta línea "C" hay maquinas que utilizan diferentes tipos de medidas, que requieren de ciertas actividades, lo que genera que el tiempo de ciclo varíe, ya que, el mismo se ve afectado por lo que se tarda en llevarse a cabo el proceso de cambio de molde en la máquina, ya que es donde la maquina está detenida, y no se está produciendo.

Ahora bien, estas actividades no están siendo controladas, ni monitoreadas de la mejor manera, provocando que el tiempo de cambio incrementa, por ende, el tiempo de perdida de llantas se aumenta y la producción de la línea "C" es baja. El tiempo aproximado en algunas de las máquinas

de la línea, llega hasta 15 horas la cual es demasiado el tiempo que pierde en los cambios de molde. Y para asuntos de orden y limpieza al momento de realizar un cambio de medida también afecta, ya que se deben de hacer a un lado colocar de otra manera las llantas sin vulcanizar en otras partes y esto puede generar pérdida de producto en el departamento, generando malestar para los colaboradores.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

El proyecto será desarrollado en la empresa Bridgestone de Costa Rica Sociedad Anónima, la cual está ubicada en la Ribera de Belén, en el kilómetro 11 de la Autopista General Cañas. Bridgestone de Costa Rica S.A; esta empresa multinacional manufacturera de llantas

1.2.1 Descripción General de la Empresa o Institución

Es una empresa multinacional manufacturera de llantas con una trayectoria en nuestro país de más de 50 años. La compañía se ha encargado de satisfacer las necesidades de los mercados de Centroamérica, el Caribe y los Estados Unidos en lo que respecta a llantas para camión, camioneta, agrícola, pasajero radial y de repuesto temporal.

Dentro de los clientes externos de la empresa está la casa matriz, ensambladores de automóviles y distribuidores como: H. Rucavado, Trac Taco, Súper Llantas Ramírez, Quiroz y Cía., Reenfrio, Super llantas, Superservicio, Centro de llantas, Servicios Gigante, Gallo más Gallo, Sociedad Chávez y Quiroz, Centro llantero, Tecnillantas y Price Smart, entre otros.

Bridgestone de Costa Rica maneja una política integrada de Seguridad, Medioambiente y Calidad en donde se comprimen los lineamientos de la compañía en sus tres prioridades. La política integrada es la siguiente:

1.2.2 Política integrada del sistema de gestión de Seguridad, Medioambiente y Calidad

“En Bridgestone de Costa Rica S.A; producimos llantas, las cuales cumplen con los requerimientos de nuestros clientes. A la vez, mantenemos un ambiente de trabajo seguro y operamos de una manera social y ambientalmente responsable, de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros requisitos aplicables.

Nuestros compromisos son: satisfacción del cliente y de los entes interesados, capacitación de nuestros asociados, trabajo en equipo, decisiones tomadas en base a hechos y datos, mejoramiento continuo de la eficacia en los sistemas de gestión, comunicaciones abiertas y prevención de la contaminación.

Esta política es el marco para establecer los objetivos del sistema integrado de la empresa.”
(Documentos Bridgestone, 2018).

Ilustración 1 Misión y Visión de Bridgestone de Costa Rica S.A.

Misión:
Servir a la sociedad con calidad superior

Nuestra Visión:

POLITICA INTEGRADA DEL SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD, AMBIENTE Y CALIDAD

En Bridgestone Firestone de Costa Rica, S. A. y en Exportadora Firestone de Centroamérica S.A. producimos llantas, las cuales cumplen con los requerimientos de nuestros clientes. A la vez, mantenemos un ambiente de trabajo seguro y operamos de una manera social y ambientalmente responsable, de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros requisitos aplicables.

Nuestros compromisos son: Satisfacción del cliente y de los entes interesados, capacitación de nuestros asociados, trabajo en equipo, decisiones tomadas con base en hechos y datos, mejoramiento continuo de la eficacia de los sistemas de gestión, comunicaciones abiertas y prevención de la contaminación.

Esta política es el marco para establecer los objetivos del sistema integrado.

BRIDGESTONE

Fuente: Documentos Bridgestone, 2018.

1.2.3 Misión de Bridgestone de Costa Rica S.A.

Ser una empresa líder en la fabricación y comercialización de llantas y productos relacionados, con los más altos estándares de calidad y de servicio al cliente. De igual forma, deseamos contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de nuestros empleados y obtener la más alta rentabilidad, de una manera ambientalmente responsable, basados en la filosofía de Calidad Total.

La misión de Bridgestone de Costa Rica se resume en “Servir a la sociedad con calidad superior” (Documentos Bridgestone, 1992).

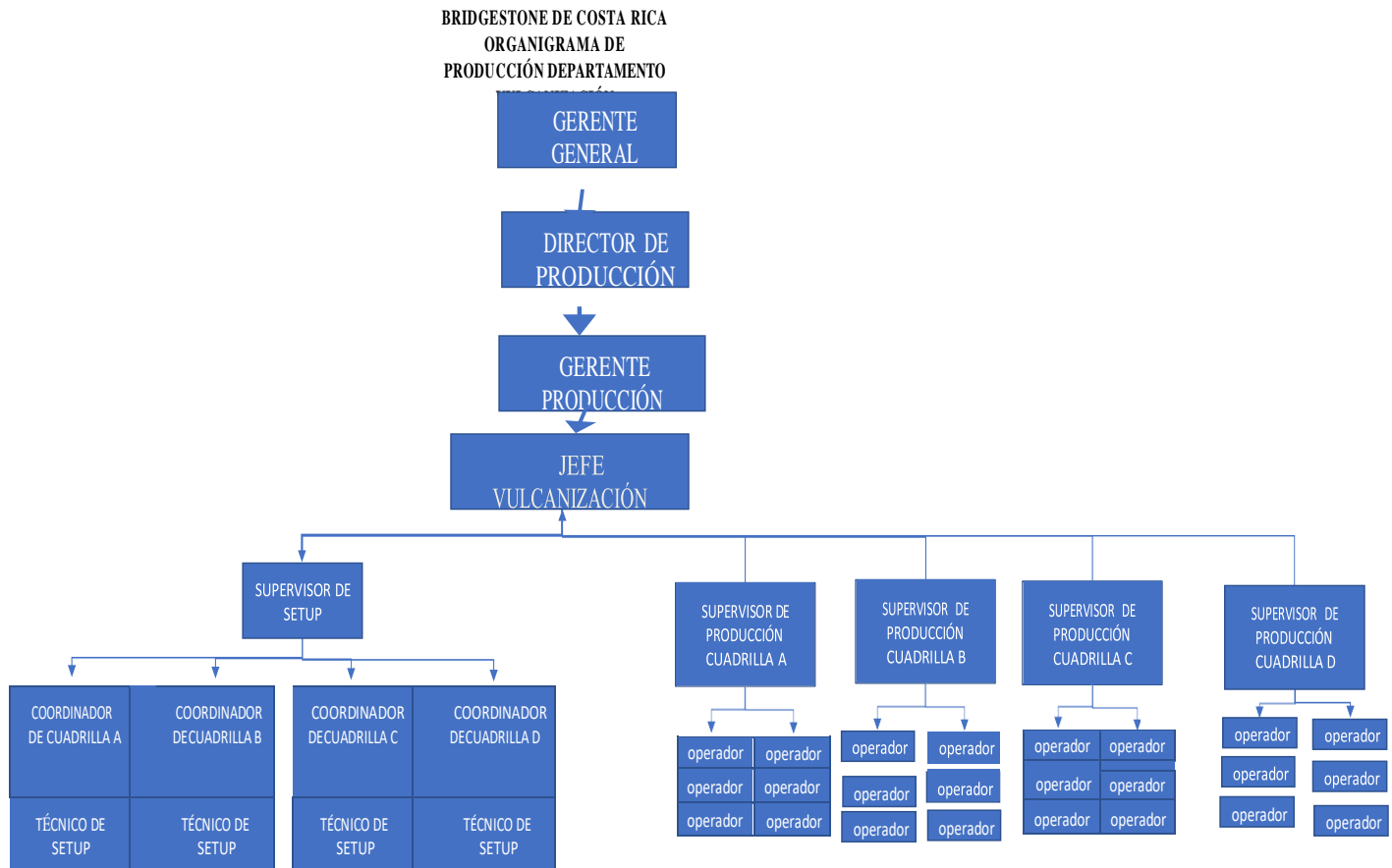
1.2.4 Visión de Bridgestone de Costa Rica S.A.

“Nuestro fundador Shojiro Ishibashi, resume nuestra visión de empresa como “Ser el Mejor, por lo cual, en Bridgestone de Costa Rica proponemos que nuestra empresa sea una, cuyos procesos

productivos, administrativos, de mercadeo, de recursos humanos y de ventas, sean comparables con las mejores empresas a nivel mundial.

Lo anterior se ha convertido en un reto para consolidarnos como la mejor planta de la Corporación Bridgestone en América Latina”. (Documentos Bridgestone, 1992).

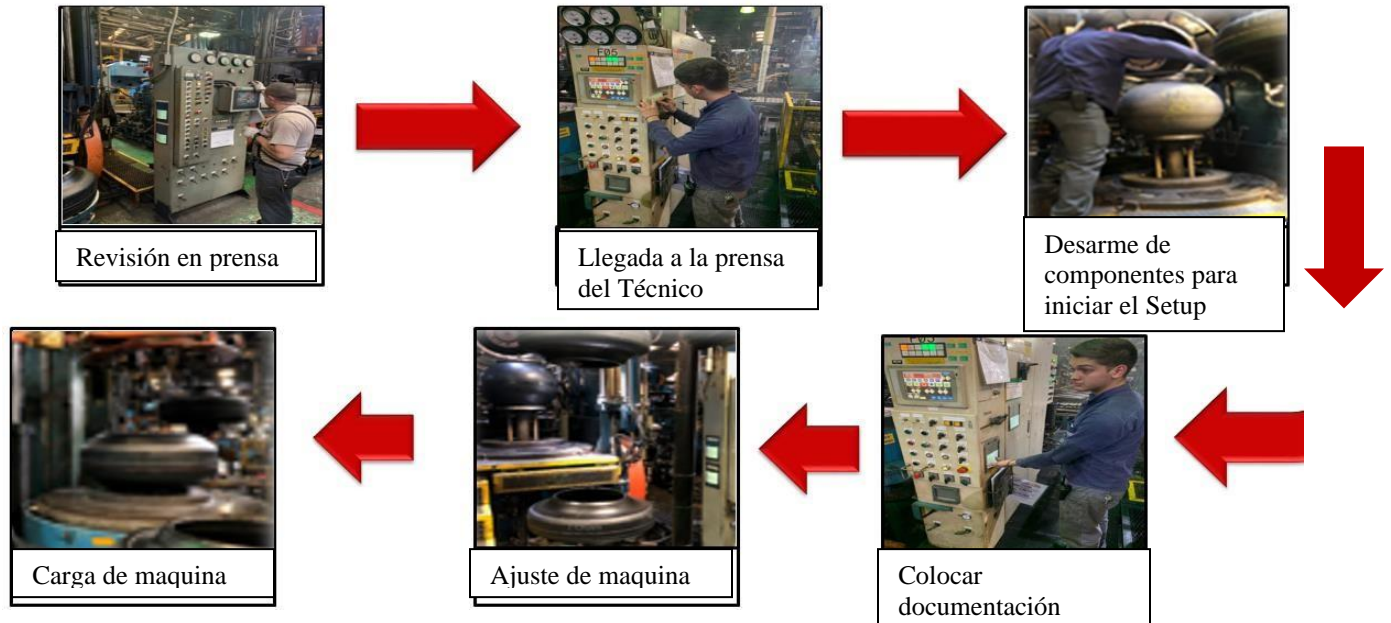
Ilustración 2 Organigrama de la Dirección de Producción Bridgestone de Costa Rica S.A.



Fuente: Elaboración propia

1.2.5 Flujo de trabajo del Proyecto

Ilustración 3 Ilustración de trabajo del proceso de Setup en maquina



1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta sección se detallarán las causas de las cuales tenemos el problema en la fábrica, la cual se está perdiendo un aproximado de un 25% de producción debido al Setup en la línea C de trabajo del departamento de vulcanización.

1.3.1 Justificación del problema.

En la actualidad se presentan diferentes tipos de demoras y constantes mejoras en los ciclos del proceso del vulcanizado. Este problema se considera debido al tiempo que se pierde en el cambio de medida en las prensas de Vulcanización, al hacer el cambio de medida en una prensa de la Línea "C", este se atrasa también debido a que los compañeros no tienen en su totalidad la documentación necesaria para terminar del todo el cambio.

Esto generándoles a ellos incertidumbre ya que al momento de estar haciendo el cambio, podría no ser la medida que están introduciendo a una máquina y en realidad estén introduciendo otra medida a la máquina, otro atraso que ellos tienen es que al momento de ingresar un Bladder (forma la llanta internamente), no saben qué tipo de Bladder ingresar y esto también les genera atraso.

Al llegar a la máquina y tener que empezar a quitar carretas de material de otras medidas para poder

realizar el cambio de medida en la Línea, aparte de ello en los tiempos de Setup se está durando más tiempo debido al alto Mix de medidas que se tiene en la planta y al estar usando medidas en otras máquinas para poder cumplir con los objetivos de producción, siendo el más afectado la planta.

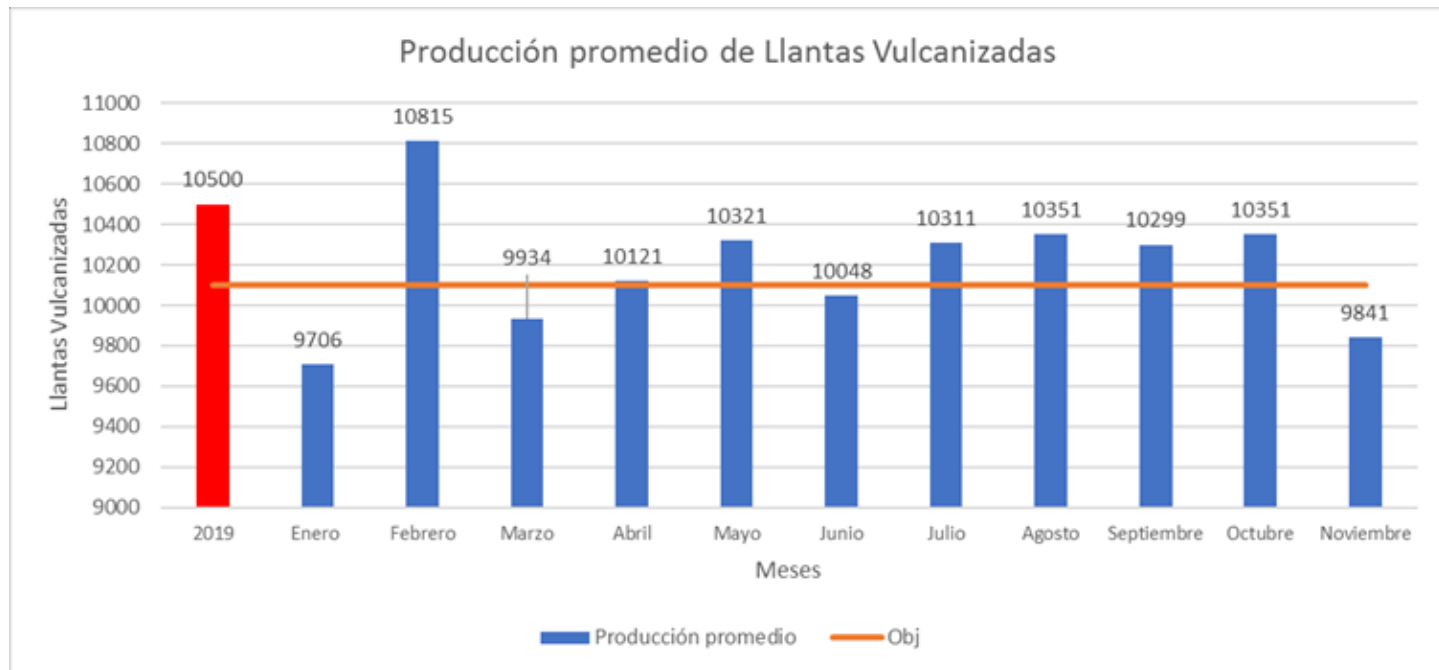
Esto al final del mes trae resultados negativos, ya que no se cumple con la demanda, el cual está el indicador abajo, solicitada por el cliente y la empresa no es tan competitiva como debería de ser.

Este problema de tiempo también afecta a los compañeros de Mantenimiento, ya que para hacer alguna reparación o ver algún comportamiento de la maquina ya produciendo no lo pueden hacer hasta que el cambio esté listo y ellos se van atrasando con otros trabajos.

1.3.2 Definición del problema

En el departamento de Vulcanización, se detecta que el Tiempo de Setup para los moldes de Vulcanización, , el tiempo de cambio para esas máquinas es de 8 horas y se está durando más tiempo, aproximadamente 15 horas esto afectando la producción de llantas en un 25% aproximadamente y el cumplimiento de la Productividad de la planta en un 25% , lo que impacta negativamente a la empresa en la producción de llantas y por asuntos de orden y limpieza a la hora de realizar un cambio de lote, generando también malestar entre los colaboradores.

Gráfico 1 Producción de unidades del departamento de Vulcanización durante el año 2019.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Este Grafico 1 adjunto se refiere a la producción en la planta de Bridgestone de Costa rica, la cual está clasificada por meses.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo General

Disminuir el tiempo de Setup en el área de Vulcanización de las prensas vulcanizadoras, mediante la utilización de DMAIC, Para el logro de una mayor producción de llantas, mejor uso de los recursos y disminución de llantas no conformes.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir un diagnóstico de la situación actual del área de producción en la Línea “C”, en la Empresa Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.
- Recolectar todas las tareas que se llevan a cabo en el proceso actual de Setup de la línea “C” y acomodo de línea, en la Empresa Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.
- Medir con la toma de tiempos de las actividades del proceso actual de Setup y organización de las tareas en la empresa Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.
- Analizar las actividades que aumentan el tiempo de Setup y acomodo de línea, en la Empresa Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.
- Mejorar las actividades del proceso de set up en internas y externas, en la Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.
- Controlar con un procedimiento para la disminución de tiempos de Setup para el control de los tiempos de cambio de medida, en la empresa Bridgestone de Costa Rica, durante el año 2020.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcance

El alcance del proyecto abarca solamente en la línea "C" del departamento de Vulcanización, para cumplir los objetivos de Disminución de Tiempo, la cantidad y de la calidad de las llantas Vulcanizadas. Se va a desarrollar un análisis de la situación actual para ejecutar propuestas que disminuyan los tiempos de Setup, mediante la implementación de herramientas Lean y que por consecuencia se vea reflejado un cambio positivo en los indicadores de productividad de la Línea "C", esto aumentando la eficiencia y el aprovechamiento de recursos para el departamento de Vulcanización. en la empresa Bridgestone de Costa rica, durante el año.

1.5.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones que podrían presentarse en este proyecto está la programación de Setup en la Línea "C", el cual comprende los meses de enero a diciembre del 2020, así como el período comprendido de la toma de datos, pues se trabajará con base en la información suministrada de los meses de enero a septiembre del 2020.

Los cálculos efectuados se hacen con base en los datos suministrados por parte de la empresa. El seguimiento y control de este proyecto quedará sujeto al control del Supervisor y los resultados de los indicadores con las actividades por desarrollar para el año 2020 y depende de los responsables del área interesada si este se ejecutará o no.

Otra de las limitaciones para el desarrollo de este proyecto es que la cantidad de set ups van a depender de la demanda del cliente, esto dificulta el análisis y recopilación de información acerca del proceso.

Además, como otra limitante es que, por cuestiones de confidencialidad algunos datos no se podrán evidenciar de manera ya que esto lo tienen muy reglamentado la empresa para en la que se está desarrollando el presente proyecto.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

Por definición la ingeniería industrial es la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, y control de sistemas productivos, con énfasis a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización para los procesos y con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos.

Ingeniería Industrial

Según (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2016). El objetivo de estudio de la ingeniería industrial es el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios conformado por: recursos humanos, tecnológicos, financieros, económicos, materiales y de información; con el fin de incrementar la productividad y competitividad de las organizaciones.

La ingeniería industrial es quizás la rama de la ingeniería ligada más estrechamente al desarrollo socioeconómico de un país, por lo menos visto desde el interior de las organizaciones ya sean públicas o privadas.

2.1.1 Equipo de Control Funcional (Control Funcional Team).

El equipo multidisciplinario o CFT se define como cualquier grupo de personas que trabajan en diferentes ramas o departamentos para alcanzar un objetivo común. Por ejemplo, el ingeniero industrial, los eléctricos, mecánicos, crean un grupo para mejorar la distribución de planta, así como mejorar el flujo de materiales a otro departamento. (Manufactura Inteligente, 2015). Un equipo de trabajo ideal tiene una serie de características que se deben mencionar:

Objetivo:

El equipo sabrá hacia dónde va y promoverá la unión del equipo para alcanzar lo que se ha propuesto, se mide sus resultados por indicadores.

2.1.2 Salud e Higiene Ocupacional

La Salud Ocupacional, o Seguridad y Salud en el trabajo, se define como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2016).

2.1.3 Proceso Productivo

Como argumenta (Méndez, 2011, pág. 19) en el libro Los procesos industriales y el medio ambiente:

Un nuevo paradigma, el cual indica que un proceso productivo es la transformación de un material que se encuentra en un estado inicial llamado materia prima, a través de una serie de etapas que, en su conjunto, se denominan proceso; todo esto, para llevarlo a un estado final denominado producto.

Según lo establece la cita anterior, el proceso productivo conlleva una serie de actividades vinculadas para transformar un insumo o materia prima en un producto, ya sea tangible o intangible, obteniendo como resultado final un bien o servicio.

2.1.4 Importancia de la Productividad

La productividad es la relación entre el resultado de una actividad productiva y los medios que han sido necesarios para obtener dicha producción. La productividad es la solución empresarial con más relevancia para obtener ganancias y crecimiento. (Work Meter Buen Trabajo, 2012).

1.- Metas y objetivos.

2.- Fomentar las sinergias.

3.- Incentivación de la creatividad.

4.- Innovación tecnológica.

MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Metodología DMAIC

DMAIC corresponde a las siglas de define, mide, analiza, implementa y controla. Se trata de una metodología de resolución de problemas sobre procesos ya creados la cual fue desarrollada por el ingeniero de Motorola, Bill, Smith, en 1984 y forma parte del sistema de gestión Six Sigma. Con la metodología DMAIC se busca mejorar procesos, además se trata de una serie que se puede repetir de forma constante para estar continuamente evolucionando y mejorándolo. (Sigma X, 2012). Seguidamente se detalla las etapas en las que se divide esta metodología.

2.2.1.2 Bladder (Bolsa de hule):

Es una bolsa de hule, la cual sirve para darle la forma interna a la llanta, esto lleva sus partes y medidas, de las cuales esta bolsa va dentro del molde al momento de ingresar la llanta verde y ser vulcanizada por el molde, para que salga la llanta como tal, según medida respectiva.

Ilustración 4

Ilustración 4 Componentes de los Bladers internos

A. Naming of Bladder Components - BOM (Open-End Type)

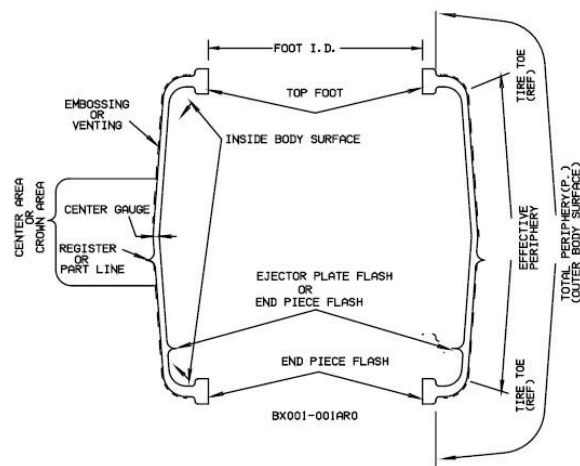


FIGURE 2: BLADDER COMPONENTS - BOM (OPEN-END TYPE)

Fuente: Bridgestone de Costa rica

Esta ilustración #4 trata del comportamiento dentro de la llanta al momento de hacer el proceso de vulcanización, esto es una explicación en imagen para lograr entender como el bladder se hace durante el proceso de vulcanizado en la máquina.

Ilustración 5. Componentes de los Bladers internos

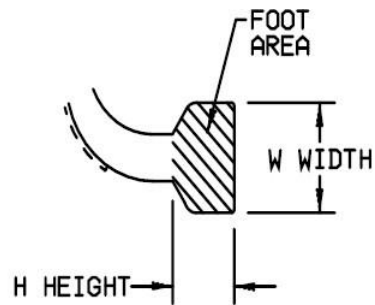


FIGURE 3: BLADDER COMPONENT-
BOM – FOOT AREA

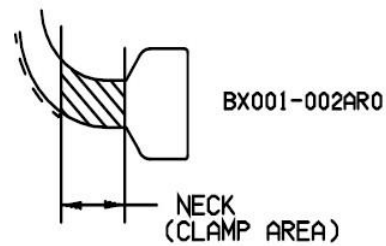


FIGURE 4: BLADDER COMPONENT-
BOM – NECK AREA

Fuente: Bridgestone de Costa rica

Esta explica según la ilustración #5 los anchos y grosor de el bladder como tal para que pueda soportar la carga de trabaja a la cual se somete según su tarrea.

2.2.1.3 Shaping (formado de vapor interno en la llanta):

Es la introducción de vapor o nitrógeno en el Bladder a una presión baja para que logre formar la llanta antes de que se cierre la prensa y se vulcanice de la forma correcta. Su drenaje se hace por medio de otra válvula mecánica para que el residuo se vaya por las tuberías correspondientes. (Ref. Bridgestone de Costa rica)

2.2.1.4 Llanta verde:

Es la llanta ya formada con sus respectivos componentes o materiales según las especificaciones de los clientes, para que sea transportada mediante carretas al departamento de vulcanización y sea vulcanizada en la máquina. (Ref. Bridgestone de Costa rica)

2.2.1.5 Vulcanización de llanta:

Proceso de cocción de la llanta verde en el departamento de vulcanización para que sea formada por medio de moldes según su especificación. (Ref. Bridgestone de Costa rica)

2.2.1.6 Post-Inflado:

Mecanismo de inflado de llanta, una vez salido del proceso de vulcanizado, la llanta se dirige a este proceso y el cual le termina de darle la forma a la llanta para que cumpla con la especificación solicitada por el cliente final. (ver ilustración Anexo #17). (Ref. Bridgestone de Costa rica)

2.2.2 Definir

Es la primera etapa para el desarrollo del proyecto, se delimita su enfoque. Se utilizan las siguientes herramientas:

2.2.2.1 Gráficos Estadísticos

Es un tipo de representación de datos, generalmente numéricos, los cuales mediante recursos visuales (líneas, vectores, superficies o símbolos), para que se manifieste visualmente la relación matemática o la correlación estadística que guardan entre sí. (SUÁREZ, Mario, (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica)

2.2.2.2 Tipos de datos

Cualitativos: se refieren a cualidades o modalidades que no pueden expresarse numéricamente. Se representa en el eje de ordenadas las modalidades y en abscisas las frecuencias absolutas o las frecuencias relativas.

Cuantitativos: se refieren a cantidades o valores numéricos, para las variables cuantitativas, se considera dos tipos de gráficos, en función de que para realizarlos se usen las frecuencias (absolutas o relativas) o las frecuencias acumuladas.

Existen los diagramas diferenciales: Son aquellos en los que se representan frecuencias absolutas o relativas. En ellos se representa el número o porcentaje de elementos que presenta una modalidad dada. Diagramas integrales: Son aquellos en los que se representan el número de elementos que presentan una modalidad inferior o igual a una dada.

Se realizan a partir de las frecuencias acumuladas, lo que da lugar a gráficos crecientes.

(SUÁREZ, Mario, (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica)

Gráfico de barras

Un gráfico de barras es una representación gráfica en un eje cartesiano de las frecuencias de una variable cualitativa o discreta. (Ver Anexo#1)

La orientación del gráfico puede ser:

Vertical: las distintas categorías están situadas en el eje horizontal y las barras de frecuencias crecen verticalmente.

Horizontal: las categorías se sitúan en el eje vertical y las barras crecen horizontalmente. Suelen usarse cuando hay muchas categorías o sus nombres son demasiado largos. (Ver Anexo#2)
(SUÁREZ, Mario, (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica)

2.2.3 Medir

Etapa contempla las mediciones de la condición actual en el proceso, mediante la recolección de datos que evidencien tal situación, aplicando diferentes herramientas que ayuden a justificar el proyecto, para lo cual se aplican las siguientes herramientas:

2.2.3.1 Gráficas de Comparación

Las gráficas de comparación representan dos o más valores numéricos obtenidos en fechas distintas o en condiciones diferentes para obtener una comparación de los datos. (Camisón, Cruz y González, 2006). (Ver Anexo#3)

2.2.3.2 Diagrama de flujo de procesos

Es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo flujo diferente el cual contiene una breve descripción de la etapa de proceso. El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. (Ver Anexo#4)

2.2.3.3 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica la cual permite

visualizar las causas que explican un determinado problema, esto la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada. (Gestión de Operaciones, 2017). **(Ver Anexo#5)**

2.2.4 Analizar

En la tercera etapa se analizan los datos sobre las causas encontradas, este análisis presenta un panorama más claro para trabajar el problema en la investigación; se pueden sacar conclusiones claras justificadas con la veracidad de los datos.

2.2.4.1 Diagrama de Pareto

2.2.4.1.2 Origen e historia del Diagrama de Pareto

En 1909 el economista y sociólogo Vilfredo Pareto (1848 – 1923) publicó los resultados de sus estudios sobre la distribución de la riqueza, observando que el 80% de esta se encontraba concentrada en el 20% de la población. Juran tuvo la oportunidad de conocer los trabajos de Pareto sobre la distribución de la riqueza. Su filosofía sobre los principios de la calidad ha sido durante mucho tiempo el eje central de la actual cultura moderna de la calidad aplicada en los diferentes procesos productivos y administrativos. Diferenció entre problemas esporádicos y problemas crónicos. La relación 80/20 se ha encontrado en distintos campos. Por ejemplo, el 80% de los problemas de una organización son debidos a un 20% de las causas posibles. El 80% de los defectos de un producto se debe al 20% de causas potenciales. Datos de cálculo para referencias **(ver anexo#6)**

2.2.5 Implementar

La cuarta etapa establece soluciones atinentes a la investigación para trabajar sobre las causas del problema, la meta principal es lograr corregirlas. Cabe señalar que implementadas las soluciones se valoran los datos posteriores a la mejora para la trazabilidad de estas y que sean medibles para comprobar su validez en la mejora continua.

2.2.5.1 Herramienta Gemba

En lean manufacturing, la idea de Gemba es que los problemas son visibles, y las mejores ideas del “kaizen” deberán surgir en el Gemba. Significa en cuestión de la calidad, que, si ocurre un problema, los ingenieros deben ir a comprender el impacto del problema completo y su recopilación de datos de todas las fuentes.

Taiichi Ohno, un ejecutivo de Toyota, desarrolló la teoría de “Gemba Walks”. Es la oportunidad que tienen los trabajadores de mirar el proceso “desde fuera”, evaluarlo, hablar sobre las tareas, preguntar, analizarlo y así identificar tareas que pueden mejorarse.

2.2.5.2 Estudio de Tiempos:

Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (OIT 2019).

Importancia y ámbito de aplicación del estudio de tiempos y movimientos

¿Cuál es la importancia del estudio de tiempos y movimientos?

La importancia del estudio de tiempos y movimientos (estudios de métodos, estudio del trabajo, medición del trabajo), radica en que puede ser aplicado en cualquier tipo de actividad o proceso, para encontrar la manera más adecuada de efectuar el trabajo y coadyuvar con una gestión eficiente.

¿Cuál es el ámbito de aplicación del estudio de tiempos y movimientos?

El estudio de tiempos y movimientos es efectivo tanto cuando se aplica en procesos industriales (desde los más simples a los más complejos), así como en trabajos de oficina, mantenimiento, cirugía, actividades gubernamentales, etc. En general, las técnicas del estudio de tiempos y movimientos pueden ser aplicadas en prácticamente cualquier ámbito.

Considerando que el esfuerzo humano está presente en los diferentes tipos de actividades laborales,

la aplicación de la economía de movimientos y esfuerzos será de aplicación universal. El problema de determinar un método viable y preferible para realizar el trabajo estará siempre presente. El trabajo del estudio de tiempos y movimientos consistirá en seleccionar los mejores procedimientos de entre una variedad, cada una consistente en determinados movimientos y tiempos de realización.

El estudio de tiempos y movimientos, empleada de manera adecuada, puede proporcionar un medio de actuación conjunta entre las diferentes áreas de una organización, dado que permite seleccionar, planificar, diseñar y controlar apropiadamente materiales, productos, procesos, herramientas, equipos, lugares de trabajo, etc.

Las técnicas del estudio de tiempos y movimientos ayudan a desarrollar sistemáticamente las actividades de gestión en una organización. (Abbas, M., A. Abbas y W.A. Khan, Scheduling Job Shop - A Case Study, doi: 10.1088/1757-899X/146/1/012052, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 146(1) (2016))

2.2.5.3 Elementos afectados

De manera introductoria, podemos afirmar, que la medida del tiempo en el trabajo, a través de un estudio de tiempos, es necesaria para los elementos siguientes:

1. Maquinaria: se ha de tener en cuenta el tiempo que invierte una máquina en hacer una pieza para así programar la carga de las máquinas, seleccionar nueva maquinaria, estudiar la distribución en planta, analizar y diseñar los equipos de trabajo, etc.
2. Personal: Midiendo el tiempo de trabajo se puede saber el número de operarios necesarios, fijar incentivos, establecer planes de trabajo, etc.
3. Fabricación: Si se saben los tiempos totales y el tiempo parcial que se requiere para hacer un producto, se pueden comparar diseños, establecer presupuestos, programar procesos productivos, comparar métodos de trabajo, etc.
4. Dirección: Si se conoce el tiempo necesario para hacer un producto, se pueden fijar términos de entrega a los clientes, los términos de entrega de los proveedores de materias primas, eliminar los tiempos improductivos, etc.

2.2.5.4 Ventajas

En definitiva, lo que trata es de establecer un tiempo de ejecución que cualquier operario que conozca su trabajo puede hacer continuamente y con agrado. De esta forma podremos establecer la base para:

- Reducir costos
- Determinar y controlar los costos de mano de obra con exactitud
- Establecer salarios con incentivos
- Mejorar la planificación
- Establecer presupuestos
- Comparar métodos
- Equilibrar cadenas de producción

Se tiende a pensar que la medida de tiempos de trabajo puede ser perjudicial para el trabajador, pensando que de esta manera su trabajo puede estar más controlado. Pero en realidad, de esta manera, se pueden realizar programaciones de trabajo más realistas, incentivos coherentes con el trabajo, horarios mejor distribuidos, evitar cargas puntuales de trabajo a las cuales no se puede abastecer en cierto tiempo.

Por lo tanto, esta herramienta debe utilizarse como una forma de mejora para la organización y los trabajadores, los cuales, involucrados con la política de calidad de la empresa, serán consecuentes con el trabajo que están realizando, teniendo claro que lo que beneficie a su empresa, le beneficia a él como tal.

2.2.6 Procedimientos para medir el tiempo

Las medidas de los tiempos deben hacerse con la exactitud estrictamente necesaria, dependiendo de la importancia de la actividad que se está midiendo. Si se trata de una operación que se va a repetir multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dediquen para asegurar una medida lo más exacta posible está bien empleado.

Un pequeño fallo en la medida del tiempo que se requiere para realizar un producto puede representar mucho tiempo a lo largo del año. Sin embargo, si se trata de una medida para pocas piezas, puede resultar más caro el exceso de exactitud que el valor de los posibles errores cometidos.

Los diferentes métodos de medida que suelen realizarse son:

- Estimación
- Mediante datos históricos
- Aparatos de medida. Estudio de tiempos con cronómetro.
- Tablas de datos normalizados
- Descomposición en micro movimientos de tiempos predeterminados
- Muestreo

2.2.6.1 Análisis Modo, Efecto y Falla (AMEF)

Este método también puede reconocerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos. (Cartín & Villareal y Morera, 2014, pág. 134). **(Ver Anexo #7)**

2.2.6.2 Diagrama de Gantt

La implementación proyectada se desarrollará mediante el diagrama de Gantt, dicho diagrama muestra de manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto a un tiempo que se le implementa a cada actividad (Freivalds & Niebel, 2014). **(Ver Anexo #8)**

2.2.6.3 Sistema de Bekido.

Es el sistema de medición y control de la producción utilizado para generar registros que permiten visualizar la tendencia y comportamiento de las gráficas de productividad en cada una de las máquinas que lo tenga incorporado, así como también agiliza el sistema para descarga de reportes de las diferentes demoras presentadas en cada uno de los departamentos productivos de la compañía.

2.2.6.4 Lean Manufacturing

Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero sí implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la cual se sustenta el Lean Manufacturing radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que:

- Minimice sus inventarios
- Minimice sus retrasos
- Minimice su espacio de trabajo
- Minimice sus costos totales
- Minimice su consumo energético
- Mejore su calidad

2.2.6.5 Metodología de las 5's (Ver Anexo #9)

¿Qué son las 5S?

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades las cuales se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales:

1. Clasificación u Organización: Seiri (Ver Anexo #10)

2. Orden: Seiton (Ver Anexo #11)

3. Limpieza: Seiso (Ver Anexo #12)

4. Estandarización: Seiketsu (Ver Anexo #13)

5. Disciplina: Shitsuke

2.2.6.6 Criterios de decisión

Valor Actual Neto (VAN)

1. No existen restricciones de capital

Por un lado, si no existen restricciones de fondos para invertir, la regla de decisión del VAN dice que todo proyecto de inversión deberá llevarse a cabo cuando el VAN es positivo ($VAN > 0$).

Formula de costo Beneficio:

Esta fórmula compra de forma directa los beneficios y los costos, para poder hacer el cálculo de la relación costo-beneficio, para una conclusión de la viabilidad del proyecto a estudiar si bajo este enfoque se debe de tener en cuenta, la comparación de la relación B/C, siendo así:

- $B/C >$ Nos indica que los beneficios llegan a superar los costos, por lo tanto, si es viable el proyecto
- $B/C = 1$ En este caso no hay ganancia para la empresa, pues los beneficios y los costos son iguales.
- $B/C < 1$, Este no muestra que los costos son mayores que los beneficios, pues ese proyecto no se debería de considerar.

Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

Este criterio de decisión dice que la inversión en un proyecto deberá ser recuperada al cabo de T periodos (años, meses, días). El valor que se fije para T es arbitrario y depende exclusivamente de las características de cada proyecto y de cada inversor en particular.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La regla de la TIR no es siempre igual, pues depende de cuál es la estructura del flujo de fondos del proyecto. (Ver Anexo#14)

Tasa Interna de Retorno (ROI)

El ROI es un indicador que permite saber cuánto dinero la empresa perdió o ganó con las

inversiones hechas (en anuncios pagados, nuevas herramientas, entrenamientos, etc.).

De esta forma, se puede saber cuáles inversiones valen la pena y cómo optimizar aquellas que ya están funcionando para que tengan un rendimiento todavía mejor.

Cómo calcular el ROI (Ver Anexo#15)

Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)

Es un porcentaje que por lo regular determina la persona que va a invertir en un proyecto. Esta tasa se usa como referencia para determinar si el proyecto le puede generar ganancias o no. Si un proyecto no tiene una tasa de rendimiento superior a la TMAR, NO será aprobado por el inversor.

Cómo se calcula la TMAR (Ver Anexo#16)

2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

El impacto a corto y mediano plazo que implica el presente proyecto se relaciona directamente con el proceso productivo de la organización, siendo este el más importante para cumplir con los proyectos adquiridos.

Cabe señalar que un proceso productivo con estándares establecidos mejora la competitividad y productividad de la organización, como se señala en el libro (Gutiérrez, Calidad y Productividad, 2005, pág. 16), la competitividad es: “la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores”.

Por otra parte, es muy importante para la organización mantener la calidad de sus procesos, esto mediante el control y seguimiento de las variables que influyan en el proceso productivo.

Crosby señala que la clave de la calidad es hacerlo bien a la primera vez, y que este principio, esta actitud hacia hacerlo bien, es la base del cambio hacia la calidad, es decir, que sea posible ofrecer

un producto o servicio que cumpla con los requisitos del cliente. Por lo tanto, se debe construir un sistema de calidad para la prevención, cuyo estándar de desempeño sea cero defectos. (Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, 2005, pág. 49).

Por otra parte, para brindar una buena calidad, es indispensable que la organización trabaje constantemente en la mejora continua de sus procesos, con el fin de que estos estén en constante actualización y mejora, Carro y González indica en el libro *Administración de la Calidad*, (2009) la mejora está definida como: “si se logra controlar un proceso dejándolo estable en el tiempo reduciendo sus variaciones, podrá luego ser mejorado reduciendo estas variaciones rediseñándolo con el fin de obtener productos de calidad que satisfagan tanto a cliente interno o externo” (p.24).

Toda mejora está enfocada con el fin de brindar un producto o servicio de calidad, el cual quede percibido por el cliente como bueno, esto brinda a la organización la tranquilidad de haber cumplido con su objetivo primordial: la satisfacción de su clientela.

Es de vital importancia para una organización el servicio al cliente, pues toda gira en la medida de cómo sepa atraer la mayor cantidad de clientes y cómo mantener estos a través del tiempo, como lo expone Mateos (2012) en su libro *Atención básica al cliente*, lograr la satisfacción de los clientes conlleva varios beneficios como lo son:

Un cliente satisfecho, es menos sensible a la competencia y genera un sentido de fidelidad a la organización que le brinda el servicio, un cliente satisfecho, habla bien de la organización y genera publicidad de boca en boca, satisfactorio para la empresa, un cliente satisfecho asegura el futuro de la empresa y le brinda una ventaja competitiva con BrBlanco, así los demás. (Mateos de Pablo Blanco, 2012).

Este proyecto, al trabajar la mejora en la productividad del proceso productivo de ensamblaje de la organización, busca una solución al problema mediante oportunidades de mejora, lo cual ayudará al departamento productivo a tener bien identificados sus factores y/o causas de afectación y en futuros proyectos contar con una métrica establecida para hacer frente a los retos que tenga.

Al ser una empresa que se encuentra en constantes cambios y en crecimiento, este proyecto dará una solución integral traducida en una estabilidad económica tanto para los socios de esta como para los trabajadores que ejecutan su labor de manera comprometida con la organización.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

(Jazziel, 2016), presentaron su trabajo titulado: Mejora de productividad de una línea de producción a través de la implementación de un programa especializado a la captura del métrico de Eficiencia General de los Equipos en una empresa especializada y dedicada a la fabricación de productos médicos (2016).

El cual consiste en determinar la implementación de un sistema especializado en el métrico de la Eficiencia General de los Equipos, en el cual se muestra de una manera más clara la identificación de oportunidades de mejora en la línea de producción en el reporte de producción diaria, estas oportunidades se identificaron en los tres factores con los cuales se trabajó en dicho cálculo.

En la empresa Bridgestone, específicamente en el área de vulcanización, obedece el mismo principio, ambos proyectos se desarrollan bajo una línea parecida de investigación.

(Jazziel, 2016), en su investigación tiene como objeto de estudio la Eficiencia General de los Equipos; Bridgestone, por su parte, se plantea el Mejoramiento de la producción en sus máquinas de Vulcanización, y según lo definido por parte del equipo de profesionales encargados del área, aunque la materia prima varía según su tipo de producción, ambas investigaciones las una gran variedad de productos según diseños, tamaños y formas de producir.

Además, su finalidad es mejorar sus indicadores productivos, buscando el crecimiento de la empresa para afrontar la demanda del mercado. Como dato importante, ambos procesos se

desarrollan bajo una línea de producción semejante, por ende, se tomó como antecedente, el cual concluye que el trabajo desarrollado le brinda a la empresa una adecuada planeación de su producción, misma conclusión a la que se pretende llegar con la investigación efectuada en la empresa Bridgestone de Costa Rica S.A.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA DMAIC

La metodología utilizada es DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual busca identificar oportunidades de mejora de los procesos existentes, utilizando un enfoque cuantitativo y estandarizado. En cada una de las fases se utilizan diferentes herramientas las cuales son utilizadas para el análisis de los procesos productivos para la mejora continua.

Para el desarrollo del proyecto se utilizan diferentes técnicas para efectuar la debida recolección de datos y que estos sean representativos y mantengan un nivel de confiabilidad que represente veracidad en el objeto de estudio, para tal efecto podemos citar:

(E.J. ESCALANTE VAZQUEZ. “Seis-Sigma, Metodología y Técnicas” Limusa, 2005)

3.1.1 Entrevistas:

La entrevista describe de una manera más personal las situaciones que para el criterio del entrevistado puede estar afectando el proceso, como dato importante el investigador toma esta información para hacerse un panorama más claro de la situación actual, este intercambio de comunicación aporta resultados positivos para efectos del proyecto. (Eficiencia General de los Equipos OEE. (2011). Recuperado de <http://www.free-logistics.com>)

3.1.2 Fuentes de información:

Estas fuentes responden a la información contenida en documentos, para lo cual se extraen datos importantes y relevantes para el proyecto, este tipo de fuentes aporta material valioso para conocer y distinguir el camino adecuado al proceso en estudio, para el presente proyecto nos referiremos a dos tipos de fuentes como lo son:

(Aditec Ingenieros. (2011). Modelado, simulación y optimización. Recuperado de <http://www.aditec-ingenieros.com/arena>).

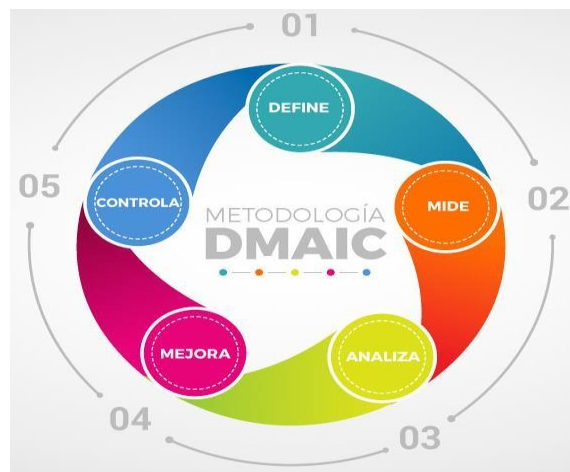
3.1.3 Primarias: se consideran como tal ya que aportan gran conocimiento bajo un criterio firme y estadístico como lo son los registros de históricos del área la cual será motivo de estudio, esto seleccionando la información que alimenta de manera positiva el proyecto.

3.1.4 Secundarias: se obtienen del personal experto o encargado del proceso el cual será objeto de estudio, proporciona una visión clara de acontecimiento los cuales en gran medida pueden favorecer las mejoras por ejecutar.

(Pande, P. S., Neuman, R. P. & Cavanagh, R. R. (2001). Las claves prácticas de Seis Sigma. Madrid: McGraw Hill.)

3.2 Metodología para la definición del problema.

Ilustración 6. Metodología DMAIC



Fuente: cicerocomunicacion.es

En la ilustración#6 nos indica que es una herramienta la cual es utilizada para la mejora de procesos en muchas industrias para la mejora de procesos, su actividad es en la metodología Seis sigma, pero no lo es del todo guiado por esa estrategia, esta herramienta se puede utilizar en las situaciones que uno desee en pro de la mejora.

(Pande, P. S., Neuman, R. P. & Cavanagh, R. R. (2001). Las claves prácticas de Seis Sigma. Madrid: McGraw Hill)

3.2.1 Definir:

Se define cual es el problema para resolver, esto es lo fundamental en la cual se va a trabajar de la manera en que se va desarrollando el proyecto, ya que con esto se pasara al siguiente paso del proyecto y con ello a la siguiente fase de la metodología, en la cual vamos a establecer métricas, de las cuales vamos a seguir para poder comprobar cómo evoluciona nuestro problema.

La definición al problema es nuestra parte más fundamental del proyecto para poder establecer nuestras variables y poder atacar de la mejor manera el problema y nos permita tener un mejor conocimiento o panorama de nuestro problema.

Se logra solicitar una reunión con los compañeros de Ingeniería de Procesos y se pudo hacer un análisis con los compañeros para la búsqueda del problema y conseguir factores que no están dando la pérdida de tiempo en la Línea "C" de vulcanización de la Bridgestone de Costa Rica.

También se les reúne a los compañeros de Producción que nos facilite en que factores ven ellos que se está dando la perdida de tiempos en la Línea "C". gracias a esta reunión; se recolecta información muy valiosa para el proceso de Setup en la Línea "C" el cual se está dando mucha pérdida de tiempo y se fundamenta el problema mediante una lluvia de ideas, las cuales fueron dando el planteamiento de este.

Una vez que se determinó el problema mediante la inspección realizada en la línea "C", seguidamente, se decidió aplicar una herramienta muy útil en el campo de la ingeniería industrial, llamada estudio de tiempos, este estudio tiene como objetivo principal que el investigador se presente en el lugar o área donde está el problema y anote en esta herramienta.

Todos aquellos tiempos que se van dando según las acciones que se van ejecutando, con este

estudio también puede ir anotando causas que pueden estar afectando el correcto desempeño del proceso en estudio, y así tener una visión más clara de lo que se está estudiando en el campo de proyecto.

Adicionalmente, para poder determinar las posibles causas o factores que afectaban el proceso en estudio, se utilizó el Diagrama de Ishikawa. Donde, todas las posibles causas más críticas fueron recolectadas para su posterior análisis con el personal que está ejecutando la labor del proceso en estudio.

Para la parte de análisis propiamente del problema se realiza por medio de un diagrama de Ishikawa, esta herramienta permite valorar todas las posibles causas del problema para luego descartarlas por medio de investigación o aprobarlas y así determinar que son causas principales del problema.

Se va a realizar este Ishikawa con la finalidad de encontrar causas raíz en el problema, se va a manejar por cada rama involucrada y se van a aceptar o rechazar las posibles causas para saber que parte del proceso es la que se debe atacar.

A continuación, se muestra parte de la toma de tiempos que se ha venido ejecutando para la verificación de labores y de tareas las cuales podemos investigar con mayor detenimiento y tener un mejor panorama para la detección de las causas de forma más gráfica y visual en las prensas de la línea "C" de Bridgestone de Costa Rica. (ver apéndice#1)

3.3.1 Medir:

METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

En esta fase se muestra la metodología a seguir para lograr llevar a cabo la investigación del proyecto a desarrollar. Se basa en la finalidad de objetivos y se haga el proyecto de la mejor manera.

3.3.2 Fase de Medición

Esta fase midió la situación actual del proceso, con el fin de encontrar las causas que predominan en el problema, se utilizaron herramientas de la metodología DMAIC para esta etapa de medición con el fin de asegurar y documentar lo encontrado en el proceso de manufactura del dispositivo. Además, se logró medir el desempeño del proceso actual, mediante las causas encontradas, se escogieron las variables de medición y se determinó el desempeño actual del proceso.

Para esta medición se llevó a cabo una toma de tiempos de cada una de las operaciones del proceso, con el fin de encontrar en qué etapa del proceso es donde se está generando el mayor tiempo. Además, para determinar las causas del por qué se está generando un exceso de tiempo en el proceso, se confeccionó una Matriz de Multivoto, la cual consistió en darle valores a las causas encontradas y un peso determinado, con el fin de determinar el grado de afectación en el proceso.

De la información que se aplicó en las bitácoras mencionadas en lo anterior se procede con la medición de la siguiente manera:

3.3.3 Elaboración Matriz de Multivoto de las causas.

Se consiste en la asignación de un peso o valor determinado para cada una de las causas encontradas en el taller de lluvia de Ideas, de esta manera lo que se pretende es determinar el impacto que genera las causas del incremento en el tiempo de Setup de la línea, y como estas causas afectan el desempeño y producción del proceso de manufactura de las llantas, además, del tiempo de entrega hacia los clientes finales.

Las causas encontradas están asociadas a una **M** de manera diferente de las 6M que se involucran a la herramienta del diagrama del Ishikawa, y asignándole un valor que se encuentra en los rangos de primera, segunda y tercera, siendo la primera la causa más significativa y la tercera, siendo la causa no tan apreciable para el proceso. (Ver apéndice#2).

Lo anterior, nos permite anotar los factores que intervienen en el proceso, a fin de llegar a tener una visión mucho más amplia y detallada de las condiciones actuales y obtener criterios u

observaciones que me ayuden a valorar las causas que pueden estar influyendo en el mismo proceso de Setup.

Una vez hecho el estudio, se coordina una junta con los coordinadores del departamento que tienen una relación directa en este proceso productivo, como lo son; Ingeniería de Procesos, Departamento de Producción, esto con el objetivo de aplicar una herramienta denominada Focus Group.

A fin de informarles a ellos las variables encontradas durante el proceso de estudio y observación, de esta manera mediante preguntas o conversaciones de forma conjunta se valorizaron las causas en el problema y de esta manera se determinan las posibles raíces del problema. Con esta junta también se van a sacar los puntos, los cuales los podemos tomar como base para una tabla Multivoto y así tener mejor definidas las variables.

La dinámica del Focus Group, es que las variables que fueron encontradas gracias al proceso de observación sirvieron de recurso para la elaboración del Diagrama de Ishikawa y mediante las 6 M, se construyen preguntas ligadas a estas etapas con el fin de darle un peso significativo según lo determine el grupo.

Con el propósito que se realice el análisis en la siguiente etapa y buscar las soluciones, para cada herramienta del Focus Group, se aplican las 6M, para el llenado conjunto de las herramientas basados en cada **M**, se establece un tiempo aproximado de 15 minutos para la aplicación de cada herramienta, ya que, para cada una de las **M**, tenemos variables que se lograron depurar.

La herramienta que se utilizó para el Focus Group es la siguiente: (Ver apéndice #3)

Una vez aplicadas las herramientas Focus Group correspondientes a las 6 M, se realizó otra junta con los jefes de los procesos con el fin de calificar las causas y variables identificadas para el diagrama de Ishikawa, dándole un valor a cada una según el impacto que genere en el proceso, tomando en cuenta cada cambio o impacto con el respectivo nivel de calidad para que arranque la prensa vulcanizadora en lo permitido por el departamento de Calidad, toda esta ponderación servirá para el análisis de las causas y las futuras soluciones.

La siguiente herramienta fue la se utilizaron para ponderar las causas identificadas:

(Ver apendice#4)

En esta reunión se logró definir objetivos del proyecto y la concientización de crear un grupo efectivo para el compromiso de aplicar las mejoras que se encontraron en el proyecto.

(Ver apendice#5)

FMEA: Con esta tabla, la cual nos dice los modos de falla y el análisis de defectos para ir estudiando las variables en los cambios con esto nos enfocamos a organizar mejor las variables que tenemos y podemos darle un peso a las mismas.

Gracias a esta tabla podemos determinar e identificar las oportunidades de mejora y llegar a entender por qué están teniendo tantas demoras durante el proceso que se están teniendo en el Set up de la Línea C para incrementar la producción de llantas.

3.3.4METODOLOGIA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA EN LA ELABORACION DE METODO PARA LA DISMINUCION DE SETUP EN LA LINEA “C”

Fase de Análisis de Variables

Ya hecho el análisis de variables y analizado las herramientas de medición, se logran evaluar las causas que tienen mayor peso y las cuales nos afectan para el Setup en la línea para un mejor tiempo de Setup en la línea. Se hace un continuo análisis y esto permite llegara a desarrollar propuestas de mejoras luego del análisis de las variables y causas.

Gracias a este análisis podemos utilizar las herramientas ya antes definidas por parte de la metodología DMAIC y lo que se está buscando es la mejora en el proceso de Setup en la línea “C” mediante las acciones que se vieron en el análisis anterior, parte de esas herramientas que nos sirvió de gran ayuda es el Ishikawa, el cual con este análisis se podrán derivar las mejoras en la parte de

costo para la mejora del proceso.

Sin embargo el análisis del proceso actual, es de gran importancia para para que determinen mecanismos o métodos para la mejora de Setup, evaluando con mayor detenimiento las causas que dificulten el buen funcionamiento del método a realizar, así se está en la búsqueda de nuevas alternativas de mejoras.

Toda la información recolectada sirve de gran ayuda para observar la mejora en el método de trabajo, mediante acciones en corto o largo plazo para una buena resolución del método de trabajo, punto importante es la comparación del método anterior y el nuevo ya que con ello podemos obtener un mejor comparativo para demostrar la mejora.

Así se puede evaluar la mejora en la razón de determinar cuáles eran las malas funciones que se estaban ejecutando para el Setup sea más eficiente cada vez más, para el beneficio de la producción.

Como resumen, lo que se requiere hacer en esta etapa es:

- Análisis y determinación de las causas raíz del problema
- Identificar las variables potenciales
- Identificación de oportunidades de mejora en el proceso
- Desarrollar una prueba de hipótesis para la solución del método de trabajo en la Línea "C".

Estos puntos anteriores determinan la obtención de un panorama general del método de trabajo y sus posibles mejoras para la producción más provechosa, además de esto ayudara a obtener un impacto económico en el proyecto para el análisis e inversión de una forma más cuantificada y los beneficios que se pueden obtener al ejecutar la implementación, no solo a la producción, si no a la organización como tal.

3.4 METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE MEJORA EN LA ELABORACION DE METODO PARA LA

DISMINUCION DE SETUP EN LA LINEA "C"

Fase de Mejora.

En esta fase se aplica la propuesta de mejora para la corrección de las oportunidades de mejora en el método de trabajo, con el fin de eliminar o disminuir las oportunidades, además se propone la utilización de herramientas que ayuden y faciliten el método de trabajo en la Línea de trabajo.

Se busca el fortalecimiento del proceso para cuando hay un cambio de medida en la prensa, se llegue a despejar el área de trabajo para el buen trabajo de los encargados de hacer el Setup en la Línea, el uso de mejores herramientas y método de trabajo sea más efectivo, el cual garantice el buen trabajo del cambio de medida en prensa, que el trabajo que de Calidad de las actividades ejecutadas.

Esto con el fin de mejorar en la metodología de trabajo que se realiza al momento de ejecutar los métodos de trabajo en el proceso de Setup. No hay técnicas en el momento para la mejora de actividades por parte de los que hacen el Setup en la Línea los cuales son dueños del trabajo a realizar en cada cambio, esto con la trayectoria de mejorar en la disminución del desperdicio de tiempo y la eficiencia en la Línea.

Se realiza un análisis de costo beneficio para el área que se está trabajando, con el fin de obtener por parte de la organización un mejor panorama de la Línea en proyecto y ellos cuenten con toda la información pertinente para la producción de más unidades para efectos de la programación de unidades en la Línea "C", y así ser una empresa más competitiva.

3.5 METODOLOGIA PARA LA VERIFICACION DEL ASEGURAMIENTO, EL CONTROL Y SEGUIMEINTO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE SETUP EN LA LINEA "C"

Fase de Control

En esta fase se corresponde a la última etapa de la metodología DMAIC, se estudió en el desarrollo

de la propuesta de un plan de implementación con el cual se dé un mejor resultado, el cual ha sido definido por medio de un cronograma para que se aplique la metodología o herramientas a fin.

Que se pueda implementar lo propuesto en la fase de la mejora, para que se ejecute un buen control de los métodos de trabajo en la Línea C, y así evitar errores o malos métodos en la Línea C.

Las propuestas de mejora deben de obtener controles de seguimiento y la persona encargada del área se debe de asegurar que el método de trabajo que se está ejecutando se haga según los controles que se establecieron, y si se hacen algunos ajustes en el proceso del métodos a estar ejecutando se puedan presentar de manera más acorde para la búsqueda de la mejora

Se tomen las acciones preventivas o correctivas para que el método de trabajo sea lo más óptimo posible y no le genere atrasos en la producción de la Organización.

CAPITULO IV: LINEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 DESCRIPCIÓN ACTUAL

En esta fase se detalla el proceso actual que tiene manufactura en la empresa, como lo es en el departamento de Vulcanización, con el objetivo de la realización del análisis para poder conocer cómo está la empresa actualmente y con ello encontrar oportunidades para las mejoras del proceso.

Además de esto entender bien la situación de una manera más global del proceso, se utilizaron herramientas como la que fue la de observación, toma de tiempos, lluvia de ideas, diagrama de causa y efectos que ayuda a la intervención del proceso, así como la lluvia de ideas que se hizo reunión con los compañeros de producción, Ingeniería de Procesos, y Setup de Vulcanización para poder analizar sus criterios e ideas.

En esta fase podríamos ver si los diagnósticos se cumplieron sus objetivos según los análisis, se podrían hacer varias preguntas: ¿Cuáles son las actividades del procesos actual que manufactura hace en la Linea C de Vulcanización?, ¿Cuáles serían los principales desperdicios de tiempo durante el procesos de Setup en la Linea C ?, ¿Cuáles son las principales causas que ayudan a que se tenga tanto desperdicio de tiempo de Setup en la Linea C?

¿Cuáles podrían ser las causas raíz de este desperdicio de tiempo?, una vez que tengamos las respuestas a estas preguntas podemos llegar a el desarrollo de conclusiones y recomendaciones de las cuales se guía a las propuestas de mejora para el procesos de Setup en la Linea C de Vulcanización en la empresa Bridgestone de Costa Rica.

4.1.2 Mapa de Procesos

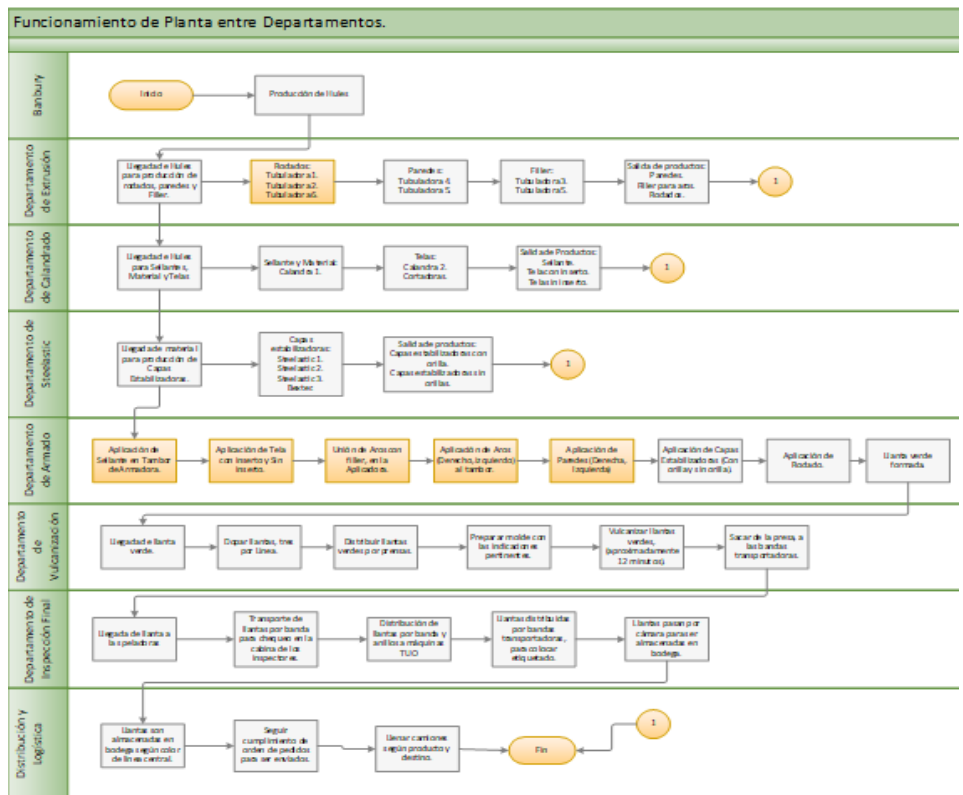
Bridgestone de Costa Rica es una empresa manufacturera de llantas con una gran trayectoria de la cual ha estado en el país por más de 50 años. La compañía se ha encargado de satisfacer las necesidades de los mercados de Centroamérica, el Caribe y los Estados Unidos en lo que respecta a llantas para camión, camioneta, agrícola, pasajero radial y de repuesto temporal. Bridgestone de Costa Rica maneja una política integrada de Seguridad, Medioambiente y Calidad en donde se

comprimen los lineamientos de la compañía en sus tres prioridades. La política integrada es la siguiente:

“En Bridgestone de Costa Rica S.A; producimos llantas, las cuales cumplen con los requerimientos de nuestros clientes. A la vez, mantenemos un ambiente de trabajo seguro y operamos de una manera social y ambientalmente responsable, de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros requisitos aplicables.

Nuestros compromisos son: satisfacción del cliente y de los entes interesados, capacitación de nuestros asociados, trabajo en equipo, decisiones tomadas en base a hechos y datos, mejoramiento continuo de la eficacia en los sistemas de gestión, comunicaciones abiertas y prevención de la contaminación. Esta política es el marco para establecer los objetivos del sistema integrado de la empresa.”

Ilustración 7. Mapa de proceso.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración#7 nos describe las áreas de operación de la empresa Bridgestone de Costa Rica, se encuentran las áreas estratégicas, operativas y que dan soporte a otras áreas ya que van en conjunto para ir haciendo los materiales como tal.

Se empieza por la parte de los Banbury's de los cuales es donde se hace el mezclado del hule y la preparación del hule como tal, según sea el requerimiento de cada cliente final.

Luego de ello va para la parte de las tubuladora en donde se hacen lo que son las paredes de la llanta, la parte del taco de la llanta, después de ellos, se hacen lo que son las telas de la llanta, esto igual dependiendo del tipo de llanta que se requiera, hay otra parte en donde se hacen los aros o ceja de la llanta, los cuales llevan un procesos de alambre forrado con hule para hacer su medición final y concuerde con la especificación de cada llanta.

Existe la parte de preparación de telas de la llanta y la capa de la llanta, ya que dependiendo del tipo de llanta que se estaría alistando según la programación de medidas, estas serían sus construcciones para los clientes finales.

Luego una vez que estén los materiales listos, pasaría al departamento de armado en donde, se arma la llanta, de igual forma dependiendo del tipo de construcción y diseño, así los materiales serán ensamblados como un solo conjunto para la formación de la llanta como tal.

Una vez construida la llanta verde, se almacenan en carretas de las cuales van para el departamento de vulcanización en donde por diseño van dirigidas a diferentes líneas de producción, ya que en todas las líneas existen diferentes diseños de llantas y están en constante cambio de medidas.

Luego de este proceso pasa al departamento de inspección Final, para ser inspeccionada la llanta en todos sus aspectos, para que puedan dirigirse a sus clientes finales.

Para efectos del proyecto se va a considerar el departamento de vulcanización, en el cual se hace el Setup de Moldes en máquinas para las medidas solicitadas por los compañeros de programación.

4.2 Descripción del Proceso de Setup en el Departamento de Vulcanización.

Este proceso en forma general es mediante el departamento de Setup, el cual ellos mismos son notificados por medio de un correo para poder alistar los Setup de moldes en cada máquina que se solicita para la medida requerida.

Una vez ya listo, se espera a que el supervisor de vulcanización logre dar el aviso para poder proceder con el Setup en la Línea "C", se procede al Setup de Molde en máquina sea la que hayan dispuesto los compañeros de programación y se sigue con el Setup, dentro de ello está el desarme de componentes para poder sustraer la medida que va saliendo.

La inclusión de la nueva medida para armar de nuevo en máquina con la nueva medida y proceder con la nueva producción, la llanta se debe de llevar a la oficina del supervisor de vulcanización para que sea verificada por él y los compañeros de Calidad dentro de este procedimiento hay varios pasos que luego en otra fase se explicaran para más detalles.

Este procedimiento es de suma importancia para que se haga con seguridad y toda la calidad posible y que sea bien gestionado de manera que el desperdicio de tiempo que se genere sea lo más evitable posible para que la producción se pueda cumplir con los objetivos, las metas y las demandas del cliente según sus especificaciones.

Ilustración 8. Diagrama de flujo del proceso de Setup de Molde



Fuente: Elaboración propia.

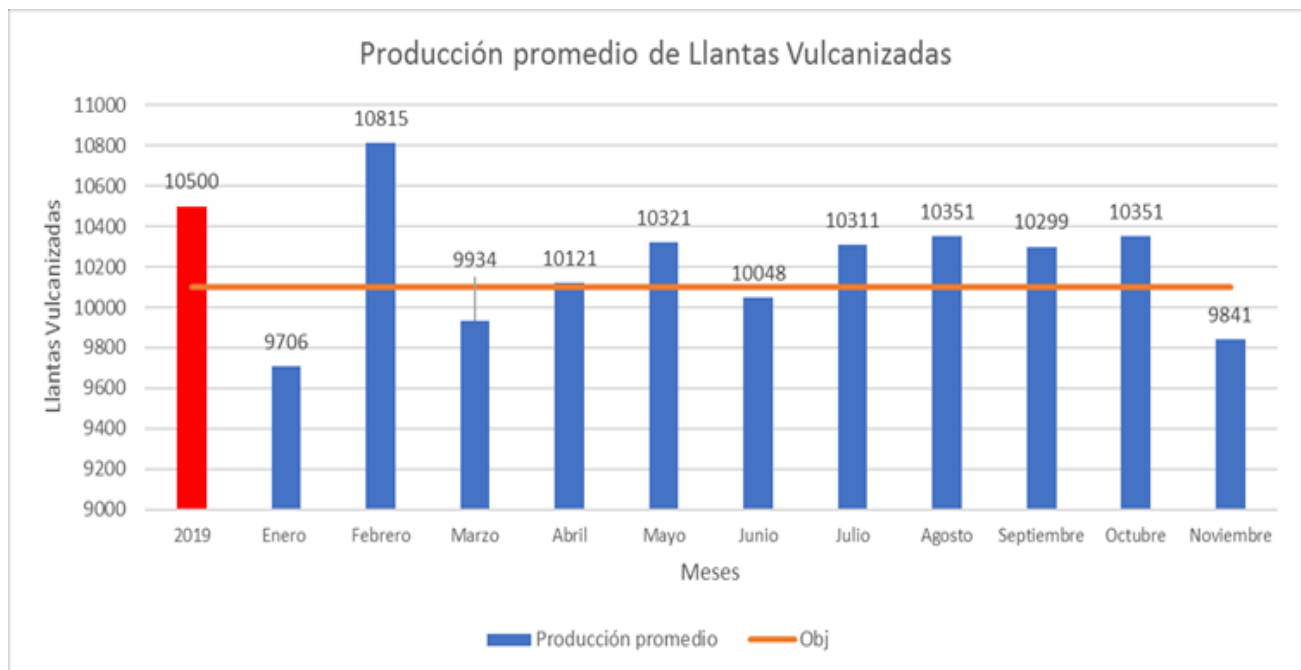
En la Ilustración #8 se generaliza el procedimiento del proceso de Setup en el departamento de vulcanización, los cuales dependiendo del tipo de medida podría tener otro tipo de ajustes en máquina.

Es de suma importancia el estudio de la situación actual de este procedimiento de Setup, con el fin de conocer todas las actividades y carencias que tenga el proceso.

4.3 Metas de Producción

Bridgestone se encarga de la manufactura de llantas para la sociedad mundial, en ellos lo tienen claro la importancia de la producción, ya que deben de cumplir con las metas para las demandas de los clientes, tienen muy claro los objetivos que se solicitan día a día, y todas las expectativas para cumplir con las reglamentaciones de calidad, se presentara una tabla con la información de la producción que tiene la planta.

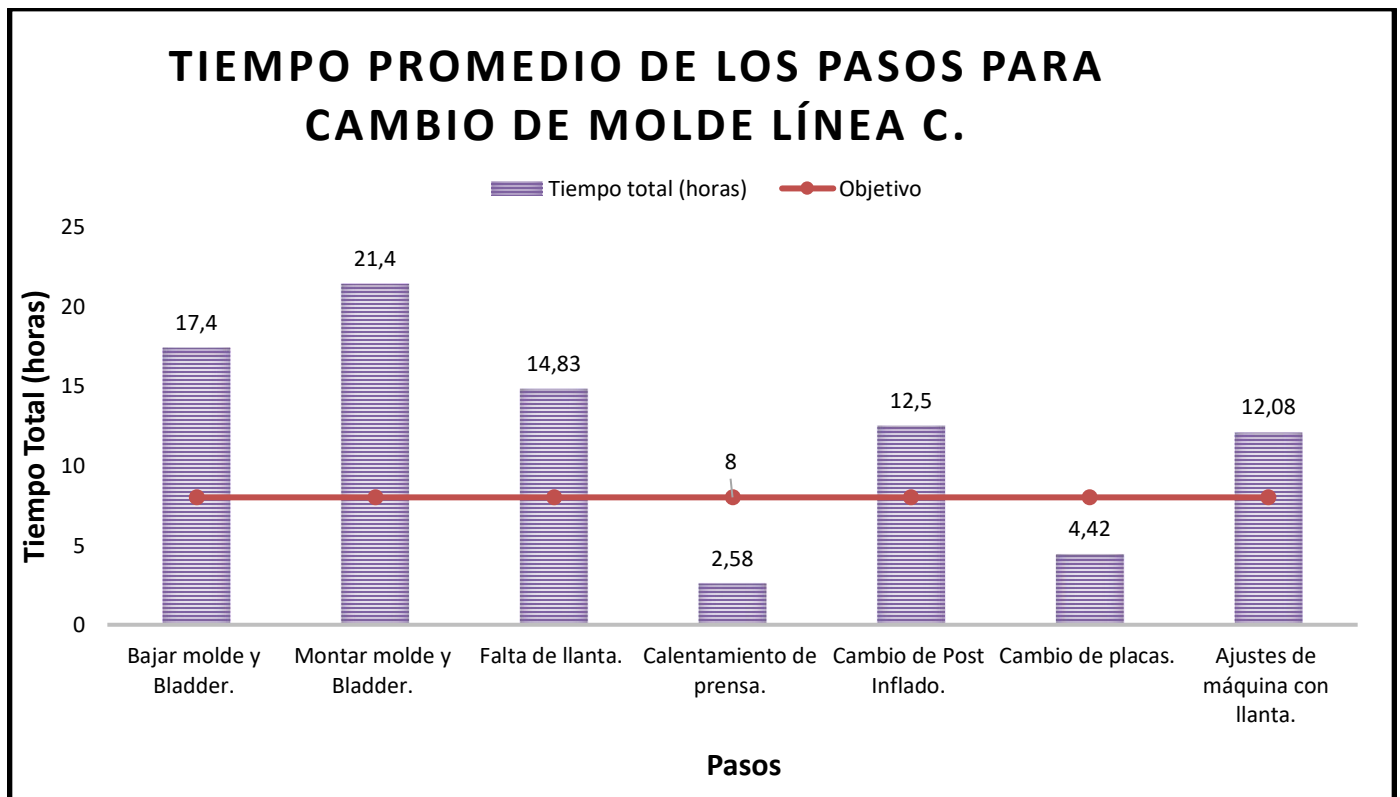
Ilustración 9. producción del 2019



Fuente: Bridgestone de Costa Rica

En la ilustración #9 se logra apreciar la producción de planta aproximada en 2019, la producción no ha sido muy constante y la meta que es de 10500 llantas como mínimo no se está alcanzando. Y esto perjudica enormemente a la empresa, ya que la baja en nivel de competitividad y la vuelve más costosa al tener una utilidad baja. Al no cumplir con la producción de la mejor manera también por la pérdida de tiempo en los Setup de Moldes. La empresa debe de solicitar horas y trabajos extras para poder cumplir con la meta y la demanda del cliente según la ilustración #9.

Grafico1 Tiempo promedio de los Setup de vulcanización.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el gráfico #1 que las horas de Setup en la Línea "C" son muy largas, esto ocasionándole tiempo extra de 4 a 6 horas por día o más horas además de la producción a la planta y generando el tener que hacer el llamado para hacer 128 horas al mes aproximadamente extras para los técnicos, para efectos de estudio en lo que se va a enfocar.

Es de suma importancia el cumplimiento de las metas de producción para llegar a satisfacer las demandas de los clientes finales y cumplir en una mejor trayectoria los tiempos de Setup, ya que se la inadecuada gestión de tiempos está afectando directamente el tiempo de entrega hacia el cliente.

4.4 Procedimiento de realización del Setup en la Línea "C"

El programador alista las medidas que están por programarse en el departamento de vulcanización, una vez alistada la solicitud a producir, el compañero envía un correo a los compañeros que alistan los moldes un día antes de que arranque la producción, en los otros departamentos.

Una vez que llega el correo a los compañeros, ellos verifican la hoja de cambios, para asegurarse que lo que se está programando sea acorde con la máquina en donde están solicitando que se traslade el molde para su respectiva producción.

Ya que en la empresa existen diferentes vulcanizadoras, según sus especificaciones, los cambios se pueden ejecutar, de no ser así, se debe de buscar otras alternativas en otras vulcanizadoras para poder producir lo solicitado por el departamento de programación.

Los compañeros alistan los moldes con sus respectivos componentes para que sea subido durante el setup, ya que tienen dos cavidades apenas solicitan el setup en el departamento de vulcanización, este requerimiento lo hace el supervisor del área, los compañeros que se encargan de hacer el setup proceden a llegar y comunicarle al operador de la línea.

En este caso la Línea C del departamento que se va a realizar el traslado de medida en una de las vulcanizadoras. Los compañeros que llegan hacer el setup, es una pareja los cuales, al empezar el supervisor de Producción de les debe de alistar y suministrar los nuevos documentos para la nueva medida que se va a empezar a producir, luego uno de ellos procede a Bloquear la máquina y el otro continuamente bloquea.

Lo que son las energías para evitar algún accidente o incidente durante el Setup en la máquina, luego de ello se procede a quitar los bladder de ambas cavidades, los cuales son uno por cavidad y empezar a desacoplar las mangueras de los moldes.

De igual forma son dos moldes para poder drenar las energías residuales de vapor, ya que la máquina y los moldes se calientan por medio de vapor de agua, el cual es suministrado por el departamento de Caldera, una vez drenada esa energía ya proceden a cerrar la máquina y empezar con el desacople de los moldes.

Luego los compañeros usan un montacargas con una uña larga para poder extraer los moldes de la máquina, esto lo hacen con unos ganchos y cadenas de alta resistencia para poder acoplar en la uña larga y así poder sustraer los moldes de la máquina uno a uno, una vez hecho esto con un molde, lo colocan en una tarima hecha para los moldes, posteriormente este procedimiento lo hacen con el otro molde para tener orden con el procedimiento. (ver Anexo#22)

Posteriormente a esto los compañeros proceden a llevarse primero un molde para el área de limpieza de moldes y luego el otro molde para el área de limpieza, luego de esto se van a buscar los moldes que van para la maquina a producir la próxima medida en el área de alistado de moldes, ellos buscan el molde, una vez encontrado el molde.

Los compañeros verifican la medida que se va a meter a producción contra la documentación que le dio el supervisor de producción, de no coincidir, los compañeros proceden a avisarle a l supervisor del problema que se estaría dando, pero si coincide los compañeros extraen los anillos #4 y los llevan al área de alistado de bladder y se van para la maquina a empezar a acoplar la nueva medida.

Posteriormente se encargan de meter primero un molde y luego el otro molde con su respectiva cavidad, ya que el molde va identificado con una cavidad respectiva. Esto lo hacen de igual forma con la uña y el montacargas, una vez hecho esto los compañeros se encargan de acoplar las mangueras y luego de esto, como es una medida nueva de producción deben de medir el shaping para que este todo en orden según la especificación de la medida.

Para este proceso el supervisor debe de enlazar el Ciclo de la medida en la máquina para que ellos puedan corroborar bien los parámetros que se necesitan para poder producir la medida nueva. Este proceso de verificación tiene que hacerlo también en la pantalla de la máquina para corroborar que

los parámetros enlazados sean los correctos.

En este caso también se deben de meter los Bladder nuevos, pero este rubro lo saben hasta que el supervisor les proporcione los datos de la medida que va para la producción, una vez que ellos tienen esa información ellos avisan por medio de radio de comunicación al compañero de alistado de bladers que los bladers son del tipo que le pide la especificación según ha designado los compañeros de Ingeniería de Procesos.

Con eso pueden alistar los bladers en el departamento de Alistado de Bladers con sus respectivos anillos según el tipo de molde que le corresponde. Uno de los compañeros sale de la máquina para ir por los bladers respectivos y traerlos de vuelta y poder montarlos en la máquina que se está haciendo el Setup de medida.

Los compañeros acoplan los bladers a los moldes y prueban su funcionamiento, dándole un calentamiento a los bladers con el shaping de manera que se vea como un globo pequeño y que no sobrepase la dimensión del molde, una vez hecho esto, los compañeros proceden hacer el chequeo radial, el cual tiene que haber un paralelismo y centralidad de los brazos cargadores de la máquina.

Estos brazos se encargan de colocar la llanta en el molde, pero su colocación debe ser centrada, ya que si no está de la manera correcta esto le ocasiona Scrap (unidad defectuosa) y genera pérdidas en la producción de la medida. Siendo esto también un desperdicio para la empresa.

Luego de haber hecho el procedimiento de paralelismo y centrado de brazos, proceden a ajustar el Post-inflado, el cual este proceso está en la parte trasera de la maquina este mecanismo consta de una vez que la llanta sale del ciclo de vulcanizado se pasa la llanta por medio de un brazo descargador, el cual el descargador entra al molde y descarga las llantas y las traslada al Post-inflado mediante un conveyeur.

Este mecanismo se debe de ajustar debido a que la medida que se está incorporando de nuevo a la maquina es diferente, esta se debe de ajustar, luego de este ajuste se procede a cerrar la máquina para que entre en un tiempo de calentamiento de Moldes para su respectiva vulcanización de las llantas verdes.

Este tiempo es de aproximadamente 1.5 hrs las cuales los compañeros no lo aprovechan para usarlo en otra vulcanizadora, ellos se quedan esperando a que se termine el calentamiento de máquina para

poder proceder con el cargado de la llanta.

Una vez que ya haya pasado este calentamiento, ellos solicitan la llanta para poder cargar la maquina y verificar como está el funcionamiento de la maquina con respecto a la nueva medida que esta por empezar a producirse.

La llanta sale ya vulcanizada y la esperan al final del ciclo del Post-inflado, una vez que la recogen, ellos la revisan para verificar y si se necesita hacer otra carga, se hace para hacer otra verificación por si hay algún defecto. y posteriormente la llevan donde el supervisor de vulcanización para que el mismo supervisor la revise y sea inspeccionada por los compañeros del departamento de calidad.

4.5 Herramientas utilizadas:

Equipo de Protección personal:

- Lentes para los ojos
- Tapones para los oídos
- Guantes
- Zapatos de seguridad
- Mangas especiales para los brazos
- Candado de Bloqueo

Herramientas:

- Llave cora fija de 7/8''
- Pistola de impacto
- Espigas Allen de 5/8'' para Ratchet de 1/2''
- Manguera de aire
- Cadena de 3mts de alta resistencia grado 100
- Ganchos para 4 tons
- Lingas para 2 tons
- Montacargas de 5 tons

- Uña “especial” para llegar a las cavidades

4.6 Procedimiento paso a paso de Setup de Molde en al Linea “C”:

En esta fase se explicará por medio de las imágenes los pasos que hacen los compañeros involucrados en el proceso para el momento de hacer el Setup de Molde en la Línea C de vulcanización.

Correo que se recibe por medio de los compañeros del departamento de Programación:

Ilustración 10 correo de programación para Setup para vulcanización

RE: hoja de cambios

From: Marco Azofeifa Monge <AzofeifaMarco@la-bridgestone.com>
Sent: Lunes, 23 de marzo de 2020 02:17 p.m.
To: Alex Soto <SotoAlex@la-bridgestone.com>; Alonso Padilla Canales <padillaalonso@la-bridgestone.com>; Alvaro Rodriguez <RodriguezAlvaro@la-bridgestone.com>; Aramis F <PadillaAramis@la-bridgestone.com>; Berny Bolanos <BolanosBerny@la-bridgestone.com>; Bryan Jimenez <JimenezBryan@la-bridgestone.com>; Carlos Delgado Segura <DelgadoSegura@la-bridgestone.com>; Christian Varela <VarelaChristian@la-bridgestone.com>; Cristian Molina Venegas <molinacristian@la-bridgestone.com>; Cristian Morales Mora - Costa Rica <moralescristian@la-bridgestone.com>; David Nunez <NunezDavid@la-bridgestone.com>; Dennis Barquero <BarqueroDennis@la-bridgestone.com>; Elias Paniagua <PaniaguaElias@la-bridgestone.com>; Francisco Umana <UmanaFrancisco@la-bridgestone.com>; Freddy Perez Sanchez <PerezFreddy@la-bridgestone.com>; Gabriela Gonza <GonzalezGabriela@BATOLA.onmicrosoft.com>; Gabriela Mendez Rojas <MendezGabriela@la-bridgestone.com>; Geovanny Castro <CastroGeovanny@la-bridgestone.com>; Guil <GomezGuillermo@la-bridgestone.com>; Gustavo Camacho <CamachoGustavo@la-bridgestone.com>; Isaias Ruiz <RuizIsaias@la-bridgestone.com>; Katherinne Alfaro <AlfaroKatherinne@la-bridgestone.com>; Mainor Santamaria Gonzalez <SantamariaMainor@la-bridgestone.com>; Manuel Sanchez Acevedo <SanchezManuel@la-bridgestone.com>; Natalia Elizondo <ElizondoNatalia@la-bridgestone.com>; Pablo Rojas Vasquez <RojasPablo@la-bridgestone.com>; Pablo Varela <VarelaPablo@la-bridgestone.com>; Pedro Murillo Rojas <MurilloPedro@la-bridgestone.com>; FonsecaRicardo <FonsecaRicardo@la-bridgestone.com>; Sharlyn Jimenez Suarez <JimenezSharlyn@la-bridgestone.com>; Siney Zuniga <ZunigaSiney@la-bridgestone.com>; Walter Moya <MoyaWalter@la-bridgestone.com>; Yelson Araya <ArayaYelson@la-bridgestone.com>; Yerson Soto Montoya <SotoYerson@la-bridgestone.com>; Yorling Badilla Araya <BadillaYorling@la-bridgestone.com>; Bermudez <AstuaYustin@la-bridgestone.com>
Subject: hoja de cambios



Marco Azofeifa Monge
 Programador
 Programacion de la producción
 Bridgestone Costa Rica S.A
 Tel. +(506) 2209-7300
 Ext. 7155
 Síguenos en: www.bridgestone.co.cr

Fuente: Bridgestone de Costa rica

Correo recibido para los compañeros de Alistado de Moldes para la verificación de medidas y alistado de nuevas medidas a producir

Ilustración 11 Hoja de Setup emitida por programación

PRENSA	Conten		LV	SALE	ENTRA
H04A	C104	KOBE	10342	235/50 R18 Winterforce 2 (Hot Sticher)	P235 60 R 16 Dueler H/T 840
H04B	C105	45	10342	235/50 R18 Winterforce 2 (Hot Sticher)	LT185 R14 CV5000
		Gas	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
F02A	C104	MIT5	9770	P235/65 R18 Winterforce 2 (Gap Spiral)	P265 65 R17 Dueler H/T 840
F02B	C105	51	9770	P235/65 R18 Winterforce 2 (Gap Spiral)	P265 65 R17 Dueler H/T 840
	C203	Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
C02A	C104	BOM	9944	235/45 R18 Winterforce (Rim Guard/gap Spir	LT245/75 R16 Destination RVT
C02B	C105	47	9944	235/45 R18 Winterforce (Rim Guard/gap Spir	LT245/75 R16 Destination RVT
		Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
B07A	C104	BOM	5880	(Refuerzo) LT205 R16C Destination A/T Local	P215/70R15 All Season
B07B	C105	45	5880	(Refuerzo) LT205 R16C Destination A/T Local	P215/70R15 All Season
		Gas	esperar a que se armen llantas		
D10A	C104	NAF	9130	P215/70 R15 Winterforce2	195/50 R16 ECOPIA (SOT)
D10B	105	46	9130	P215/70 R15 Winterforce2	195/50 R16 ECOPIA (SOT)
		Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
D09A	C104	NAF	8116	P195/60 R15 Potenza RE760	Intercambiar
D09B	105	46	8116	P195/60 R15 Potenza RE760	Intercambiar
		Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
24/03/2020					
D08A	C104	NAF	9233	P195/70 R14 All Season	P185/70 R14 F700
D08B	105	46	9233	P195/70 R14 All Season	P185/70 R14 F700
		Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
C04A	C104	BOM	9801	P235/65 R16 Winterforce CV	LT265/75 R16 Destination RVT
C04B	C105	47	9801	P235/65 R16 Winterforce CV	LT265/75 R16 Destination RVT
		Agua	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
B10A	C104	KOBE	7041	P235 70 R 16 Fuzion	P225/65R16 All Season
B10B	C105	45	7041	P235 70 R 16 Fuzion	P225/65R16 All Season
		Gas	REMATAR MEDIDA Y HACER CAMBIO APROX A LAS		
25/03/2020					

Fuente: Bridgestone de Costa rica

Esta Ilustración #11 es la que los compañeros de programación nos envían todos los días para solicitar las nuevas medidas que están por entrar y cuáles van a salir, las mismas medidas las verificamos, ya que en muchas ocasiones hay inconsistencias en las medidas que están por entrar ya que no hay moldes o ya las medidas están ya en producción y los compañeros no las toman en cuenta.

En ese momento de recibirla también se ve la disponibilidad de maquina a la que están asignando la medida, ya que en la fábrica hay variedad de máquinas para la producción de la medida y se debe de revisar bien, para no tener problemas posteriores con las medidas entrantes, este documento que nos envían consiste en las medidas que van saliendo y las que van entrando.

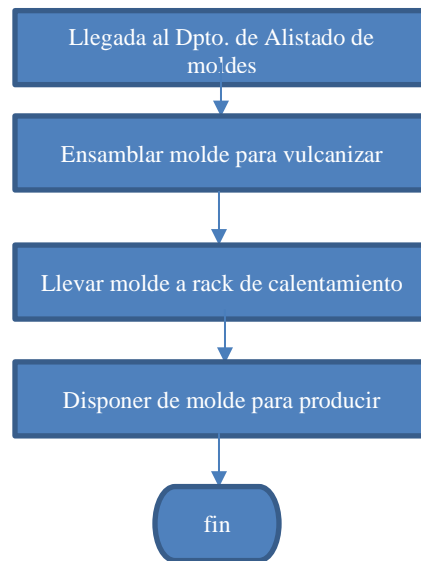
En la primera columna esta la maquina a la cual están designando la medida que van a meter para trabajar, la segunda columna, es el tipo de contenedor que lleva el molde para la medida, ya que con ello podemos ver si este tipo de contenedor cabe en la maquina vulcanizadora, en la tercer columna es el tipo de máquina que es ya que tenemos maquinas que se usan con agua caliente presurizada en los sistemas y con gas presurizado.

La cuarta es el código de la llanta que va saliendo de producción de esa máquina que se está designando, la quinta es la medida que va saliendo, esto lo ponen para verificar realmente la medida con lo que está montado en maquina y así no tener equivocaciones.

La sexta es la medida entrante, la cual es la medida que los compañeros Alista moldes se poner a verificar con la base de datos que tienen para saber si la medida ya está montada, tiene alguna restricción para la maquina a la cual va a producir, y saber si hay realmente moldes para esa medida que están solicitando.

4.7 Alistado de Moldes:

Ilustración 12. de Diagrama general de alistado de molde



Fuente: Bridgestone de Costa rica

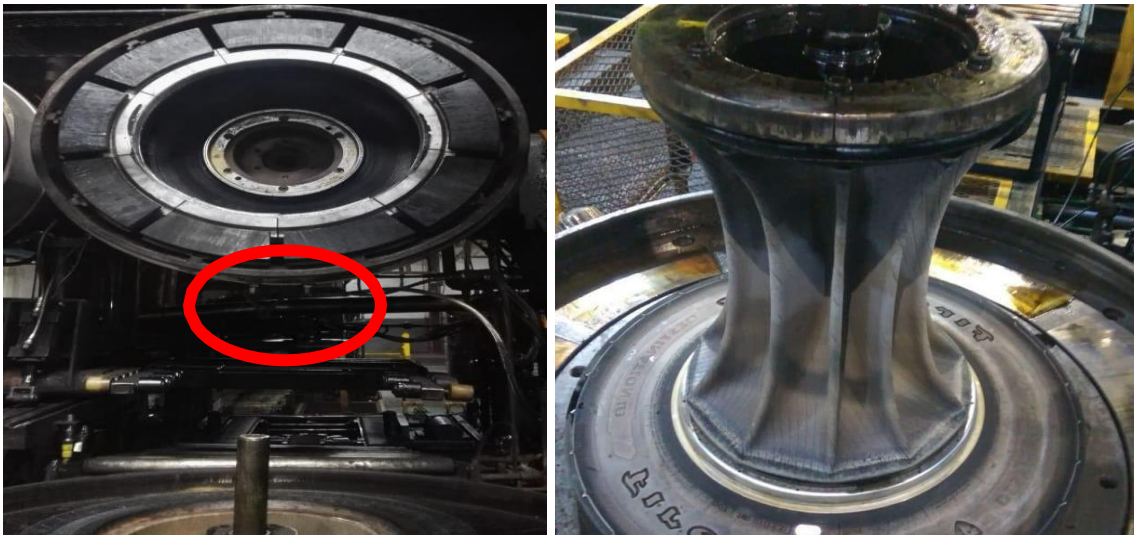
Ilustración 13. Alistado de moldes en el departamento de Setup.



Fuente: Bridgestone de Costa rica

En este caso podemos ver como es el alistado de los moldes de los cuales los compañeros ya han recibido el correo y se disponen a preparar los moldes, según esta solicitado por los compañeros de programación.

- Aviso de Supervisor:
- Llegada de los compañeros a la maquina:
- Bloqueo d Maquina:
- Desacople de Bladers y mangueras de segmentado:



En esta operación es en donde se desacoplan las mangueras del contenedor que tiene los moldes adentro ,esta operación se hace con una llave de 7/8'', y en la otra imagen esta la operación de los bladers, los cuales son los que se retiran para ser reemplazados por otros nuevos, esta operación la hacen con una llave especial para ser retirados y que estén un poco inflados los bladers para que se desacoplen y que estén acorde según la especificación que es brindada por los compañeros de ingeniería de Procesos.

- Desacople de Contenedores que tienen los moldes adentro:



En esta operación podemos ver como el compañero está desacoplando las tapas de los moldes o parte inferior de los moldes con las herramientas para su Setup de medida en la prensa., este método se hace con una pistola de impacto, debido a que las tapas esta sujetas a la maquina por medio de tornillos que están calientes y altamente socados con torquímetro.

- Meter el montacargas con la uña especial y sacar los moldes:
- Búsqueda de Moldes de la nueva medida en Alistado de moldes
- Verificar los moldes que van a ingresar con respecto a la especificación
- Llevar los moldes a maquina
- Descargar en maquina el Ciclo de la medida nueva
- Verificar los moldes que van a ingresar con respecto a la especificación
- Meter los moldes con la nueva medida:
- Acoplar los moldes con la maquina
- Acoplar mangueras
- Revisión de Shaping para los Bladers

- Acoplar los Bladers en cada cavidad



Operación en donde se coloca el Blader en la prensa para que sea aprobado por el mismo compañero que está haciendo el Setup en la máquina. El Bladder es acoplado con una herramienta especial, el cual va socado a presión para evitar fugas en el sistema y así no llegue a tener defectos la llanta.

- Hacer chequeo radial
- Poner a calentar la maquina
- Espera de llanta
- Cargar llanta a la maquina con los brazos cargadores
- Esperar carga de llanta que salga
- Revisar carga de llanta y dejarla ir para que tenga el ciclo de Post-inflado.



Operación que se hace cuando la llanta es dirigida mediante un conveyeur (IZQ), hacia (DER) el Post-inflado y el sistema realice el ciclo de Post-inflado, ya que este ciclo es de una carga y media de Ciclo de maquina este proceso debe de engrapar en el mismo sistema e inflar a una presión la cual va en función de la medida que se esté produciendo.

Su presión puede variar según su medida, esto le ayuda a la llanta a terminar su forma como tal y el mismo ayuda verificar si la llanta no tiene fugas como tal o hay algún problema en la ceja o aro de esta.

- Llevar la llanta al Supervisor de vulcanización para que haga la revisión respectiva con los compañeros de Calidad.

En esta línea "C" de producción de vulcanización, existen alrededor de 12 máquinas, de las cuales en todas las maquinas el proceso es igual a menos que se tenga alguna falla eléctrica o mecánica.

Como se muestran en las figuras descritas anteriormente se describen los métodos de Setup en la Línea C en el departamento de vulcanización, los mecánicos se encargan de hacer todo el procedimiento de manera responsable para hacer sus tareas.

En este procedimiento se puede minimizar la cantidad de tiempo con el estudio q se hizo con la lluvia de ideas y los análisis que se hicieron en piso para poder comprobar las pérdidas de tiempo, ya que ha esto le ocasiona pérdidas a la empresa y ocasiona que se tengan que pagar más horas extras y estar haciendo tareas extras del proceso. Teniendo consecuencias negativas para la empresa en no estar cumpliendo con sus objetivos y metas.

Ya estudiando todo el proceso podemos ver que hay oportunidad de los métodos que se están ejecutando, aquí es donde se no se controla mejor el tiempo y los recursos se podrían usar de una mejor manera, por lo que es indispensable el trabajo en equipo y la colaboración de todos los miembros para sacar de la mejor manera la tarea y asegurar la calidad de los métodos.

El estudio es de suma importancia ya que nos permite identificar los cuellos de botella en las tareas u operaciones que se van ejecutando en el Setup de molde así poder tener las bases para poder ir atacando las partes en donde se pueda evitar el desperdicio de tiempo y se puedan balancear de mejor manera las cargas y los tiempos, así optimizando y aprovechando mejor los recursos.

Teniendo la información de las metas de producción que se debe de tener en cada mes y teniendo el conocimiento del tiempo actual por cada operación que van haciendo los Setup de Moldes, se requiere proponer soluciones para que ayuden a la reducción de los Setup para el aprovechamiento de recursos y tener una mejor producción. Es importante tener la información de esta tabla para poder hacer propuesta o ejecutar alguna o cualquier acción que pueda surgir.

Tabla 1. Información General de Técnicos

INFORMACION GENERAL	
OPERARIOS	CANTIDAD
Alista moldes	4
Setup de molde	2
Arma Bladder	1
Supervisor de Producción	1
Jornada laboral	12 hrs.
Operarios	1

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con esta información, se logra tomar la decisión de proponer con las herramientas de la ingeniería industrial, esto con el objetivo de reducir el tiempo de Proceso en el Setup de Molde en los capítulos anteriores. Una de las herramientas propuestas es el uso del DMAIC, ya que esta herramienta interactúa también con los procesos de manufactura y esta nos ayuda a reducir y evitar tiempos y movimientos innecesarios.

Sin embargo, para poder proponer una implementación de estas herramientas de Lean manufacturing, se necesita saber cuáles son las actividades generales de los Setup y sus tiempos respectivos del año 2019 en la Línea "C"

Tabla 2. Tiempos de Setup

Prensa	C09	Fecha	12/12/2019	
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Duración	Comentarios
Bajar molde y Bladder.	16:00	5:40 PM	1:40	
Montar molde y Bladder.	17:10:00	19:30:00	2:20	
Cambio de Post Inflado.	0	0	0:00	
Cambio de placas.	7:30 PM	8:10 PM	0:40	
Calentamiento de prensa.	8:30 PM	10:00 PM	1:30	
Falta de llanta.	8:20 PM	12:00 AM	3:40	
Ajustes de máquina con llanta.	12:00 AM	12:45 AM	0:45	
Salida de Set Up		3:30 AM	Total, Duración	10:35

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se logra observar que en el Setup de Molde en la Línea "C" es de bastante tiempo la cual la cantidad de tiempo debería ser de 7 hrs con cambios en el sistema de Post-inflado para que se acomode la medida nueva en esa parte , y no teniendo cambio de medida debería ser de 5 hrs , ya que hay mucho tiempo en desperdicio en la línea de producción y no se está cumpliendo con la meta de tener los tiempos controlados para la organización.

4.8 Toma de muestras:

A continuación, la toma de muestras que se tomaron para el estudio, la cual fue de las 12 máquinas que están trabajando en la línea "C", en donde se utilizan las siguientes variables:

- σ = desviación estándar de 1.64
- Z= nivel de confianza del 95%
- e= error de la muestra de un 10%
- N= tamaño de la población igual a 12

Para el cálculo de la muestra, se toma el tiempo de cambios de set-up de la línea C para poder completamente al azar, desde enero del 2019 hasta diciembre 2019 observándose en la tabla #3:

Tabla 3.Toma de muestras

Prensa	C05	Fecha	17/12/2019	
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Duración	Comentarios
Bajar molde y Bladder.	14:10	3:50 PM	1:40	
Montar molde y Bladder.	15:20:00	19:30:00	4:10	Falla mecánica
Cambio de Post Inflado.	3:50 PM	5:50 PM	2:00	
Cambio de placas.	0	0	0:00	
Calentamiento de prensa.	9:00 PM	10:00 PM	1:00	
Falta de llanta.	0	0	0:00	
Ajustes de máquina con llanta.	7:30 PM	8:15 PM	0:45	
Salida de Set Up		No indica.	Total, Duración	9:35

Fuente: Elaboración propia

Se tomo en cuenta todo el mes de enero hasta diciembre del año pasado 2019, para el muestreo.

Las muestras se tomaron tomando en cuenta a todos los mecánicos que realizan los Setup de Molde en la Linea C, los tiempos fueron cronometrados y con base a hojas antes descritas para la verificación y tener de respaldo para los estudios.

Una vez hecho el estudio de los tiempos se procede a la realización de un promedio general de los datos obtenidos durante todos los meses, más los datos adicionales que se han tomado como desviación.

El proceso de Setup tiene un tiempo promedio aproximado actual de 22hrs en toda la Linea, por lo que se requiere disminuir ya que es bastante alto. La empresa necesita reducir este tiempo para no seguir con la incurrencia de estar contratando horas extras.

4.9 Actividades internas y externas de mecánico Setup y operador:

Ya especificando el procedimiento actual de los compañeros de Setup para la Linea "C", se expone una lista de las actividades internas y externas. Las cuales las actividades externas, son

aquellas que un mecánico de Setup con el operario podría estar haciendo mientras llegan los dos compañeros mecánicos Setup a la línea.

Mientras las demás maquinas van trabajando y se va terminando de vulcanizar la última llanta que le queda a la maquina vulcanizadora, en donde se puede estar aprovechando el tiempo que se pueda ir adelantando el trabajo.

Como actividades internas son las que el operario verifique como, por ejemplo, asegurarse con el supervisor que no queden lotes restantes de llantas y que quede en 0 el inventario que está por salir, al igual que la medida que va a entrar de nuevo, el operario y el mecánico de Setup pregunte por el inventario de llanta para seguir con los ajustes de máquina.

Las condiciones en cómo le están dejando la máquina, esta actividad la puede hacer el operario, ya que va a ser él mismo el que va a operar o manejar la maquina después de la intervención por los compañeros de Setup.

Para que pueda producir como la demanda de producción que están solicitando, sea la más acorde para sus tareas, lo que se da en claro es que al no tener estas ideas claras y actividades esto incurre en la empresa en estar perdiendo recurso para poder producir correctamente y tiempo que se pueden ahorrar haciendo las cosas de la mejor manera. Se detalla en la tabla con la siguiente lista:

Tabla 4. Actividades externas e internas del operador-mecánico de Setup

Actividades	Internas	Externas
Preparación de documentación el operario el Mecánico de Setup		x
Solicitud de inventario de llantas del lote que está por salir el operario		x
Alistar el área para el Setup de Molde el operador		x
Revisión que no haya inventario a los alrededores, el operador		x
Llamada al supervisor de la comprobación, el operador		x
Recolección de documentación vieja, el operador	x	
Colocación de documentación nueva después del Setup, el Setup y el operador	x	
Verificación de condiciones de la maquina (Ajustes), el operador	x	
Mantener la línea ordenada para su respectivo 5's, el operador	x	

Verificar que la documentación sea acorde con la nueva medida el mecánico y operador	x	
Verificar que el ciclo de maquina este con el código de la nueva especificación, operador-mecánico	x	
Escaneo de llantas de la nueva producción, que coincida con código de especificación, operador	x	

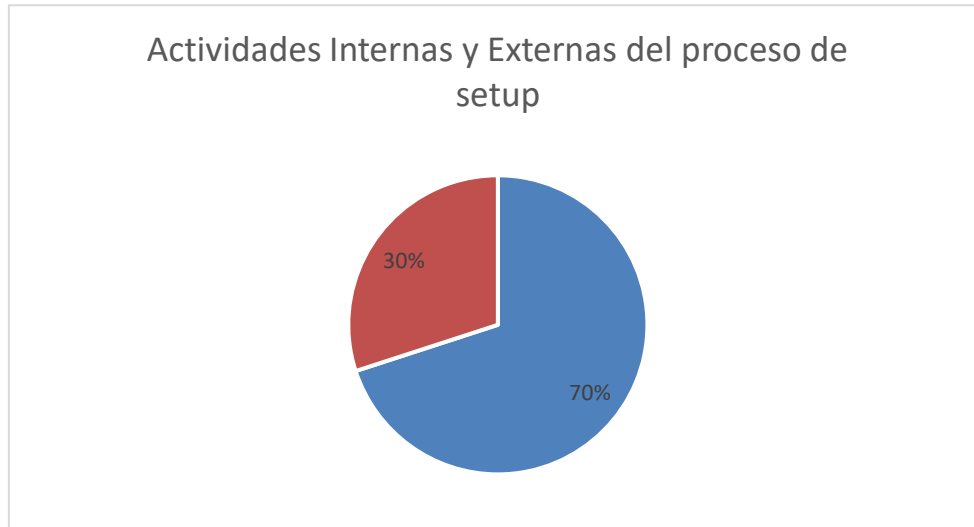
Fuente: Elaboración propia

En esta tabla #4 anterior se detallan las actividades generales de tanto internas como externas, de las cuales 7 son externas y 5 son internas con un total de 12 actividades que debe de hacer el operario y el mecánico de Setup. Como objetivo es tratar de que el operario pueda lograr hacer todas las actividades posibles para el mejor aprovechamiento del tiempo.

Ya que las actividades externas son las que se pueden ir haciendo mientras la maquina a la que se va a realizar el Setup está por terminar el lote de producción, al contrario, las internas son las que ocasionan incremento de tiempo si las hacen después del proceso de Setup de molde en máquina, debido a que la máquina no podría arrancar sin que estas actividades estén hechas de la manera correcta.

Es por eso la necesidad de minimizarlas y reordenar estas actividades. Para poder comprender el impacto de las actividades que se está provocando se puede especificar de la siguiente manera:

Gráfico 2. Actividades internas y externas del proceso de Setup



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico #2, la mayor cantidad de actividades dentro del proceso de Setup, son las internas teniendo un 70% y aquellas que no están afectando el proceso son el otro 30% de las actividades, ahí es donde se va a analizar la situación de actividades, con el fin de encontrar la forma para poder minimizar, el propósito es la reducción del tiempo de proceso.

Se realiza la toma de tiempos de las actividades mencionadas en la tabla con el fin de conocer el tiempo de cada una de las actividades y ver cuál de ellas son las que generan mayor tiempo. Ver tabla #5.

Tabla 5 actividades de setup

Actividades	Tiempos(min)
Ajuste de ancho de post inflado.	30,27
Seteo de presión de inflado.	6,23
Ajuste de guías de post inflado y fotoceldas.	33,24
Bloqueo de maquina	5,47
Desacoplar mangueras de Contenedores	12,36
Desacoplar Bladers	15,12
Soltar moldes	52,36

Bajar moldes	47,56
Llevar a la Taller	43,27
Subir de taller con Moldes de medida nueva	42,36
Meter moldes en maquina	44,34
Acoplar moldes en Maquina	54,36
Acoplar mangueras de Contenedores	11,33
Subir a máquina con los nuevos Bladers	15,23
Medición de Shaping	17,13
Acoplar en maquina los Bladers	12,44
Ajuste de Tiempo de Ciclo en máquina.	5,36
Posición de platos en el PCI.	33,25
Total	481.68

Fuente: Elaboración propia

Tabla #5 de tiempos aproximada para la elaboración de cambios de molde en la línea "C", se puede apreciar la cantidad de tiempos que están durando los compañeros de Setup para realizar la tarea de Setup de molde en la máquina, en este caso sería en la prensa, de las cuales hay 12 prensas. Teniendo una estimación de tiempo de aproximadamente 8 hrs, siendo así el tiempo que están durando para realizar el Setup de la medida y teniendo desperdicio de tiempo en varias actividades.

4.10 Algunas operaciones críticas del proceso

Se hizo una junta con las jefaturas involucradas, los cuales fueron el supervisor de producción, el jefe de producción, el Ingeniero de Proceso del área y compañeros de Setup, además se hizo un Gemba durante el proceso de Setup de molde en la línea "C" y se logaron identificar algunas actividades de las cuales les llamaron mucho la atención.

Las cuales duraban mucho tiempo, causándoles asombro de tanto tiempo que se dura y actividades que realmente se pueden hacer en menos tiempo para cuando son ejecutadas, de las cuales no generan nada de valor al proceso como tal.

Lista de actividades vistas por los compañeros en el Gemba:

- Llegada a la maquina
- Hacer campo con las carretas sobrantes de material
- Esperar a que salga la última carga de llanta
- Llamar a supervisor de producción y verificar que no hay más lotes de llanta saliente
- En espera de papeles de la nueva medida, por parte del supervisor de producción. (Mayoría de los casos).
- Búsqueda de las llaves principales para cerrar energías
- Des purgar la máquina para verificar la salida de energías de la maquina
- Traer tarima especial para los Bladers y anillos
- Desacoplar el bladers con anillos y colocarlos en la tarima especial
- Sacar la herramienta para empezar a desacoplar los contenedores con los moldes
- Cerrar prensa o máquina para desacoplar los moldes
- Apertura de prensa de 40cms aproximadamente para retirar seguro de acople para el contenedor
- Apertura total de prensa para retirar los moldes en prensa
- Traer el montacargas con la uña especial y con las tarimas especiales
- Un compañero en la maquina espera, mientras el otro consigue la uña, el montacargas y las tarimas especiales
- Llega el compañero y uno se sube a la maquina a poner ganchos especiales para los contenedores y la cadena para la uña.

Cavidad A:

- Introducir la uña con el montacargas
- Sacar un molde y colocarlo en la tarima especial
- Desacoplar la tapa inferior del molde junto con el espaciador para dejar libre la maquina
- Un compañero se sube a la maquina a poner ganchos especiales para la tapa, espaciador y la cadena para la uña.
- Introducir la uña con el montacargas
- Retirar la tapa junto con el espaciador y colocar encima del molde que se acaba de retirar.

Cavidad B:

- Introducir la uña con el montacargas
- Sacar un molde y colocarlo en la tarima especial
- Desacoplar la tapa inferior del molde junto con el espaciador para dejar libre la maquina
- Un compañero se sube a la maquina a poner ganchos especiales para la tapa, espaciador y la cadena para la uña.
- Introducir la uña con el montacargas
- Retirar la tapa junto con el espaciador y colocar encima del molde que se acaba de retirar.

Una vez ya hecho estas operaciones se dirigen a taller a:

- Búsqueda de moldes en taller
- Verificar la medida entrante con los papeles correspondientes según la especificación que se facilitó por parte del supervisor de producción.

Dirigirse a la Linea C para continuar con el Setup de molde correspondiente.

- Subir con un molde hacia la máquina, el cual esto tardo mucho tiempo
- Colocar moldes de medida entrante en lugar acorde para ser introducidos en maquina
- Empezar a meter los moldes por cavidad a la maquina
- Meter la tapa inferior y el espaciador
- Resocar a la maquina con tornillos la tapa y espaciador
- Meter a máquina el molde con el contenedor de cada cavidad
- Descargar en pantalla de prensa el ciclo correspondiente para la nueva medida.
- Medición de Shaping en prensa que esté correctamente según Especificación
- Meter Bladers nuevos con sus anillos correspondientes.
- Cerrar prensa aproximadamente para acoplar seguro de contenedor en acople
- Cerrar en su totalidad la prensa y acoplar los moldes
- Ajuste de presión de cierre en la prensa según estipulado en ciclo por los compañeros de Ingeniería de Procesos
- Realizar chequeo radial a los brazos cargadores con los anillos superiores de los bladers
- Poner a calentar la prensa son 1.5 hrs aproximadamente
- Llamada al supervisor de producción para solicitar llanta para los ajustes

- En algunos casos no hay llanta de la medida entrante.
- Ajustes con llanta de la medida entrante, (servidores y brazo cargador)
- Ajuste del Post-inflado
- Espera de finalización de calentamiento de prensa
- Cargar prensa
- Esperar carga para verificación de la carga
- Cumpla el ciclo de Post-inflado
- Llevar al supervisor la llanta para que sea revisada junto con los compañeros de Calidad
- Prensa lista para producir

En la lista anterior se detallan las actividades que se realizaron en el proceso de Setup, cada actividad fue hecha por los compañeros de Setup y en observación de los compañeros antes descritos para hacer el Gemba.

Esto se hace con el fin de conocer y poder analizar las tareas de los compañeros que realizan la tarea de Setup de molde en la Línea C, en las cuales tienen mucha oportunidad que fueron muy insistentes los compañeros responsables del Gemba, la pérdida de tiempo que se da durante el Setup en la Línea C.

Es por eso que a estas actividades se les tomo el tiempo para conocer su duración y lograr conocer su duración para poder priorizar las tareas que consumen más tiempo, o bien, más trabajo y lograr atacar esas pérdidas.

Analizando bien las actividades que realizan los compañeros vemos cuales actividades pueden mantenerse según ellos lo hacen y cuales tienen oportunidad de mejora para atacar esas actividades, y tener un impacto positivo para el mismo, así aprovechando mejor el recurso.

Cabe destacar, que este Gemba nos sirvió bastante para la recolección de información de las actividades, nos servirá para el diseño de las propuestas de mejora, convirtiéndose ciertas actividades que se consideran como internas a externas y así lograr reducir tiempos en el proceso.

4.11 Clasificación de causas en el proceso

Luego de tener una sesión con los compañeros de calidad, ingeniería de procesos y la producción se discutió el proceso de las actividades, y se realizó un estudio para poder identificar las oportunidades de mejora en el proceso actual para dar un mejor panorama y enfoque de estudio, es por eso por lo que se detalla una lista de las oportunidades de mejora durante el proceso.

- Parámetros de ciclo para poder vulcanizar en la prensa
- Desorden a la hora de mantener y almacenar componentes.
- No existe un lugar adecuado para almacenar los materiales que se van a utilizar.
- Alistado de especificación para el molde entrante
- Calentamiento de la prensa
- Falla mecánica en los plateen
- Falla eléctrica
- Pistón de segmentado con fuga
- Tornillos de plateen quebrados
- Nivel de temperatura estable
- Ajustes en prensa
- Verificación de especificación con medida entrante
- Descargar el ciclo en prensa
- Uso de herramienta adecuada en prensa
- Transporte de los moldes
- Ubicación de moldes
- Tiempo de llegada a la prensa para el Setup
- Bloqueo de la prensa
- Apertura de prensa
- Desacople de bladers
- Desacople de mangueras para contenedores
- Desacople de molde en prensa
- Traída de montacargas a la maquina
- Bajar los moldes por cavidad

- Llevarse los moldes al taller
- Traer nueva medida a producir
- Acople de moldes en prensa
- Revisión de shapig
- El supervisor no ha traído los papeles de la nueva especificación
- Descarga del nuevo ciclo para la nueva medida en maquina

Teniendo ya en detalle la anterior lista, se puede definir los 5 tipos de categorías para clasificar las causas del proceso en: método, maquinaria, material, mano de obra, medio ambiente, esto con el objetivo de alcanzar la situación actual y clasificar las causas, se detallan en la siguiente Tabla

Tabla 6. Clasificación de causas

CLASIFICACIÓN DE CAUSAS	
DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
Parámetros de ciclo para poder vulcanizar en la prensa	MATERIAL
Desorden a la hora de mantener y almacenar componentes.	MEDIO AMBIENTE
Lugar adecuado para almacenar los materiales que se van a utilizar.	MEDIO AMBIENTE
Alistado de especificación para el molde entrante	MANO DE OBRA
Calentamiento de la prensa	MAQUINA
Falla mecánica	MAQUINA
Falla eléctrica	MAQUINA
Ajustes en prensa	METODO
Verificación de especificación con medida entrante	METODO
Uso de herramienta adecuada en prensa	METODO
Transporte de los moldes	MANO DE OBRA
Ubicación de moldes	MANO DE OBRA
Tiempo de llegada a la prensa para el Setup	METODO
Bloqueo de la prensa	METODO
Desacople de bladers	METODO
Desacople de mangueras para contenedores	METODO
Desacople de molde en prensa	METODO
Traída de montacargas a la maquina	METODO
Bajar los moldes por cavidad	METODO
Llevarse los moldes al taller	METODO
Traer nueva medida a producir	METODO
Acople de moldes en prensa	METODO
Revisión de shapig	MEDICION

El supervisor no ha traído los papeles de la nueva especificación		MANO DE OBRA
MATERIAL		1%
MEDICION		1%
MEDIO AMBIENTE		2%
MANO DE OBRA		4%
MAQUINARIA		3%
METODO		13%

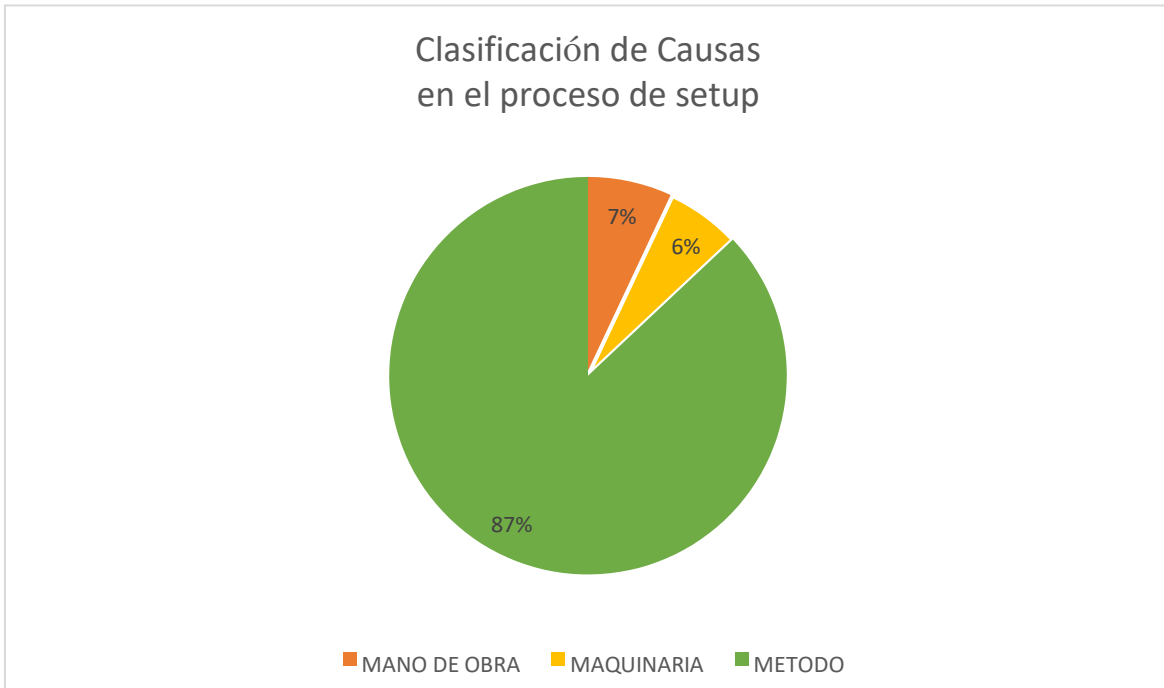
Fuente: Elaboración propia

Cómo se puede observar en la tabla #6, se enumeran y se describen las causas que se encontraron en el procesos de Setup, un total de 24 causas, en donde se encuentran como fuentes el método, maquinaria, mano de obra, medio ambiente, medición, material, de las cuales se encuentran 13 causas relacionadas al método, de maquinaria 5, de mano de obra 4, medio ambiente 2, medicion1 y material 1.

Esta clasificación nos permite tener un panorama más claro de la situación actual del proceso en estudio de cual tenemos más demora y nos enfoca cual es la causa que hay que atacar para trabajar en la solución.

Obteniendo una lista ya detallada con la clasificación, se evalúan las causas más críticas con su ponderado y se observa cual es la causa que afecta más al proceso, el cual se detalla en el grafico siguiente:

Gráficos 3. Causas en el proceso de setup



Fuente: Elaboración propia

De las causas clasificadas, que fueron 24 se distribuyeron en 3 secciones, como puede apreciarse en el gráfico anterior #3, la categoría con más porcentaje es el método, ya que se pudo analizar la forma en que ejecutan las actividades y es una causa de la cual está diseñado como método de trabajo y es importante trabajarlo a brevedad posible.

Una vez clasificadas se observa que el 87% de estas causas se asocian al método de trabajo, se destaca como se lleva a cabo las actividades, se puede decir que hay procedimientos inadecuados que se realizan por los Setup que realizan y esto atrasa el progreso del proceso, así mismo está la mano de obra y la maquinaria las cuales ambas están asociadas a malas prácticas que se efectúan durante el proceso

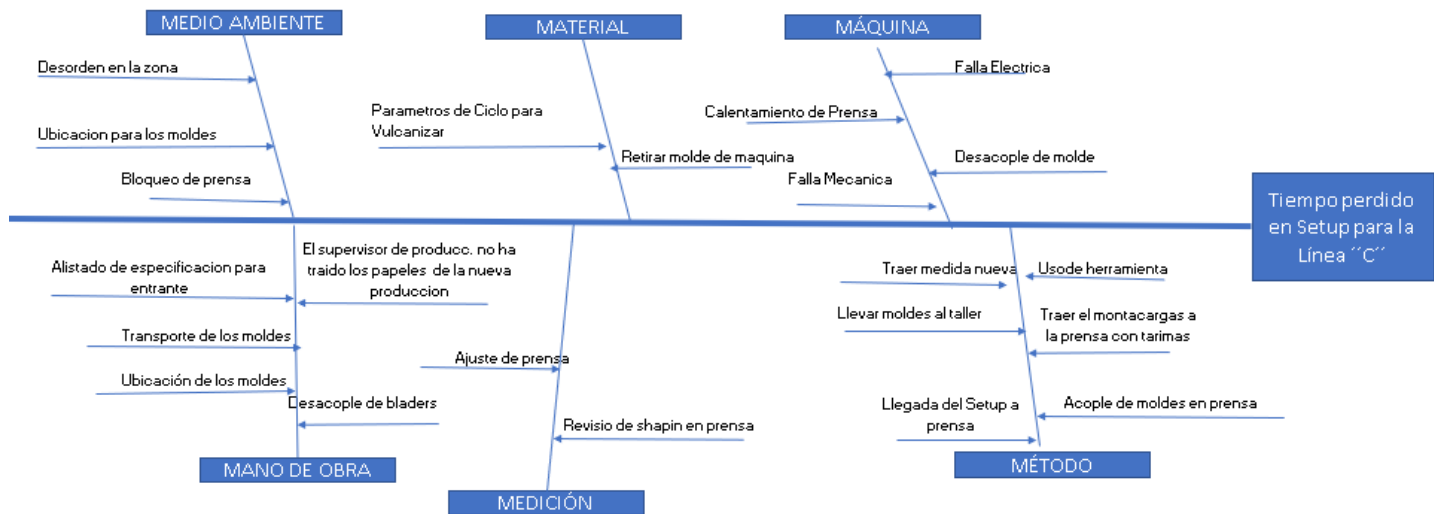
Por lo que es necesario llegar y corregir este tipo de labores o malas prácticas para encontrar soluciones, promover el trabajo en equipo y la creación de un ambiente de trabajo más acorde en donde la transición rápida de tareas sea lo más esencial para el cumplimiento del Setup de molde en la Línea C para el crecimiento del proceso.

Por otro lado, las demás causas no fueron catalogadas, ya que se examinó que no aplican en gran número al proceso de este estudio.

4.12 Diagrama de Ishikawa

Posteriormente se introduce la figura#3 para lograr determinar las causas principales que le está afectando a el procedimiento que deben de ejecutar los compañeros de Setup en la línea ``C``.

Ilustración 14. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia.

En el anterior diagrama que se acaba de ver, se muestran las causas del desperdicio de tiempo que hay durante el Setup de molde en la línea C, con este diagrama podemos ver en cuales causas se puede priorizar y la perspectiva de esfuerzos para poder plantear las óptimas acciones para la reducción del desperdicio de tiempo en el proceso de Setup de molde.

4.13 Método

En esta fase podemos observar las causas que son bastantes de las cuales se debería de enfocar en los planes de mejora para lograr los objetivos, dado que los compañeros de Setup hacen sus tareas de manera sin interés y a su momento de dejar el tiempo corra y no aprovechar de mejor manera el tiempo aquí es donde está el gran desperdicio de tiempo y transporte que tienen el proceso , y los métodos de trabajo no son eficientes y este proceso no ayuda a reducir el tiempo de Setup en la Línea.

4.14 Mano de obra

En esta M podemos ver que también tiene un gran impacto con el tiempo en proceso, ya que sus obras u operaciones están influyendo dentro del gran impacto de desperdicio de tiempo que se genera en el Setup de moldes en la Línea C.

Dentro de la importancia de este estudio también está en que las personas que trabajan en esta línea también tengan la conciencia y a responsabilidad que este esfuerzo que se está haciendo es porque se busca el beneficio de la compañía para incrementar su rendimiento y que el Setup de Molde sea lo más eficiente posible para aprovechar más los recursos.

4.15 Maquinaria

Las actividades que se hacen en maquina son manuales todas, pero por el estado también de las maquinas, en algunos casos se les alarga a los compañeros el Setup de molde , debido a que se presenta algunos fallos, como lo son tornillos quebrados en la parte en donde se sujeta el platen, problemas con las temperaturas de la máquina.

No estabiliza y lastimosamente hay un problema con alguna válvula dañada y se necesita reemplazar, estos daños se podrían ver solo en el momento que se está ejecutando el Setup de molde o después que se pone a calentar la máquina para su debido calentamiento.

Para poder reparar estas afectaciones, deben de llamar a los compañeros de Mantenimiento para que repare los daños en máquina, la cual pueda que sea rápido a como se pueda demorar por bastantes horas.

4.16 Medición

En esta fase es importante ya que en la maquina se debe de descargar el ciclo antes de medir bien

el shaping, y la medición del shaping se debe a de hacer de manera que los parámetros estén bien descargados y que lo que se requiere este acorde a la especificación facilitada por el supervisor de producción, y aparte de esto es de suma importancia las actividades con la toma de tiempos, ya que en esta actividad se pierde tiempo.

Las válvulas en casos muy frecuentes se quedan con daño y los compañeros de mantenimiento no llegan al momento de citarlos, y también con la toma de tiempos de las demás actividades que van haciendo los compañeros según se va dando el proceso. Para este estudio la oportunidad de mejora es que esto cambie para que se pueda lograr convertir este proceso en modelo para otras máquinas de otras líneas.

4.17 Material

Esta fase los materiales no llegan su debido lugar en el tiempo que se está ejecutando el proceso, se puede demorar más, aparte de ello la verificación de especificación de llanta es importante para que la producción pueda empezar de la mejor, manera y se puedan empezar las producciones que se requieran.

4.18 Medio ambiente

En esta parte es apto el ambiente para que puedan hacer las tareas según el proceso de manufactura. Las temperaturas que hay en el lugar de trabajo son aptas para trabajar y así hacer las actividades pertinentes, sin embargo, por asunto de campo en la zona se observa que al haber varias máquinas juntas y al haber varias carretas de llantas a la par de máquina, se convierte un poco difícil para hacer espacio.

Así haciendo campo para desempeñar la colocación de tarimas y moldes en un espacio acorde, los compañeros deben de acomodar las tarimas de manera que puedan trabajar ellos y los compañeros de las maquinas aledañas puedan trabajar libremente. Esto es de trabajo en equipo, para que tengan problema al momento de trabajar en la zona.

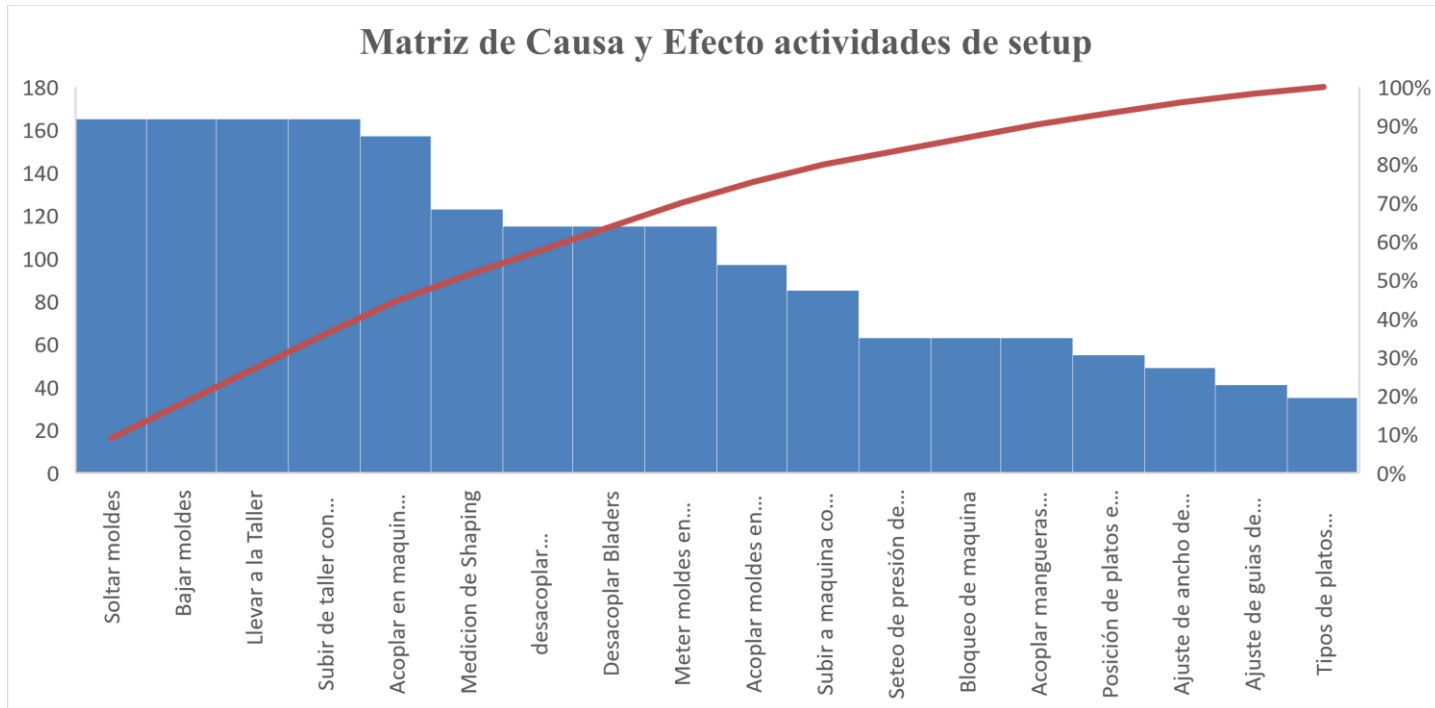
Conclusiones del capítulo

Como parte de la conclusión de este capítulo se logra observar y analizar el desperdicio de tiempo que hay para las operaciones durante el proceso de setup en el área de vulcanización a desarrollar, las causas son bastantes y con esto tenemos material para desarrollar las mejoras con la ayuda de las herramientas de la ingeniería para poder disminuir en lo posible las causas que le están

agravando a la producción para la empresa

Podemos ver en el apéndice #2 que las causas a resolver son varias y de suma importancia para resolver en el departamento de vulcanización.

Gráfico 4. Causa y efecto de actividades de Setup



Fuente: Elaboración propia

En el grafico #4 las actividades que se están generando mayor impacto son las de :soltar moldes, bajar moldes, el transporte al taller, subir al taller con los moldes, el acoplado de moldes en máquina , estas actividades son las que están haciendo que el proceso sea más largo y se tenga que incurrir en horas extras para lograr terminar con las tareas que se deben de hacer , también al no cumplimiento de la meta sea la adecuada, y al no generar utilidades a la empresa.

CAPITULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SOLUCIONES.

5.1 Propuesta de mejora

Considerando en cuenta que la situación de los procesos de Setup, se realiza este estudio con el objetivo de brindar algunas propuestas de mejora para lograr la reducción de tiempo en la línea C de vulcanización, ya que este desperdicio de tiempo está más que todo bajo por el método de procesos de al momento de meter nuevas medidas en la línea de producción.

Seguidamente, la propuesta de implementación de la metodología de 5s es para lograr obtener un mejora orden de trabajo, sinergia y un buen control del proceso, con el objetivo de obtener una facilidad de trabajo en el área y la manera de hacerlo más eficiente.

Eliminando los desperdicios de tiempo y tareas que nos generan unan gran pérdida de tiempo en la línea, (ejemplo: el transporte de los moldes hacia la máquina espera de papeles del supervisor de producción para la nueva especificación, etc.)

Posteriormente, se hace la planeación de capacitar al personal, y de manera que vean la importancia y concientizar a todo el personal involucrado en los procesos en los capítulos anteriores, con el objetivo de hacerles ver la importancia que tiene la reducción de tiempo de Setup en la línea C en todo su proceso como tal.

De igual manera ellos mismos también puedan hacer referencia en brindar soluciones y propuestas para ir en la mejora continua y como ir haciendo mejor las cosas en los procesos, con el uso eficiente de las herramientas y los métodos que va ejecutando.

Por último, se propone la implementación de la metodología SMED, la cual es la conversión de cantidad de actividades internas a externas, esto con el propósito de reducir el tiempo de este proceso y objetivamente, la finalidad de impactar positivamente en el tiempo de Setup en la línea con el resultado que se van a producir más llantas en la línea, así teniendo un mejor tiempo de respuesta para nuestros clientes finales, siendo una fábrica más competitiva.

5.1.1 Utilización de la Metodología 5's

En la maquina se requiere que los compañeros tengan mucho as orden para poder trabajar de una manera más ordenada y mantener un orden para su proceso en la línea de trabajo, mientras se está haciendo la observación del proceso, la metodología que estaban usando es muy desordenada y

los componentes a usar estaban por varios lados, ya que el espacio de trabajo que tienen es ese momento está muy desordenado y hay carretas de llantas por todo lado, haciendo que el trabajo a realizar de un aspecto de mala manera y de falta de compromiso para hacer las cosas.

Para este tipo de observación se hizo un cambio, esto con ayuda de los mismos operarios de máquinas de manufactura tal cual era:

- No había control de la posición de las carretas en una posición más adecuada para realizar mejor el trabajo.
- No había un orden para la colocación de tarimas para la medida saliente
- No había un orden de secuencia de las operaciones correspondientes a seguir en el proceso de Setup.
- Los compañeros duraban mucho en empezar el Setup en la Línea
- Los compañeros duraban mucho en traer la medida nueva, esto generando pérdida de tiempo para realizar el Setup de medida en máquina.
- Los compañeros se quedaban en la maquina esperando a la documentación, pudiendo ir ellos a la oficina del supervisor a solicitarlos, o llamar por radio al encargado para la solicitud de la documentación correspondiente para la medida entrante.

La estrategia de trabajo de las 5's demanda el impedir retrasos en la ejecución eficiente de tareas del proceso como tal, con tal razón la elaboración del Setup en la línea. Además, trata de que todo el proceso sea lo más fácil o sencillo para que la ejecución sea lo más lineal posible, ofreciendo herramientas y metodologías que faciliten el trabajo a ejecutar.

Es por esta razón es que se hace el campo a los compañeros en el área para que puedan trabajar de la mejor manera, con unos conos para delimitar el área de trabajo y puedan hacer del Setup más acorde y fácil de trabajar.

Con el objetivo de que esa señal visual que van a ver los demás compañeros alrededor pueda observar que en esa máquina se está trabajando y no tienen por qué estar metiendo carretas llenas de llantas a la zona que se está haciendo el Setup de medida entrante y sea de alerta para que no interfieran con otra medida, solo se podría meter carretas de llantas nuevas, hasta que el compañero de Setup lo solicite y puedan llevar la medida nueva. (ver Anexo#20).

Esta figura se llevó a cabo para la observación de una mejor orden en el área de trabajo y así los compañeros puedan trabajar de una manera más fácil y rápida y no tengan que estar perdiendo tiempo en el acomodo de carretas en las maquinas continuas en el puesto de trabajo.

Los compañeros de ingeniería de proceso lo ven bastante asertivo esto ya que el modo de trabajo es más cómodo también para ellos verificar el trabajo de Setup que se está realizando. Este se logró por acomodo de área a la petición de los operarios y del supervisor de producción, se solicitaron a los compañeros ya que ellos son los que pasan más tiempo en el área y tienen más conocimiento para el área.

Esto ayuda a tener un mejor control del área a trabajar hay orden de los componentes a usar, se da la propuesta de comprar más conos para las demás maquinas, ya que esto es de gran ayuda para los compañeros, ya que estos son de fácil manipulación y se pueden usar en todas las maquinas. (Ver Anexo #20)

Se colocan las figuras del como estaba antes de que los compañeros realizaran el proceso de Setup en la línea, al realizar la compra de los conos para la elaboración de la tarea, el orden de este proceso fue revisado por el líder del departamento ya que el conoce como es el proceso y le pareo mucho mejor la manera para poder desempeñar mejor las funciones en el área y tener un mejor control de las tareas a realizar.

Con esta aplicación de las 5's se busca es el orden de la línea, debido a que los operarios se quejan mucho de no tener lugar para reacomodar las carretas de llanta verde, y la realización del trabajo de ellos mismos como tal, y casi no tenían suficiente espacio para la colocación de las carretas, ni poder estimar la cantidad de carretas que se pueden dejar en las otras máquinas para abastecerse.

A diferencia del proceso de antes, ahora el control de carretas es mejor, el control de actividades que se hacen el área, ya lo puede verificar mejor el encargado y el control de tiempos de los compañeros, la línea visualmente está más ordenada y limpia para poder trabajar.

Lo que ayudan a la disminución de tiempo para la ejecución de tareas para el desacople de moldes y llevarse los moldes salientes y dejar los entrantes.

Cabe señalar, que esta pequeña implementación fue de gran importancia ya que, los operarios de realizar el Setup en maquina ya no pierden tanto tiempo en estar buscando espacio para poner carretas vacías de la medida saliente, el cual era un gran desperdicio de tiempo, y ahora tienen

más espacio para trabajar, aparte de ello ahora los operarios de producción les colaboran a los compañeros a ordenar mejor el área y hacer que se respete el área de trabajo para que puedan realizar sus labores de manera más fácil. Ya con una mejor distribución y orden del área, lo que genero fue una eficiente ejecución de llegada al área de trabajo y hacer el cambio con una mayor rapidez para las actividades posteriores.

Además, para este proceso para mejorar el flujo del material, en este caso las llantas verdes y la reducción del desperdicio de tiempo que hay durante el proceso de Setup en las maquinas, se da la propuesta de antes de iniciar el Setup en la máquina, se deben de ya tener los papeles de la especificación entrante, tener el conocimiento con la ubicación de los moldes entrantes, tener la herramienta necesaria para la elaboración del Setup de molde en la Linea de producción.

La colaboración del compañero operario de la Linea que contribuya con el inventario de llantas y dar aviso del Setup que ya está lista la máquina para poder proceder con el proceso. Tener las tarimas especiales listas en un lugar designado para llevarlas al área de la Linea "C". (Ver Anexo #21).

De las principales ayudas que tenemos gracias a estas implementaciones para esto es facilitar el proceso en la prensa para que el Setup elabore la tarea lo más rápido posible, minimizando el tiempo y siendo así una gran función para que se pueda cumplir con las metas de producción en el departamento.

Esto evitando que los compañeros una vez que hayan iniciado no llegue otro compañero con más inventario de llantas o que exista algún problema con alguna llanta y tengan que hacer pruebas, también con minimizar que los operarios no se desconcentren de sus máquinas correspondientes para así cumplir con la producción del departamento.

Ahora con estas propuestas los compañeros de Setup pueden hacer el trabajo más cómodo, enseñando a los demás en el orden del área y al cumplir con las metas propuestas. Esto ayudo a otras líneas del departamento a que se tuviera más orden de trabajo y los tiempos en los Setup se vieron reducidos en la Linea, esto ayudando a que tuviera la línea más competencia para producir medidas nuevas. (Ver Anexo#20).

Continuamente, como parte de las implementaciones de esta metodología, se busca la manera de atacar el problema de la ubicación de los moldes y se pide hacer un mueble para el almacenaje de los moldes, este almacenamiento es para los moldes que están por entrar a producción de manera que una vez que ellos dejan los moldes en el taller abajo.

Al momento de subir de nuevo hacia la máquina deben pasar por los moldes entrantes y llevárselos uno a uno de forma más ordenada, aprovechando el tiempo y el uso del montacargas para el transporte de los moldes hacia la línea de trabajo, ayudando así a no tener que incurrir en pérdida de tiempo o desperdicio de tiempo en el departamento.

Buscando moldes por todo lado o hasta que ellos pregunten a los compañeros de alistado de moldes para ubicar bien los moldes, los mismos están con unas etiquetas pequeñas en donde está la prensa a la cual va el molde y la cavidad a usar, esto tiene un mejor orden y ubicación.

Siendo así en el mismo mueble hay un sistema de calentamiento de estos para ayudar al calentamiento de los moldes y que sea más efectiva la temperatura en los moldes y la máquina y no tener problemas de llantas malas por falta de calentamiento en los moldes. (ver Anexo#19).

Esta implementación dio como resultado muy positivo en la ejecución de actividades por parte de los compañeros de Setup, ya que su trabajo está más a la mano de ellos, ya tienen más claro cómo hacer el procedimiento para que trabajen más cómodos y en la máquina puedan trabajar más tranquilos y no estarse preocupando por espacio en la máquina, esto ayudó a disminuir el tiempo en toda la ejecución como tal del procedimiento de Setup en la línea.

Posteriormente a esta implementación los compañeros perdían mucho tiempo, localizando los moldes para poder meterlos en las máquinas y tenían problemas con los papeles de la nueva especificación, ya que no tenían con qué hacer una comparación y en algunos casos metían medidas que no correspondían a la máquina.

Por otra parte, el alistado de las tarimas en un lugar más accesible para ellos, esto ayudó a que los compañeros solo lleguen recojan las tarimas y se retiren hacia la máquina directamente y el espacio que se está haciendo en la máquina para que puedan ejecutar el Setup libremente sin tener

que estar corriendo las carretas o estarse bajando del montacargas para estar haciendo campo en las maquinas.

5.2 Plan de Capacitación

Para lograr generar la respuesta esperada en el personal de Setup y los operarios de máquinas; se ha diseñado un plan de capacitación del que su motivo es:

- Hablar con la jefatura de producción para que tengan los papeles de especificación lista para iniciar el Setup de la mejor manera
- Trabajo en equipo.
- Capacitar a los operarios de máquinas y los compañeros de Setup para los cuales ellos participan en el proceso de reacomodo de maquina a efectuar el proceso de Setup en la línea.
- Uso de conos en la línea para la indicación de Operación en maquina por parte de Setup y que no haya implicaciones
- Mediante una introducción de las ideas y la metodología del trabajo Lean Manufacturing 6s y SMED, para así maximizar el rendimiento durante el desarrollo del proceso.
- Uso de montacargas de una manera más eficiente, para el transporte de moldes
- Uso de mueble para moldes entrantes y calentamiento de estos.
- Evacuación de dudas con temas tratados por el entrenamiento.
- Escucha y evaluar las inquietudes del personal con respecto a sus labores y las situaciones que se interfieren con el proceso.

Esta capacitación será aplicada a 24 personas, dentro de ellos están los operarios, los compañeros de Setup y los supervisores de Producción del área de vulcanización, la cual será impartida por los compañeros de capacitación operacional de la empresa, la cual está capacitada para ejecutar este tipo de entrenamiento y que logre generar el impacto deseado. Esto va a tener una duración aproximada de 60 min y será impartida en dos sesiones, para dar espacio a preguntas y dudas de los compañeros.

5.2.1 Plan de Implementación de SMED

Anteriormente, se hizo un estudio del proceso completo del acomodo de la línea a estudiar el proyecto, en donde los métodos de reconocimiento y medición fueron de gran ayuda para que el estudio tuviera un punto de vista claro y bien definido.

Por tanto, lo que consecuentemente se enlistan todas las tareas que se necesitan en el proceso de acomodo de la Línea y el proceso de Setup de medidas en la línea, para saber el método utilizado actualmente por los mecánicos de Setup, se toman tiempos de las actividades para llegar a identificar cual tarea o actividad era la que requiera mayor tiempo para llevarse a cabo, y cuales eran internas y externas.

Cuando se tomó el tiempo de las actividades, se llevó a cabo el análisis de las actividades internas y externas para atacar las actividades internas que requerían más tiempo.

Seguidamente, es la conversión de las actividades internas a externas ya que, las actividades internas son las que también nos están afectando al desperdicio de tiempo que se está generando en el área a trabajar, estas actividades muy bien se pueden hacer antes de iniciar el Setup de molde en máquina, aprovechando el tiempo y aprovechando el recurso.

Contribuyendo a que no están generando valor agregado ya que la maquina está detenida y podría estarse aprovechando el recurso haciendo las tareas externas. Si bien el objetivo es la disminución del tiempo que se dura durante el Setup de molde en la Línea, haciendo la observación de actividades logramos enfocarnos en tareas que les estaba generando mucho tiempo para los procesos de Setup.

Se realizo una reunión con los compañeros del departamento de ingeniería de procesos, el compañero de aseguramiento de calidad, el jefe del área de vulcanización, y el supervisor de producción del área, esto con el alcance de analizar todas las actividades que se realizan al momento de realizar las tareas del proceso de Setup de moldes en la línea, las cuales ya fueron enlistadas anteriormente.

Para que ellos también nos puedan dar más sugerencias o propuestas de mejora que se puedan ejecutar durante el proceso de Setup, de cómo se podría también hacer para la reducción de tiempo actual, así convirtiendo actividades que se desperdicia mucho tiempo, en tiempo mejor utilizado. Se tuvo una gran respuesta positiva, ya que se tomaron en cuenta los puntos de los compañeros y

estos fueron claves; los cuales sumaban al desperdicio y esto nos ayudó a encontrar solución a estos puntos críticos en el proceso. (ver tabla#7).

Tabla 7. Conversión de Actividades

Actividades	Internas	Externas
Preparación de documentación el operario el Mecánico de Setup		x
Solicitud de inventario de llantas del lote que está por salir el operario		x
Alistar el área para el Setup de Molde el operador		x
Revisión que no haya inventario a los alrededores, el operador		x
Llamada al supervisor de la comprobación, el operador		x
Recolección de documentación vieja, el operador		X
Colocación de documentación nueva después del Setup, el Setup y el operador		X
Verificación de condiciones de la maquina (Ajustes), el operador	x	
Mantener la línea ordenada para su respectivo 5's, el operador		X
Verificar que la documentación sea acorde con la nueva medida el mecánico y operador	x	
Verificar que el ciclo de maquina este con el código de la nueva especificación, operador-mecánico	x	
Escaneo de llantas de la nueva producción, que coincida con código de especificación, operador	x	

Actividades internas
4
Actividades externas
8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla #7 presentada, se plantea mediante la metodología SMED y los análisis previos que se han hecho en el proceso, es el de convertir tres actividades internas en externas.

Ya que, en el otro turno de producción, el de la noche, no está un supervisor directo para el proceso, está solo el de producción y este tiene bastantes tareas por hacer durante todo el turno de producción, se solicita que el operador se lleve la documentación vieja para la oficina del

supervisor y lo deje en el escritorio del supervisor de producción.

La documentación nueva la pone el supervisor hasta que la medida este revisada y aprobada por los compañeros del aseguramiento de calidad, una vez que finalicen el Setup en la máquina de la línea de producción, el operador debe de hacer una inspección de la máquina para valorar el tema de 5's y así tener una mejor imagen para la línea.

Con estas propuestas de mejora, el proceso se estaría ganando recurso para hacer otras actividades que estén pendientes del turno anterior o adelantar actividades del turno para la mejora de la producción.

Para tener un mejor control de las actividades de los compañeros se realiza una tabla para ver el cumplimiento de las actividades y lo que deben de hacer es indicar es con el número de empleado al principio de la tabla y luego con las iniciales del nombre de ellos y el apellido, indicar en la tabla y al final del proceso poner la firma de cada uno, así se mantiene registro también de las personas que están realizando el Setup.

Se puede controlar sus tareas, aparte de ello también se les está solicitando la puesta de actividades y tiempos en el documento para tener más seguimiento, los compañeros deben de reiniciar en la pantalla o panel de la máquina, las entradas y salidas del Setup de la medida y luego de cada operación que necesiten manipular la maquina deben de acceder a la pantalla. (ver Ilustración #17 y #18).

Ilustración 15. Tiempos para Setup

SHUGGESTORE CHEQUEO DE ARRANQUE DE PRENSA Y/O CAMBIO DE MOLDE (PRENSA BCM) F-852-04-R4

RESPONSABLE: Fernando G.R. PRENSA: C02 FECHA: 23-3-20

MEDIDA SALE: 235-45-18 MEDIDA NUEVA: 245-75-16 Dev. DVT

LADO A SALE: LADO B SALE: LADO A EXTRA: LADO B EXTRA

MOLDE SERIE: 53874 MOLDE SERIE: 53875 MOLDE SERIE: 22664 MOLDE SERIE: 44904

Escalas de revisión: OK mal estado reparado

Criterio	TIEMPOS DE SET UP - en minutos			
	A	B	C	D
1. Revisar anillo central tapa inferior				
2. Daños visuales en el moldeo	OK	OK	OK	OK
3. Serle estirado correctamente	OK	OK	OK	OK
4. Revisar que el piston suabente tenga todos los tornillos	OK	OK	OK	OK
5. Tapa superior e inferior debe ser montada con 4 tornillos	OK	OK	OK	OK
6. Revisar estado del piston	OK	OK	OK	OK
7. Revisar los diámetros del anillo centrador del piston	OK	OK	OK	OK
8. Revisar los diámetros del molde para el anillo centrador	OK	OK	OK	OK
9. Verificar que el trocador utilizado sea el especificado	OK	OK	OK	OK
10. Anillos # 1, 4, 5 limpios	OK	OK	OK	OK
11. Anillos # 1, 4, 2 debidamente ventilados	OK	OK	OK	OK
12. Verificar que el bladder este armado con los anillos # 1, 2, 3, 4 especificados	OK	OK	OK	OK
13. Bladder dispuesto previamente	OK	OK	OK	OK
14. Verificar que el anillo # 2 este 1" menos del diámetro del anillo que se está armando	OK	OK	OK	OK
15. Verificar que la altura del espaciador sea la correcta	OK	OK	OK	OK
16. Verificar que la altura de bladder sea la correcta	OK	OK	OK	OK
17. Verificar que la calidad del bladder sea la correcta (mm)	OK	OK	OK	OK
18. Limpiar las tarjetas correctamente del control de bladder	OK	OK	OK	OK
19. Revisar paralelismo de brazos cargadores	OK	OK	OK	OK
20. Verificar la concentricidad de los brazos cargadores	OK	OK	OK	OK
21. Verificar la altura del brazo cargador en el moldeo	OK	OK	OK	OK
22. Ajuste correcto de las uñas y sacar el tipo	OK	OK	OK	OK
23. Ajuste correcto de la altura del brazo cargador en el servidor	OK	OK	OK	OK
24. Verificar que el brazo cargador este centrado y paralelo con el servidor	OK	OK	OK	OK
25. Verificar que los servidores estén nivelados	OK	OK	OK	OK
26. Ajustar el diámetro de servidores con la barra	OK	OK	OK	OK
27. Socar sistema de fijación de los servidores	OK	OK	OK	OK
28. Ajustar las palancas con respecto al fondo	OK	OK	OK	OK
29. Verificar que los diámetros del plato interno	OK	OK	OK	OK
30. Verificar los diámetros del plato externo	OK	OK	OK	OK
31. Verificar que los platos no tengan golpes en la parte interior	OK	OK	OK	OK
32. Verificar que los platos no tengan golpes en la cara	OK	OK	OK	OK

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16. tiempos y notas de Setup

Tipo de Cambio		Cambio A.R.O	
		SI	NO
Segmentado - Segmentado		X	
Segmentado - Full Circle			
Full Circle - Segmentado			
Full Circle - Full Circle			
PLACAS			

Personal SET UP realiza cambio	
# Asociado	Nombre
4588	JS
3927	GR

SET UP			
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Comentarios
Bajar Molde y bladder	7:00 Am	7:40 Am	
Montar molde y bladder	8:00 Am	11:00 Am	
Cambio de post-inflado	12:15	1:00 pm	
Calentamiento de prensa	11:30	12:10 pm	
Falta de Llanta			
Ajustes de Maquina con Llanta	1:00 pm	10:00 Am	
Salida de SET UP	10:00 Am	10:25 Am	
		1:00 Am	

Chokoteis		
	Hora Inicio	Hora Fin
Tornillos Dañados	10:00 Am	11:00 Am
Falta herramienta		
Falta montacargas		
Falta de ciclo		
Bladder no esta armado		
PCI en mal estado	9:00	9:30 Am
Paletas de Chuck plate no ajustan		
Estampado No cumple distancia		
Riebas	10:40	12:10 pm
Molde golpeado		
Placa equivocada		
Molde No esta listo		
Molde sucio		
Manguera de vapor		

Intervenciones MANTENIMIENTO			
Paso	Aviso (si/no)	Hora Inicio	Hora Fin
Fallas mecanicas			
Fallas mecanicas			
Fallas electricas			
Fallas electricas			
Ajustes shapping	NO	9:30 Am	10:00 Am
Presion de molde			

Fuente: Elaboración propia

Con este sistema y propuesta se toma el tiempo de los mecánicos de Setup al momento de hacer inicio del Setup en la línea y con ello también se puede corroborar en el sistema interno también la duración del Setup en la máquina para comprobar más eficazmente la duración de las actividades durante el proceso.

Así teniendo una mejor noción de las tareas que hacen los compañeros en máquina. Anteriormente ellos no apuntaban nada y lo que hacían lo decían estimado o al aire, ya con solo eso no hay un buen control de los tiempos para el proceso, ya con esta tabla se logró tener mejor control de actividades en maquina a trabajar. Como ya se tenían tiempos de la duración de actividades específicas (ver tabla#7)

En esa tabla podemos observar que tenían una estimación de tiempo de aproximadamente 8 hrs o más, siendo así una gran problemática para la empresa, ya que el tiempo perdido era mucho y se necesitaba hacer algo al respecto.

Ya con esta nueva propuesta de estar apuntando los tiempos y estar controlando las actividades que se hacen en el proceso, logramos obtener un mejor resultado. (ver tabla #8)

Tabla 8. Toma de tiempos en el proceso de Setup en vulcanizadora.

Actividades	Tiempos(min)	Propuesta
Ajuste de ancho de post inflado.	30,27	24,23
Seteo de presión de inflado de llanta.	6,23	4,26
Ajuste de guías de post inflado y fotoceldas.	33,24	15,22
Bloqueo de maquina	5,47	5,51
Desacoplar mangueras de Contenedores	12,36	11,02
Desacoplar Bladers	15,12	10,17
Soltar moldes	52,36	28,31
Bajar moldes	47,56	26,18
Llevar a la Taller	43,27	26,35
Subir de taller con Moldes de medida nueva	42,36	27,12
Meter moldes en maquina	44,34	31,47
Acoplar moldes en Maquina	54,36	38,23
Acoplar mangueras de Contenedores	11,33	10,35
Subir a máquina con los nuevos Bladers	15,23	8,31
Acoplar en maquina los Bladers	17,13	15,23
Medir Shaping	12,44	13,33
Ajuste de Tiempo de Ciclo en máquina.	5,36	6,11
Posición de platos en el PCI.	33,25	24,21
Total	481.68	325.61
Total, en hrs	8.028	5.42

Fuente: Elaboración propia

Con esta nueva propuesta los tiempos han mejorado bastante en el proceso, podemos observar que el tiempo ya estimado con solo pedir que anoten tiempos es de aproximadamente 5.42 hrs en promedio ahora, siendo así un mejor tiempo que lo anterior, ya que al estar llevando a cabo el control , y a los compañeros se les está preguntando de las actividades que hacen y su duración , ya tienen que poner lo real y se les está presionando para que sientan que lo que se está haciendo es para bien de la empresa y aparte de ello los mismos compañeros se han encargado de dar nuevas

ideas para hacer mejor las tareas, siendo así que los tiempos del proceso que está estudiando puedan mejorar y se puedan desempeñar en otras máquinas para que la producción mejore para la empresa, así cumpliendo los objetivos de la empresa y la meta propuesta hacia el cliente final, ayudándole a la empresa a que sea más competitiva para otras empresas de la organización.

Para estas actividades se detalló este análisis (ver tabla#9).

Tabla 9. Análisis SMED

Análisis SMED Operación de Setup en Línea C		
Antes: las jefaturas se quejaban de la gran pérdida de tiempo que había en el área de vulcanización en el proceso de Setup para nuevas medidas y estaban perdiendo producción.		
Fecha: 19/12/2019	Linea C	
Después: Al tener un cambio en la forma de control de actividades, el proceso se apreciaba más rápido, siendo así la ganancia de más unidades al momento de producir		
Anotaciones	Antes	Diferencia
Duración (hrs)	8,028	
Ahorro		

Fuente: Elaboración propia.

En este proceso las jefaturas estaban reclamando por la duración del proceso, ya que notaban que era mucho el desperdicio de tiempo, siendo así pérdida para la empresa y teniendo demanda de producción por delante, parte de ello el desorden que se generaba era bastante notorio en el área, ayudando a que el proceso de trabajo que deberían de ejecutar se les hiciera más complicado.

Ya implementando las 5's en el área los compañeros mecánicos del departamento junto con los compañeros de operarios de producción, la apariencia del área se destaca mejor, el trabajo se ve más limpio y la facilidad que tiene es mejor, siendo así que el cambio de tiempo que tuvieron es significativo para el proceso y para la empresa.

Para poder reconocer la mejora en la Línea de vulcanización se agrega la siguiente tabla, en donde se observan los tiempos del antes y después del proceso:

Tabla 10. muestras de tiempo del proceso de Setup.

Prensa	C05	Fecha	17/12/2019	
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Duración	Comentarios
Bajar molde y Bladder.	14:10	3:50 PM	1:40	
Montar molde y Bladder.	15:20:00	19:30:00	4:10	
Cambio de Post Inflado.	3:50 PM	5:50 PM	2:00	
Cambio de placas.	0	0	0:00	
Calentamiento de prensa.	9:00 PM	10:20 PM	1:20	
Falta de llanta.	0	0	0:00	
Ajustes de máquina con llanta.	7:30 PM	8:15 PM	0:45	
Salida de Set Up		No indica.	Total, Duración	9:55

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla#10 anterior podemos observar la duración de tiempo que se dio para el proceso en la línea C de vulcanización siendo así una duración mucho mayor a lo que se mostró anteriormente, esta tabla es sin haber ejecutado ninguna propuesta y como los compañeros mecánicos Setup, estaban trabajando.

Tabla 11. Muestras de tiempo del proceso con la mejora

Prensa	C12	Fecha	22/03/2020	
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Duración	Comentarios
Bajar molde y Bladder.	15:00	4:00 PM	1:00	
Montar molde y Bladder.	4:00 PM	5:20 PM	1:20	
Cambio de Post Inflado.	4:30 PM	5:40 PM	1:10	
Cambio de placas.	20:30	20:35	0:05	
Calentamiento de prensa.	9:30 PM	11:00 PM	1:30	
Falta de llanta.	0:00	0:00	0:00	
Ajustes de máquina con llanta.	11:10 PM	11:40 PM	0:30	
Salida de Set Up		1:00 PM	Total, Duración	5:35

Fuente: Elaboración propia

Con esta otra tabla#11 se puede observar cómo los tiempos de ejecución de tareas han cambiado y como las propuestas planteadas del proceso han contribuido con la mejora en el proceso, podemos

ver que el total en el tiempo bajo considerablemente, siendo así que se puede lograr bajar más con la mejora continua y estar estudiando con mayor detenimiento los tiempos y movimientos de los compañeros

En la mejora del proceso que se va ejecutando, siendo así este resultado se estaría usando para las demás líneas y maquinas, para lograr obtener un mejor beneficio para la empresa y pueda cumplir con las metas propuestas hacia los clientes.

En la tabla #11 logramos observar la disminución de tiempos en la operación de las actividades, ya que con las mejoras propuestas y el seguimiento que se ha estado haciendo se ha disminuido el tiempo de proceso en la Línea "C" del departamento de vulcanización. Es un hecho que estas mejoras impactaron en el tiempo de otras operaciones para poder cumplir con las metas de la producción.

5.2.2 Impacto de las propuestas e implementaciones en el proyecto.

En la siguiente tabla se puede apreciar de manera resumen el impacto de las propuestas e implementaciones, que se hacían para el proceso de Setup de la Línea en vulcanización.

Tabla 12. Impacto en el proceso de setup en las actividades

Impacto de la propuesta de mejora e implementación en el proceso de Setup (SMED)				
Antes	Tiempo (min)	después		Ahorro (min)
Recolección de documentación vieja, el operador	25:44:00	Reducción de Tiempo	10:11	15:33
Colocación de documentación nueva después del Setup, el Setup y el operador	30:21:00	Reducción de Tiempo	15:17	15:04
Mantener la línea ordenada para su respectivo	35:22:00	Reducción de Tiempo	25:21:00	10:01
Total	91:27:00			40:38:00

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla#12 se aprecia como hay una mejora de tiempo con respecto a actividades que se hacían la reducción que se obtuvo fue de pasar 91:27 mins aproximadamente a tener una mejora de 40:38 mins aproximadamente las cuales tenemos un aprovechamiento para recurso de aproximadamente 50 mins para otras tareas, tal como son las actividades internas a externas las cuales están en color verde el ahorro que se hizo para poder aprovechar más el recurso, siendo así mejor para el mismo personal de trabajo de la planta.

En la tabla siguiente, se puede estimar de manera resumen el impacto de las propuestas e implementaciones, tanto para el proceso de Setup y para el proceso productivo como tal, ya que se logra un incremento en la producción de las llantas.

Tabla 13. Impacto de propuestas

Impacto de la propuesta de mejora e implementación en el proceso de Setup (SMED)				
Antes	Tiempo (hrs)	Después		Ahorro (hrs)
Bajar molde y Bladder.	1:40	Reducción de Tiempo	1:00	0:40
Montar molde y Bladder	4:10	Reducción de Tiempo	1:20	2:50
Cambio de Post Inflado.	2:00	Reducción de Tiempo	1:10	0:50
Calentamiento de prensa.	1:20		1:30	0:10
Ajustes de máquina con llanta.	0:45	Reducción de Tiempo	0:30	0:15
Total	9:55			4:45

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla#13, se nota una reducción de tiempo en las tareas a ejecutar por parte del compañero mecánico de Setup en la línea de vulcanización, esto también gracias a la metodología de 5's, la cual con el orden del lugar y aseo se logra apreciar la reducción de tiempo.

Por tanto, el ahorro de tiempo que se está generando, pasando de 9:55 hrs aproximadamente a pasar a 4:45 hrs de tiempo de proceso, gracias a esto los compañeros tienen una dirección más ordenada para realizar sus labores y pueden hacer las tareas de manera más eficaz y sin tener que estar

perdiendo tiempo en búsqueda de moldes y de tarimas para realizar las tareas que les corresponde para el proceso y se elimina bastante el desperdicio de tiempo en el transporte de los moldes y tarimas.

En este caso se pueden dar otras mejoras para que este tiempo se pueda reducir aún más con el estudio de movimientos innecesarios y alternativas de trabajo para ganancia de la empresa y se pueda aprovechar más el recurso para otras tareas.

Finalmente se adjunta la Tabla #14 donde se aprecia el impacto en el tiempo de proceso de Setup en la Línea ‘‘C’’, la cual es la que está en estudio

Tabla 14. Impacto de propuestas

Impacto de la propuesta de mejora e implementación en el proceso de Setup				
Antes	Tiempo (hrs)	después		Ahorro (hrs)
Tiempo de Setup en la Línea	9:55	reducción de tiempo (hrs)	4:45	5:10

Fuente: Elaboración propia

En la tabla#14 que se muestra anteriormente se observa el impacto que tuvieron las mejoras en los procesos expuestos anteriormente en donde inicialmente el tiempo de proceso en la línea era de 9:55 hrs aproximadamente y gracias a las propuestas e implementaciones expuestas en el proceso de Setup y el trabajo en equipo con el operador, el tiempo pasa a 4:45 hrs aproximadamente.

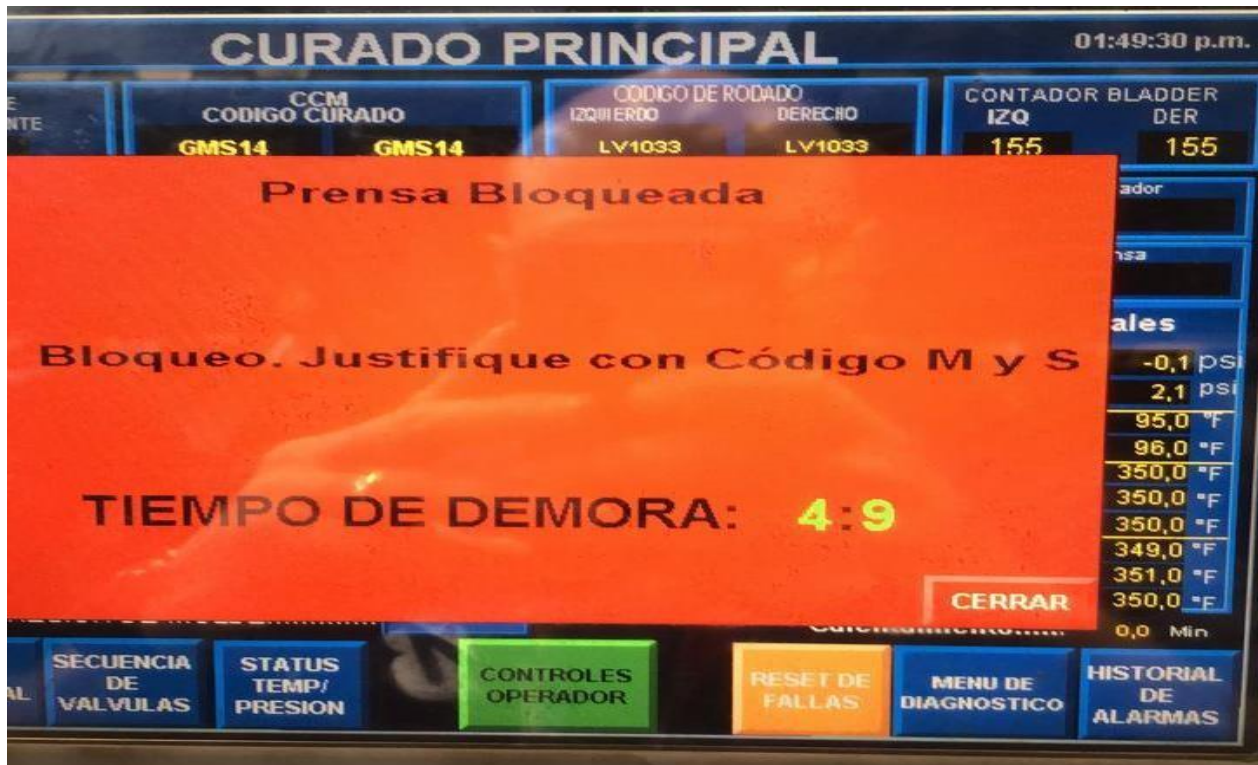
Con un ahorro de 5:10 hrs de más para el proceso productivo y el aprovechamiento del recurso para usarlo en otras tareas que se presenten durante el día o as u vez usar el recurso para iniciar un nuevo proceso de Setup en otra máquina, así logrando que la producción se pueda cumplir de mejor manera para las metas de la empresa.

5.3 Control y seguimiento de proceso

Para alcanzar a mantener los tiempos de Setup controlados y darles un buen seguimiento se propone utilizar la siguiente herramienta:

Ilustración

Ilustración 17. Pantalla de demora en vulcanizadora



Fuente: Bridgestone costa rica

Ilustración 18. Ejecución de Códigos

Reporte de Tiempos de Apertura			De:	2020-03-24 06:00:00.000	
Planta Costa Rica			A:	2020-03-24 23:00:00.000	
# Prensa	cavidad	Nombre de Usuario	Ordenamiento:Fecha	Código Solicitado	Fecha
C10 P33	B	Cristopher Valverde		M502	24/03/2020 6:01 a
D07 P42	B	Roger Fallas Rodriguez		M212	24/03/2020 6:14 a
D07 P42	A	Roger Fallas Rodriguez		M212	24/03/2020 6:15 a
H08 P82	A	Brayan A. Leon Alvarado		M202	24/03/2020 6:18 a
C12 P35	B	Gabriel Berrocal		M244	24/03/2020 6:19 a
C12 P35	B	Gabriel Berrocal		M244	24/03/2020 6:20 a
G01 P14	A	Edvin Munguia Gonzalez		M212	24/03/2020 6:24 a
G01 P14	A	Edvin Munguia Gonzalez		M250	24/03/2020 6:24 a
E08 P55	B	CASTRO BARILLAS DANIEL		M242	24/03/2020 6:27 a
E08 P55	B	CASTRO BARILLAS DANIEL		M242	24/03/2020 6:27 a
D08 P41	B	Roger Fallas Rodriguez		M212	24/03/2020 6:32 a
G02 P20	A	Edvin Munguia Gonzalez		M212	24/03/2020 6:32 a
D13 P36	A	Ricardo Fonseca		M212	24/03/2020 6:34 a
D13 P36	A	Ricardo Fonseca		M212	24/03/2020 6:34 a
G03 P10	A	Edvin Munguia Gonzalez		M210	24/03/2020 6:34 a
C10 P33	AB	Randol Rodriguez		M503	24/03/2020 6:34 a
C10 P33	B	ALLAN VARGAS MURILLO		M252	24/03/2020 6:36 a
C10 P33	B	ALLAN VARGAS MURILLO		M252	24/03/2020 6:36 a
C10 P33	B	ALLAN VARGAS MURILLO		M252	24/03/2020 6:36 a
D02 P47	B	Ricardo Fonseca		M833	24/03/2020 6:50 a
F07 P67	B	Edvin Munguia Gonzalez		M212	24/03/2020 6:50 a
D02 P47	B	Ricardo Fonseca		M833	24/03/2020 6:51 a
D13 P36	B	Randol Rodriguez		M502	24/03/2020 6:51 a

Fuente: Bridgestone de Costa rica

Se dispone de esta herramienta según la ilustración #17 y 18, para monitorear los tiempos de los compañeros durante el proceso de Setup, esta herramienta también nos ayuda por si hay alguna intervención por parte de alguien y hay alguna falla, llegar a determinar la línea de tiempo que fue lo que paso, ya que con el ciclo de Curado que lleva la llanta, y la hora que tiene el sistema se puede hacer un pareo de tiempos y se pueden determinar las causas

Con este formato (Apéndice#7), podemos ver el tiempo que permanecieron durante el proceso de trabajo en máquina, aparte de ello podemos ver si las tareas que están haciendo están durando el tiempo que se les pide, y si tienen alguna falla en maquina o hay algún problema, que lo anoten en la parte de notas, y de igual manera ellos hagan un aviso para los compañeros de Mantenimiento.

En el sistema que tienen, para que quede evidencia de lo sucedido y se pueda apreciar en el reporte. Se propone con esta herramienta, que el objetivo es llevar un registro de los tiempos a ejecutar durante el proceso, esto nos sirve si hay alguna tendencia hacia el alza o la baja, esto con el fin de llegar a tomar decisiones para beneficio del proceso y de la compañía.

5.4 Valoración Económica:

Se estima el valor en términos monetarios de los cambios de los bienes de la compañía para el bienestar de esta, esto para tener una mejor utilidad, se asume que la valoración de este proyecto ayudara al desarrollo de la economía de la empresa.

5.4.1 Beneficio

Al momento de realizar el estudio, se encuentra un desperdicio de tiempo del personal de Setup con respecto a las actividades que van ejecutando durante el proceso de Setup en máquina, por lo que se toma la decisión de mejorar y darle más atención a las tareas que están ejecutando durante el proceso, esto para generar valor a los clientes finales.

Los beneficios tangibles de las mejoras propuestas e implementadas se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 15. Tiempos y Costos

Tiempo de ciclo de llanta (mins)	Tiempo de Ganancia (mins)	Llantas ganadas por la mejora de tiempo	Cantidad de llantas que se pueden vulcanizar (2 cavidades)	Costo de cada llanta
12,60	310,00	24,60	49,20	₡27526

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla#15 se especifica el tiempo de ciclo de la llanta en la vulcanizadora el cual es de 12.6 mins de tiempo, el cual por la ganancia de las propuestas que se tienen, se ganó aproximadamente 310 mins en el proceso, el cual la cantidad de llantas ganadas son de 24.6 unidades, tiene 2 cavidades para trabajar.

La cual nos suma 49.2 unidades ganadas para trabajar, es una cantidad representativa para ganancia de la empresa; el costo de cada llanta es de aproximadamente ₡27526, el cual esto se proyecta de ganancia por las propuestas de mejora en cada máquina a trabajar la medida.

Tabla 16. Ganancia para la empresa y el departamento.

Ganancia para la compañía diaria (llantas) (\$)	Ganancia para la compañía mensual (llantas) (C)	Ganancia para la compañía Anual (llantas) (C)	Ganancia para Setup aprox. (hrs)	Ganancia para Setup	Ganancia para Setup mensual (costo) (C)	Ganancia para Setup Anual (costo) (C)
330312,00	9909360,00	118912320,00	10,20	2351,18	70535,38	846424,50

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla #16 se observa las ganancias que tiene la planta, podemos ver la ganancia por mes , es de C330312.00 y la ganancia anual es de C118912320.00 esto es lo proyectado de ganancia anual para la empresa con las propuestas implementadas, ahora por parte de Setup se tuvo una ganancia de 10.2 hrs ya que son mecánicos de Setup.

De ello se representa una ganancia de C 2351 por los dos mecánicos de Setup que trabajan en la máquina, la cual esta ganancia se comporta como la misma con las llantas, teniendo una ganancia mensual de C70535.38 y una anual de C 846424.50, esto es lo proyectado de ganancia para el departamento de Setup a esto es un gran ahorro para la compañía y el departamento.

Ya que el recurso se puede usar en otras tareas a realizar en otras áreas, tanto así que también se pueden adelantar Setup para otras máquinas que estén atrasadas para tener un mejor aprovechamiento del recurso.

5.4.2 Costo

Como parte del costo del personal de la planta, no se agregan contrataciones externas, tampoco en materiales como los del mueble de colocación de moldes, ya que el mismo material se tomó de una estructura que estaba por desechar de otro departamento y el mismo se solicitó para reutilizarlo como mueble de colocación de moldes, en la parte de los conos , ya se tenían en otro departamento

los cuales no estaban en uso, de igual forma se hizo la solicitud para el uso de los mismos y los regalaron por el departamento, el entrenamiento que se necesitara para los compañeros lo impartirá los compañeros del departamento de Desarrollo Organizacional de la empresa, los cuales se les presenta la propuesta que se está haciendo en el departamento y ellos acuden con la ayuda.

La empresa tiene la disponibilidad de contar con salas de capacitación para dar los cursos o presentaciones, se pueden reservar en cualquier momento y de forma gratuita, por lo que no hay costos para compartir o a su vez se puede hacer la capacitación en la misma fabrica en las máquinas para que no se tengan que mover tanto el personal, si fuera el caso también que no hubiera salas para realizar la capacitación que se necesita para los compañeros.

Tabla 17. Costo de material para recurso y capacitación

Recurso	Cantidad	Tiempo de inversión	Costo	Total
Viga C (3'')	12	12 hrs	\$5,2	\$62,4
Cono flexible 18''	8	-	\$10,4	\$83,2
Mecánico Setup	8	2hrs	\$5,2	\$41,6
Tiempo de Setup	2	2hrs	\$5,2	\$10,4
Total				\$197,6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla#17 se muestran los datos de las cotizaciones de la compra de las vigas si se hubiera comprado, el costo de los conos, la capacitación de los mecánicos de Setup y el tiempo invertido en los compañeros de Setup para elaboración de propuestas de implementación en el área, dando un total de \$197,6 en colones es ₡113817.6.

Entonces estos son los costos que se deberían de gastar en la compañía para lograr la disminución de tiempos de Setup en el departamento de vulcanización, y por ende se ve reflejado el tiempo de proceso de la operación de Setup en la línea de vulcanización, esto con el propósito de mejorar la eficiencia de la línea de trabajo y el aumento de productividad del proceso en la empresa.

Es importante mencionar también que para no detener la producción de la línea de trabajo de producción del todo, se aprovechó el tiempo en los momentos que no habían llamado los Setup a la línea, no había terminado de rematar el lote de producción de la maquina a la cual iba la maquina a Setup.

En ese tiempo que estaba de espera se aprovecha el recurso para hacer la capacitación y para hacer los trabajos del mueble, haciendo así un mejor aprovechamiento del recurso y también para alistar material o herramienta de ser necesario para usar durante el Setup de las medidas en la línea de trabajo.

Así no se generan gastos para la planta por no tener que detener una maquina y luego arrancar la máquina para que termine de gastar el lote pendiente. Esta capacitación se dio por tractos para los compañeros de Setup así se fue desglosando toda la capacitación durante una semana, ya para final de la semana, ya se tenía todo el personal listo con la capacitación recomendada.

5.4.3 Cálculo del TIR y el VAN

Se presenta a continuación el análisis de flujo de efectivo que se realizó en los próximos 8 días en cuanto a la viabilidad del proyecto en desarrollo:

Tabla 18 Análisis económico

FLUJO DE EFECTIVO DIARIO									
ACTIVIDAD	MAYO 2020								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Beneficios Brutos									
Ganacias por unidades a producir	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312
Total	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312	₡330.312
Costos de Producción									
Costo de producción ensamble	-	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20
Total	-	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20	₡ 1.354.279,20
Gastos Operativos									
Trabajos Contratados	₡ 105.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	₡ 105.600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inversión									
Capacitación a colaboradores	₡ 13.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	₡ 13.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INGRESOS NETOS	₡ 224.712,00	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20
TOTAL	₡211.512,00	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20
PRI	₡211.512,00	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 19 Análisis del VAN, TIR, PRI, ROI

VAN	₡ 1.277.078,52	colones
TIR	36,53%	diario
VAN	-₡ 809.222,87	1
VA	₡ 300.877,43	₡ 2,6895
PRI	3,7	días
VAN Ingresos	₡2.935.546,47	
VAN Egresos	₡1.645.267,95	
VAN Inversión	₡13.200,00	
ROI	₡ 97,75	colones

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el análisis del flujo de efectivo que se realiza en los próximos 8 días en cuanto a la viabilidad del proyecto que se está desarrollando:

Ilustración 20 Flujo de efectivo diario del proyecto.

Flujo de efectivo diario	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	₡ 211.512,00	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20	₡1.023.967,20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla #19 adjunta se muestra los costos analizados y el beneficio el cual se tendrá al implementar el proyecto, por cada colon invertido hay una ganancia (ROI) de 97.75 colones; tenemos una TIR del 36.53% la cual está por encima de la TMAR que se estimó para el proyecto en un 25% y el retorno de la inversión es de 3.7 días aproximadamente, lo que nos representa una viabilidad del proyecto en el área de vulcanización, por la cual se ha tomado la decisión de seguir con el proyecto de las propuestas que se trabajaran en conjunto con los equipos de trabajo y el personal involucrado, en pro de la mejora del departamento de vulcanización.

5.4.4 Costo Beneficio

El total del costo de la inversión en hora del personal y por el gasto de insumos para las propuestas de mejora fue de \$197.6, en colones al tipo de cambio (Bac San José) es de ₡113817,6 sin embargo, se está logrando una mejora para el proceso del departamento de vulcanización en la Línea "C", los cuales tienen un costo de \$2351.18, se detalla en la figura adjunta la fórmula empleada:

Ilustración 21 Formula de Costo/Beneficio

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{330312}{113817,6} = 2,9021171$$

Fuente: Elaboración propia.

Donde podemos ver en la parte de costos financieramente, se estima la propuesta que es rentable para la implementación de la mejora, ya que el retorno de inversión se puede lograr en aproximadamente 2.9 días de producción, el cual es que el beneficio del proyecto se representa de forma sostenible. Se concluye en este cálculo, el cual es rentable y posible para la empresa Bridgestone de Costa Rica, se pueda implementar en su proceso productivo para la mejora del departamento de vulcanización.

5.5 Control y seguimiento

Una vez planteada las diferentes propuestas de mejora para las causas anteriormente identificadas se procede a llevar dichas soluciones de mejora a los compañeros dándoles una explicación para al personal involucrado y que trabajen en la implementación de estas.

Para cada una de las propuestas se ha determinado en trabajar en conjunto planes que ayuden a mejorar el estado actual de los procesos que se hacen en los Setup en las líneas de producción, mediante el equipo de trabajo que tiene el departamento, se establece de manera que se vea el resultado con tiempos de respuesta considerables, en donde se dé el seguimiento adecuado a las actividades para contribuir con el objetivo de este proyecto.

5.6 Diagrama de Gantt para seguimiento:

Diagrama de Gantt para el control y seguimiento de las actividades realizadas por el equipo de Setup para la realización de Setup de medidas en las líneas de vulcanización del 2020.

Ilustración 22 Diagrama de Gantt de Actividades para control y seguimiento.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LAS DE ACTIVIDADES DE SETUP 2020																						
Actividad	Responsable	Duración	Fechas de Inicio	Fechas de finalización	planeación	MES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
						SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Se definen Monitoreos para trabajar en el seguimiento y el control de mejoras realizadas	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	8	15/03/2020	22/03/2020	Planeado	■	■															
					Completo	■	■															
2 Reporte a producción de los indicadores para seguimiento de tiempos y actividades	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	8	23/03/2020	31/03/2020	Planeado	■	■															
					Completo	■	■															
3 Reporte a los sistemas de monitoreo en red y seguimiento de actividades	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	15	01/04/2020	15/04/2020	Planeado	■				■												
					Completo	■				■												
4 Seguimiento y control de actividades en la línea trabajo para nuevas oportunidades	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	14	16/04/2020	30/04/2020	Planeado	■					■											
					Completo	■					■											
5 Reporte de control de tiempos para el seguimiento de las actividades	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	30	01/05/2020	31/05/2020	Planeado	■								■								
					Completo	■											■					
6 Reporte de sistema de monitoreos para actividades y tiempos, reporte a producción para demoras con control de actividades	Equipo de trabajo de vulcanización y supervisión	30	01/06/2020	30/06/2020	Planeado	■														■		
					Completo	■																

Fuente: Elaboración propia

Con este Gantt de la ilustración #22 se le va a dar el seguimiento respectivo para las actividades que se realizan en el área, a su vez se mantienen monitoreados por medio de seguimiento que le va dando los compañeros del equipo de vulcanización, esto con lleva a mayor involucramiento por parte de los demás compañeros para cumplir con las metas propuestas.

Así para tener mejores resultados, esto nos está ayudando para aplicarlo en las demás líneas de trabajo para que nos pueda dar mejores puntos de vista y poder aplicarles propuestas de mejora de pequeñas debilidades que se puedan estar dando durante la realización de las tareas diarias para el aprovechamiento de los recursos.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se concluye que en la empresa hay oportunidades de mejora para sus procesos productivos y de Setup en donde proyectos como el que se desarrolla en esta ocasión, deja como resultado de la solución al problema planteado, a continuación, las siguientes conclusiones:

1. Mediante los gráficos de comparación actual y la toma de tiempos, se lograron implementar las oportunidades de mejora para el departamento.
2. Mediante al diagrama Ishikawa logramos obtener el problema para poder atacar hacia la solución.
3. Para la elaboración del proceso de Setup no se contaba con toma de tiempos para la operación, no había una supervisión adecuada para los tiempos de operación del área, para que se tomaran de la forma correcta.
4. Se determinó el costo/beneficio de las propuestas de mejora, por lo cual se estable que la empresa gano un total de 5 horas aproximadamente y la recuperación de la inversión la lograra en cuestión de un turno de trabajo, el cual es muy atractivo para la empresa.
5. Los tiempos de las operaciones en la línea tienen gran oportunidad de mejora, en algunas partes del proceso, la espera era bastante larga.
6. La permanencia de movimientos no acordes o innecesarios por parte de los mecánicos de Setup al momento de ejecutar las tareas, el uso con el montacargas para el transporte de los moldes no era el adecuado.
7. La falta de capacitación para los operarios en el departamento para el proceso de llamadas de finalización de lotes de llantas y coordinación con los compañeros de Setup.
8. La falta de comunicación entre los compañeros para facilitarse el trabajo haciendo así el trabajo más eficiente para el proceso.

Se establecen las recomendaciones para la implementación de las actividades para el control y el seguimiento de las actividades del proceso de Setup en las maquinas, estas se representan mediante el formato de tiempos que están adjunto (Apéndice#1), y el formato de realización de actividades según la maquina a trabajar estas para tener un mejor seguimiento de las tareas de los compañeros, para este formato se hizo un estándar en sistema para que se le diera seguimiento y quedara en

físico la evidencia de las tareas y las intervenciones y se hará un archivo (Apéndice#6) el cual se pondrá información del Setup en máquina para medidas de las piezas que se deban de fabricar o estén averiadas para facilitar el trabajo de los compañeros.

6.2 Recomendaciones

Como recomendaciones para el proyecto después de darse estas conclusiones a continuación las recomendaciones:

1. Dar seguimiento con una herramienta o bien en un sistema que se pueda generar en línea para poder aprovechar más la tecnología de estas máquinas para el seguimiento de los tiempos en las maquinas.
2. Definir a responsables líderes de línea para darle seguimiento de las actividades que se van realizando durante el proceso, esto para seguir con la mejora continua de las actividades, ya que no teniendo como medir no se puede controlar.
3. Realizar toma de tiempos en las actividades de Setup en la línea con el standard para ir reduciendo el desperdicio de tiempos y movimiento, como una estrategia clave como lo es la metodología SMED, para la reducción de tiempos en la realización de actividades en la línea o maquina a trabajar.
4. Creación de una nueva estación de almacenaje de moldes para que el movimiento y traslado de moldes sea más provechosa y no se pierda tiempo al desplazar los moldes.
5. Uso de la herramienta 5´s para el buen trabajo en la línea y se tenga una mejor imagen para el momento de trabajar, con esto se pueden hacer monitoreo todos los días con diferentes personas para seguimiento y se puede apuntar en un sistema para llevar el análisis y se les puede poner puntuación, esto para incentivar más a los compañeros de llevar y tener orden al momento de realizar las tareas o actividades en las maquinas.

Referencias Bibliográficas

- Bataller, A. (2016). *La gestión de proyectos*. Barcelona : UOC.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México, D.F.: McGraw-Hill
- Ibarra, V., & Ballesteros, L. (2017). Manufactura Esbelta . *Conciencia Tecnológica*, 6.
- Asesoría Económica y Marketing. (2009). Calculadora de Muestras. Obtenido de http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php
- Morales, A., Rojas, J., & Hernández, L. (2015). Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones. *Revista Chilena de Ingeniería*, 184.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- García, C. (2013). Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3 de una planta farmacéutica en la ciudad de Cali (proyecto de grado). Universidad San Buenaventura Seccional Cali, Colombia.
- Aiteco Consultores Desarrollo y Gestión*. (2019). Obtenido de Aiteco Consultores Desarrollo y Gestión: <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>
- Cartín, A., & Villareal y Morera, A. (2014). *Implementación del Análisis de Riesgo en la Industria Alimentaria*. Colombia: Scielo.
- Gestión de Operaciones*. (03 de marzo de 2017). Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad y Productividad*. México: McGraw Hill.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Manufactura Inteligente. (2015). Obtenido de *Manufactura Inteligente*:
<http://www.manufacturainteligente.com/cft/>

Salazar López, B. (2016). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de *Ingeniería Industrial Online*:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com>

SsigmaX. (1° de febrero de 2012). Obtenido de *SsigmaX*: <https://www.sixsigmaespanol.com/six-sigma-articles/the-dmaic-method-in-six-sigma/>

Apéndices:

Apéndice#1

SET UP			
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Comentarios
Bajar Molde y bladder			
Montar molde y bladder			
Cambio de post-inflado			
Cambio de placas			
Calentamiento de prensa			
Falta de Llanta			
Ajustes de Maquina con Llanta			
Salida de SET UP			

Chokoteis	Hora Inicio	Hora Fin
Falta de Tornillos		
Tornillos Dañados		
Falta herramienta		
Falta montacargas		
Falta de ciclo		
Bladder no esta armado		
PCI en mal estado		
Paletas de Chuck plate no ajustan		
Estampado No cumple distancia		
Rebabas		
Molde golpeado		
Placa equivocada		
Molde No esta listo		
Molde sucio		
Manguera de vapor		

Intervenciones MANTENIMIENTO			
Paso	Aviso (si/no)	Hora Inicio	Hora Fin
Fallas mecanicas			
Fallas mecanicas			
Fallas electricas			
Fallas electricas			
Ajustes shapping			
Presion de molde			

1. Comentario

Responsable: _____

2. Comentario

Responsable: _____

3. Comentario

Responsable: _____

4. Comentario

Responsable: _____

5. Comentario

Responsable: _____

Apéndice#2

Cause & Effect Matrix Template						
1) In the first step, place the Customer Requirements along the top row of the Cause and Effect matrix. These are the Effects. They can also be thought of as the What's or Y's.						
Relative Importance (10 is high (good) 1 is low)			10	7	4	Total
Customer Requirements			Produccion de Llantas.	NOTS.	Lalnta defectuosa (Scrap)	
Step / Item #	Process Step	Process Inputs	rate 1,3,9 9 high influence (good), blank is no influence			
1	Set Up.	Tipos de platos (picos).	1	3	1	35
2		Ajuste de ancho de post inflado.	3	1	3	49
3		Seteo de presión de inflado.	3	3	3	63
		Ajuste de guías de post inflado y fotoceldas.	3	1	1	41
		Bloqueo de maquina	3	3	3	63
		desacoplar mangueras de Contenedores	9	3	1	115
		Desacoplar Bladers	9	3	1	115
		Soltar moldes	9	9	3	165
		Bajar moldes	9	9	3	165
4		Llevar a la Taller	9	9	3	165
5		Subir de taller con Moldes de medida nueva	9	9	3	165
6		Meter moldes en maquina	9	3	1	115
7	Acoplar moldes en Maquina	3	9	1	97	
8	Acoplar mangueras de Contenedores	3	3	3	63	
9	Subir a maquina con los nuevos Bladers	1	9	3	85	
10	Medicion de Shaping	9	3	3	123	
11	Acoplar en maquina los Bladers	9	9	1	157	
12	Posición de platos en el PCI.	3	3	1	55	
			530	385	385	

Fuente: Elaboración Propia

Formato para la toma de información y toma de Tiempos en la Línea "C", de Bridgestone de Costa rica.

Sup Producción: _____

Fecha: _____

_____ Prensa: _____

Cód LI Verde Entra _____

Turno: _____

Tipo de Cambio	Cambio ARO	
	SI	NO
Segmentado - Segmentado		
Segmentado - Full Circle		
Full Circle - Segmentado		
Full Circle - Full Circle		
PLACAS		

Personal SET UP realiza cambio	
# Asociado	Nombre

SET UP			
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Comentarios
Bajar Molde y bladder			
Montar molde y bladder			
Cambio de post-inflado			
Cambio de placas			
Calentamiento de prensa			
Falta de Llanta			
Ajustes de Maquina con Llanta			
Salida de SET UP			

Chokoteis	Hora Inicio	Hora Fin
Falta de Tornillos		
Tornillos Dañados		
Falta herramienta		
Falta montacargas		
Falta de ciclo		
Bladder no esta armado		
PCI en mal estado		
Paletas de Chuck plate no ajustan		
Estampado No cumple distancia		
Rebabas		
Molde golpeado		
Placa equivocada		
Molde No esta listo		
Molde sucio		
Manguera de vapor		

Intervenciones MANTENIMIENTO			
Paso	Aviso (sí/no)	Hora Inicio	Hora Fin
Fallas mecanicas			
Fallas mecanicas			
Fallas electricas			
Fallas electricas			
Ajustes shapping			
Presion de molde			

INPUTS	TYPE
Tipos de platos (picos).	C
Ajuste de ancho de post inflado.	C
Seteo de presión de inflado.	C
Ajuste de guías de post inflado y fotoceldas.	C
Bloqueo de maquina	C
desacoplar mangueras de Contenedores	C
Desacoplar Bladers	C
Soltar moldes	C
Bajar moldes	C
Llevar a la Taller	C
Subir de taller con Moldes de medida nueva	C
Meter moldes en maquina	C
Acoplar moldes en Maquina	C
Acoplar mangueras de Contenedores	C
Subir a maquina con los nuevos Bladers	C
Medicion de Shaping	C
Acoplar en maquina los Bladers	C
Ajuste de Tiempo de Ciclo en maquina.	C
Posición de platos en el PCI.	C

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice#4

Tabla Multivoto					
ERRORES	1	2	3	4	5
Parámetros mal asignados					
Maquina descentrada					
falta de ciclo					
falta de moldes					
Falta de mantenimiento de los moldes					
Marcar con X,1 menor frecuencia y 5 mayor frecuencia en el tiempo de estudio					

Fuente: Elaboración Propia

Apéndice#5

**Process
Failure Modes and Effects Analysis
(FMEA)**

Process Name:	Setup de moldes	Prepared by: Freddy perez S.	Page __1__ of __1__
Responsible:	Freddy perez S	FMEA Date (Orig) 04/03/20 (Rev) __1__	

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	S E V	Potential Causes	O C C	Current Controls	D E T	R P H	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken	S E V	O C C	D E T	R P H
								0								0
								0								0
								0								0
								0								0
								0								0
								0								0
								0								0
								0								0


Fuente: Elaboración propia

Apéndice#6

# molde	Aro	LV	Medida	Modelo	Fecha	# Prensa	Cambio / Limpieza	Diam. Anillo centr	Diam. Cav. Molde n	Medida Espac. Specif	Medida Espac. Real/RAM (mm o inch)	Medida Altura Bladd	Ancho PCL (in)	Presión PCL (psi)	Presión de mold	Shaping 1 (psi)	Shaping 2 (psi)
46910	17	7411	225/65R17	DUELER HT 684 II	10/12/2019	C02B	Limpieza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53874	18	9944	235/45R18	WINTERFORCE 2 UV	16/01/2020	C02A	Cambio	380,10	380,65	235,00	235,00	460,00	7,00	35,00	220,00	9,00	12,00
53875	18	9944	235/45R18	WINTERFORCE 2 UV	16/01/2020	C02B	Cambio	380,20	381,74	235,00	235,00	460,00	7,00	35,00	220,00	9,00	12,00
56278	18	10370	225/45R18	WINTERFORCE 2	16/02/2020	C02A	Cambio	380,30	381,50	225,00	210,00	460,00	5,50	35,00	225,00	8,00	13,00
56279	18	10370	225/45R18	WINTERFORCE 2	16/02/2020	C02B	Cambio	380,50	381,70	225,00	210,00	460,00	5,50	35,00	225,00	8,00	13,00
53874	18	9944	235/45R18	WINTERFORCE 2	02/03/2020	C02A	Cambio	380,20	381,80	235,00	225,00	460,00	7,00	35,00	N/A	9,00	12,00
53875	18	9944	235/45R18	WINTERFORCE 2	02/03/2020	C02B	Cambio	380,10	381,90	235,00	225,00	460,00	7,00	35,00	N/A	9,00	12,00
32664	16	2260	245/75R16	DESTINATION RVT	23/03/2020	C02A	Cambio	380,50	381,40	260,00	255,00	550,00	6,50	35,00	250,00	10,00	13,00
44904	16	2260	245/75R16	DESTINATION RVT	23/03/2020	C02B	Cambio	380,50	381,40	260,00	225,00	550,00	6,50	35,00	250,00	10,00	13,00

Fuente: Elaboración propia

Apéndice#7

 CHEQUEO DE ARRANQUE DE PRENSA Y / O CAMBIO DE MOLDE (PRENSA BOM) F-952-04-R4					
RESPONSABLES: _____		PRENSA: _____	FECHA: _____		
MOVIMIENTO DE PARTES	MEDIDA SALE:	MEDIDA NUEVA:			
	LADO A SALE LADO B SALE	LADO A ENTRA LADO B ENTRA			
	MOLDE SERIE: MOLDE SERIE:	MOLDE SERIE: MOLDE SERIE:			
Estados de revisión ✓ ok ⊗ mal estado ● reparado		Criterio	DOBLE CHEQUEO		
			TÉCNICOS DE SET-UP, anotar iniciales		
			A	B	
Sistema Central	1	Revisar anillo central tapa inferior	+/- 0.005m		
	2	Daños visibles en el molde	Sin Golpes		
	3	Serie estampada correctamente	Según IT		
	4	Revisar que el platen superior tenga todos los tornillos	Socados, marcados y con alambres		
	5	Tapa superior e inferior debe ser montada con 4 tornillos	Tornillos completos, socados y marcados		
	6	Revisar estado del pistón	Buena, malo o torcido		
	7	Revisar los diámetros del anillo centrador del platen	TECNICO DE SET UP Con calibrador - 0.005" con respecto al molde	Anotar medida	Anotar medida
	8	Revisar los diámetros del molde para el anillo centrador	TECNICO DE SET UP Con calibrador + 0.005" con respecto al anillo	Anotar medida	Anotar medida
	9	Verificar que el bladder utilizado sea el especificado	TECNICO DE SET UP Según laboratorio	Anotar Código	Anotar Código
Bladder	10	Anillos # 1,4,5 limpios	Limpios		
	11	Anillos # 1,4,5 debidamente ventilados	Ventilas y canales libres		
	12	Verificar que el bladder este armado con los anillos # 1,2,3,4 especificados.	Según Técnico		
	13	Bladder dopado previamente	Según AV-132-62		
	14	Verificar que el anillo # 3 este 1" menos del diámetro del aro que se está armando.	1" menos		
	15	Verificar que la altura del espaciador sea la correcta	TECNICO DE SET UP 10 mm sobre el borde del anillo # 1	Anotar medida spec	Anotar medida spec
	16	Verificar que la altura de bladder sea la correcta	TECNICO DE SET UP Según Técnico	Anotar medida	Anotar medida
	17	Verificar que la ovalidad del bladder sea la correcta (mm)	Según Técnico		
	18	Llenar las tarjetas correctamente del control de bladder.	Correcta, poner fecha y hora		
Brazos Cargadores	19	Revisar paralelismo de brazos cargadores	2 mm		
	20	Verificar la concentricidad de los brazos cargadores	3 mm		
	21	Verificar la altura del brazo cargador en el molde	3 mm		
	22	Ajuste correcto de las uñas y socar el tope	Técnico		
	23	Ajuste correcto de la altura del brazo cargador en el servidor	Borde de la llanta		
	24	Verificar que el brazo cargador este centrado y paralelo con el servidor.	3 mm		
Servidores	25	Verificar que los servidores estén nivelados	3 mm		
	26	Ajustar el diámetro de servidores con la llanta	5 mm		
	27	Socar sistema de fijación de los servidores	Socados		
	28	Ajustar las paletas con respecto al hombro	Según AV		
	29	Verificar que los diámetros del plato interno	Interno + 0 - 0.005m		
	30	Verificar los diámetros del plato externo	Según plantilla		
	31	Verificar que los platos no tengan golpes en la parte interior	Sin golpes		
	32	Verificar que los platos no tengan golpes en la caja	Sin golpes		

Elaboración propia

Anexos:

Gráfico Indicador de llantas defectuosas en el Departamento de Vulcanización durante el año 2019.

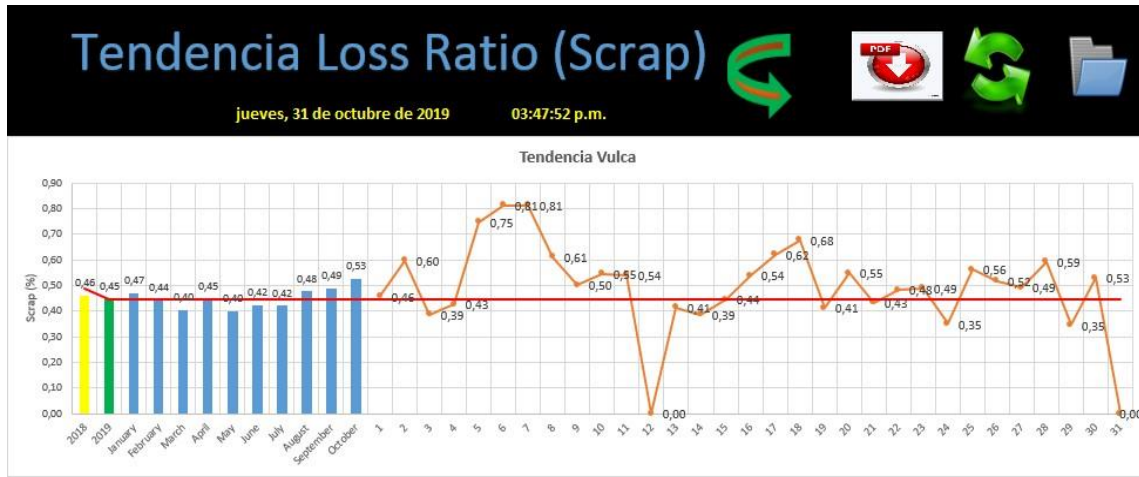


Gráfico Demoras en el Departamento de Vulcanización por Setup para la Vulcanización de llantas durante el año 2019.

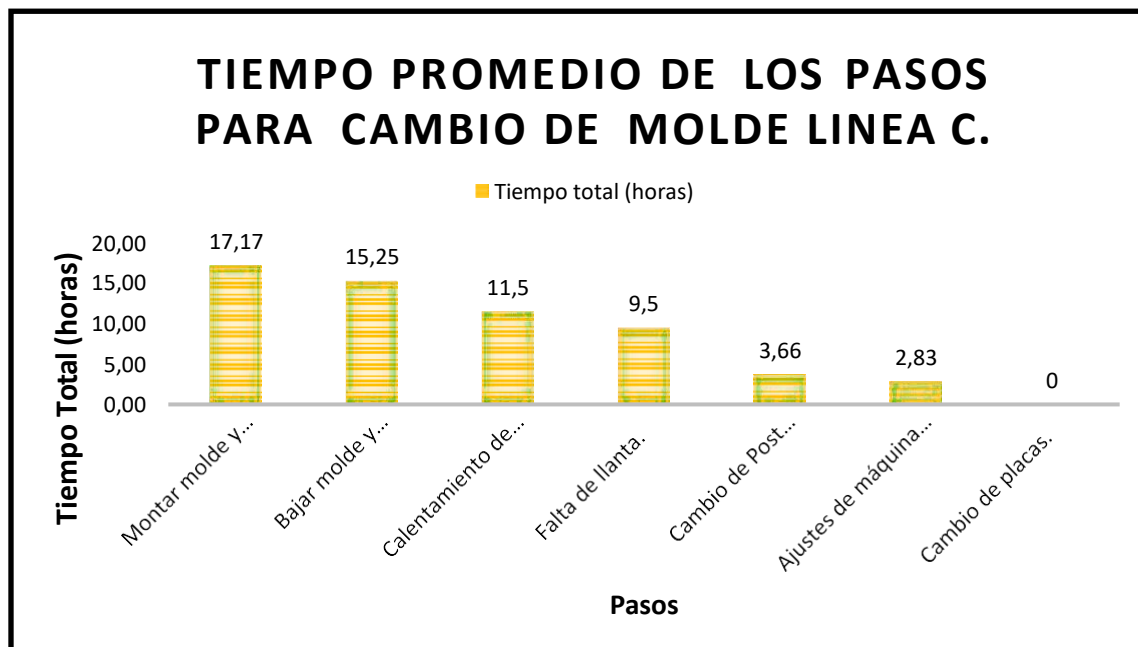
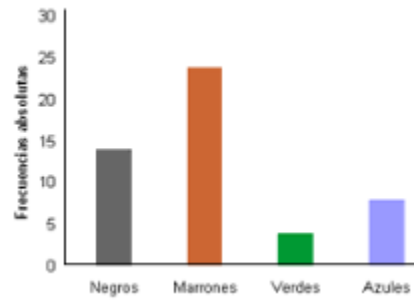


Ilustración (Anexo 1) Ejemplo de gráfico de barras

Color ojos	Empleados
Negros	14
Marrones	24
Verdes	4
Azules	8

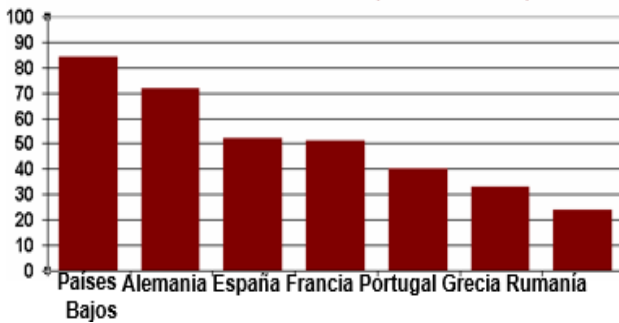
El diagrama de barras asociado es:



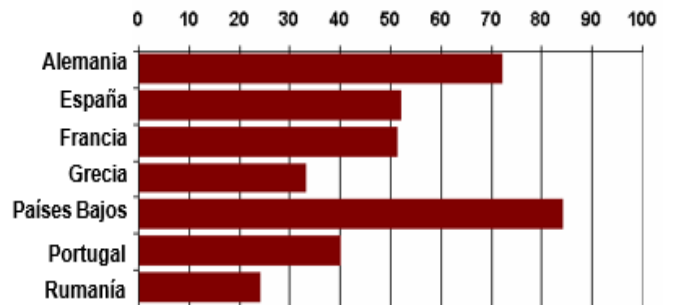
Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Ilustración (Anexo#2) Gráficos Verticales y Horizontales

Orientación vertical y orden por frecuencias

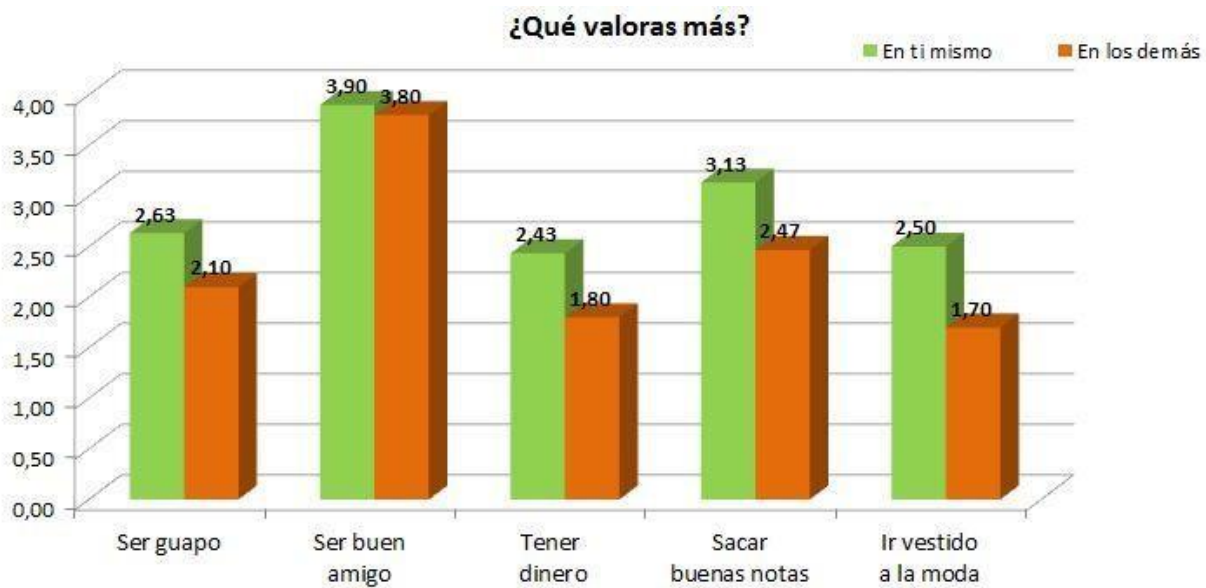


Orientación horizontal y orden alfabético



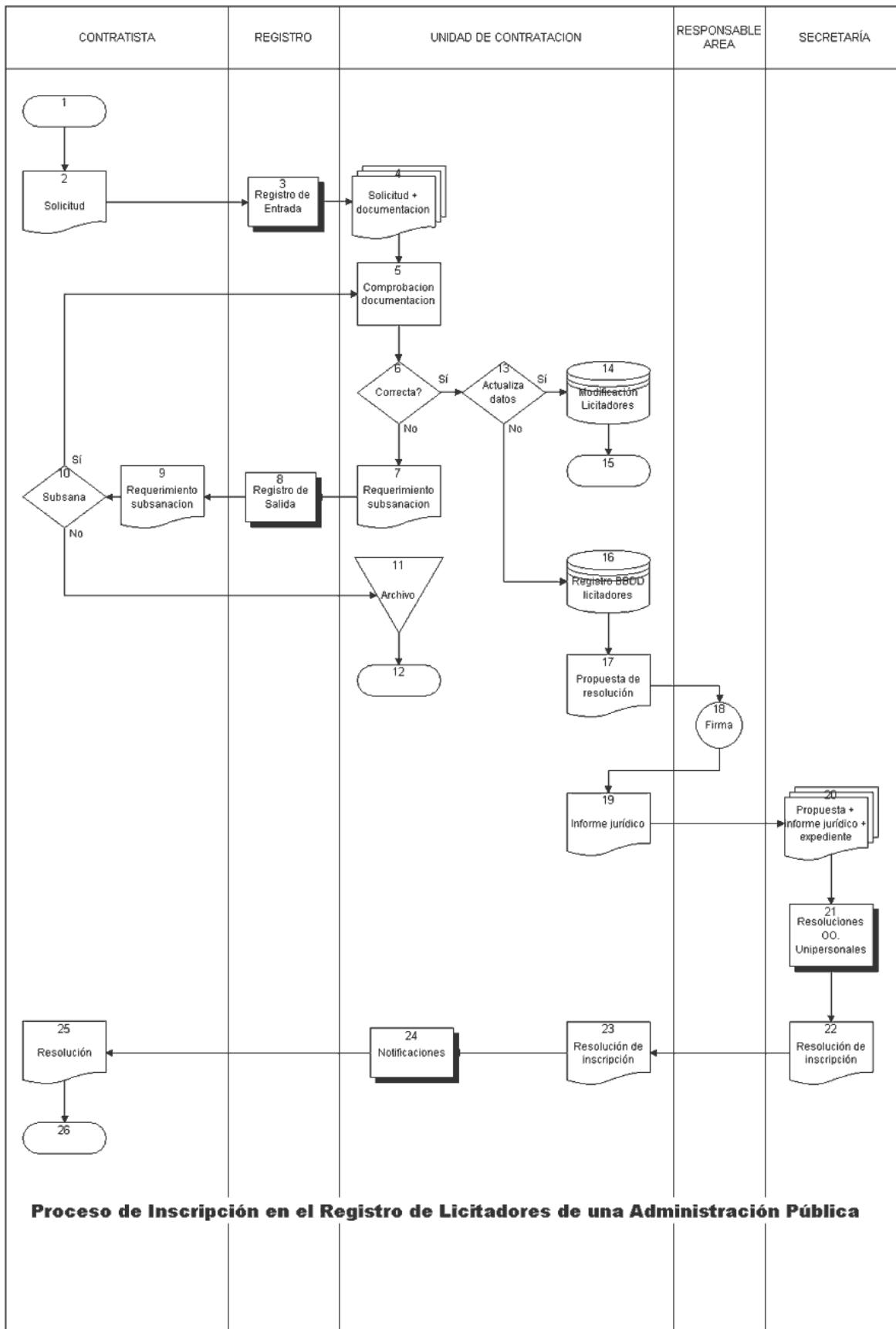
Fuente: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Ilustración (Anexo#3) Ejemplo de Gráfico Comparativo



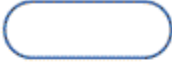
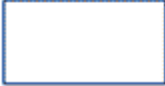


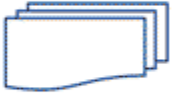





Fuente: (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte España, 2013).

Ilustración (Anexo#4) Diagrama de Procesos.



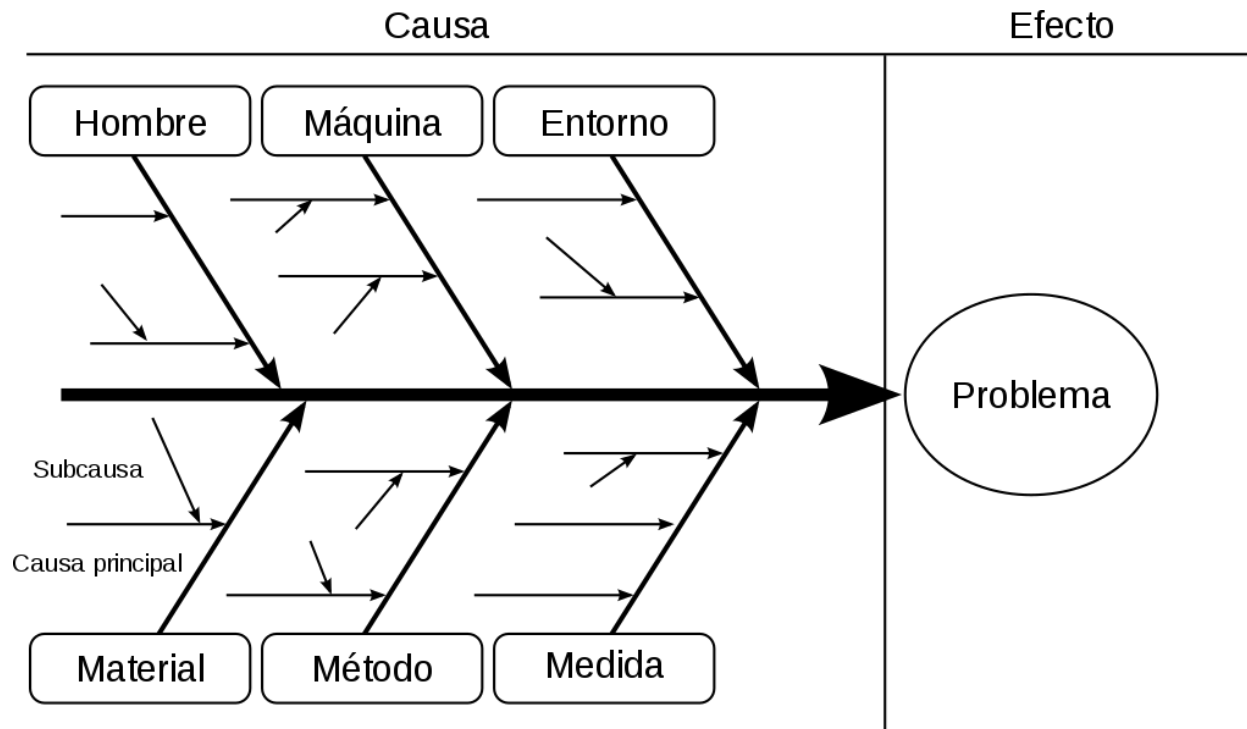
Fuente: (Aiteco Consultores Desarrollo y Gestión, 2019).

Ilustración Cuadro explicativo Diagramación de proceso

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal: Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		Actividad: Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión: Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Sí" – "No".		Documento: Documento utilizado en el proceso.
	Multidocumento: Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		Inspección / Firma: Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	Conector de un Proceso: Conexión o enlace con otro proceso, en el que continúa el diagrama de flujo. Por ejemplo, un subproceso.		Archivo: Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.
	Base de Datos: Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de Flujo: Indica el sentido del flujo del proceso.

Fuente: (Aiteco Consultores Desarrollo y Gestión, 2019).

Ilustración (Anexo#5) Diagrama de Ishikawa



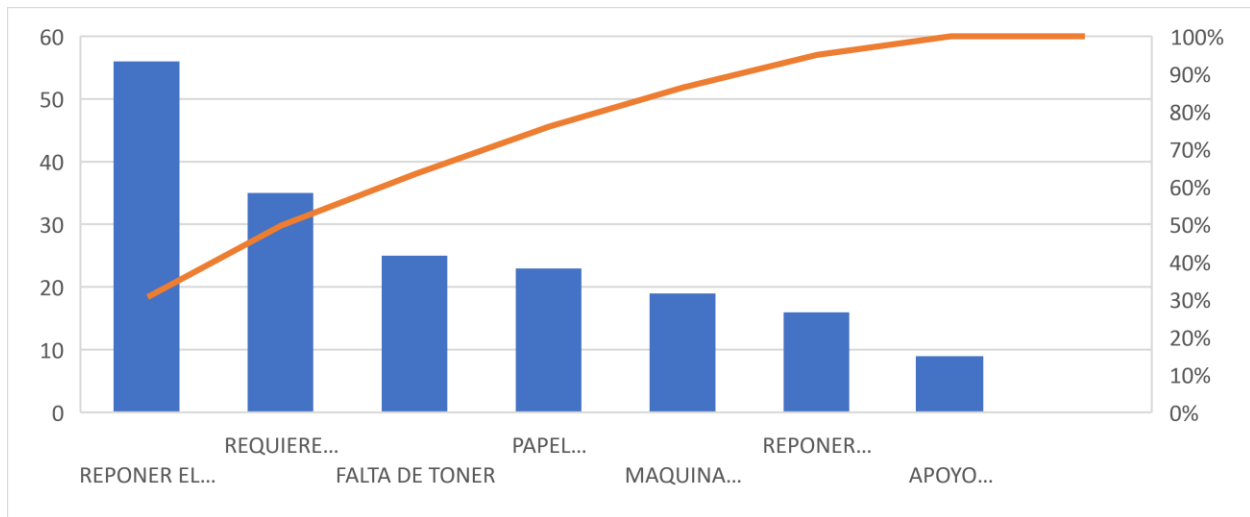
Fuente: (Gestión de Operaciones, 2017).

Tabla Ejemplo (Anexo#6) Cálculo de datos para frecuencias

N	CATEGORIA	Frecuencia absoluta	frecuencia absoluta acumulada	frecuencia relativa unitaria %	frecuencia relativa acumulada.
1	REPONER EL PAPEL	56	56	30,6	30,6
2	REQUIERE LIMPIEZA	35	91	19,13	49,73
3	FALTA DE TONER	25	116	13,66	63,39
4	PAPEL ATASCADO	23	139	12,57	75,96
5	MAQUINA AVERIADA	19	158	10,38	86,34
6	REPONER TONER	16	174	8,74	95,08
7	APOYO TECNICO.	9	183	4,92	100

Fuente: Elaboración propia, 2020

Ilustración Ejemplo de Diagrama de Pareto graficado



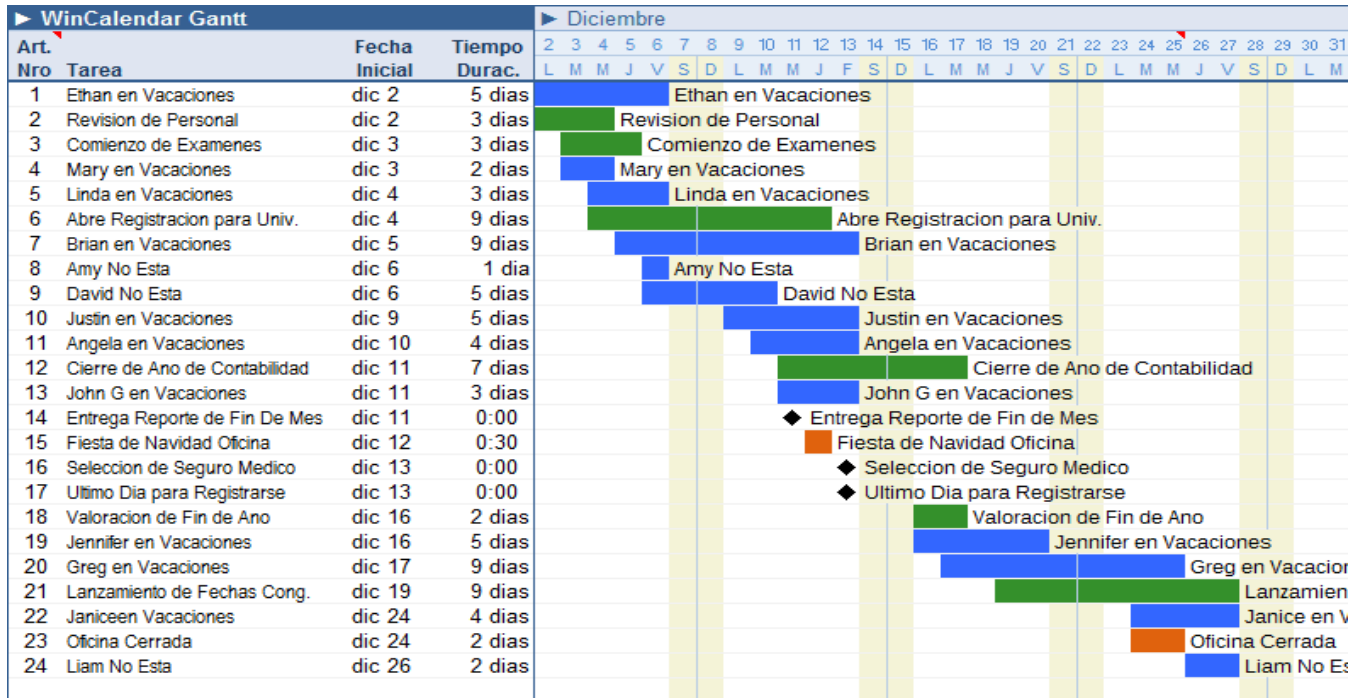
Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Ilustración (Anexo#7) Matriz de Riesgo AMEF

			CONSECUENCIA				
			Insignificante A	Menor B	Moderado C	Peligroso D	Catastrófico E
PROBABILIDAD	Frecuente	5					
	Probable	4					
	Ocasional	3			3C		
	Posible	2					
	Improbable	1					

Fuente: (Cartín & Villareal y Morera, 2018).

Ilustración (Aexo#8) Diagrama de Gantt



Fuente(handl,2014).

Ilustración Metodología 5's (Anexo #9)



Ilustración (Anexo#10) Clasificación u Organización (Seiri)

CLASIFICACIÓN (SEIRI)



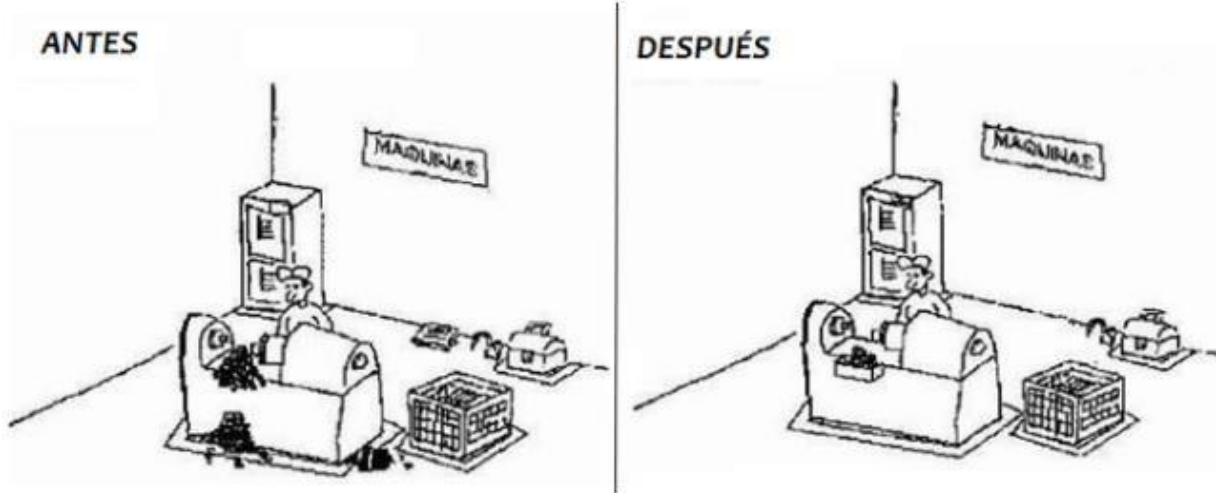
Fuente: (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2019).

Tabla Orden (Anexo11) (Seiton) Frecuencia de uso y su disposición

Frecuencia de uso	Disposición
Lo utiliza en todo momento	Téngalo a la mano, utilice correas o cintas que unan el objeto a la persona
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	Téngalo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	
Lo utiliza una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colóquelo en el almacén, perfectamente localizado

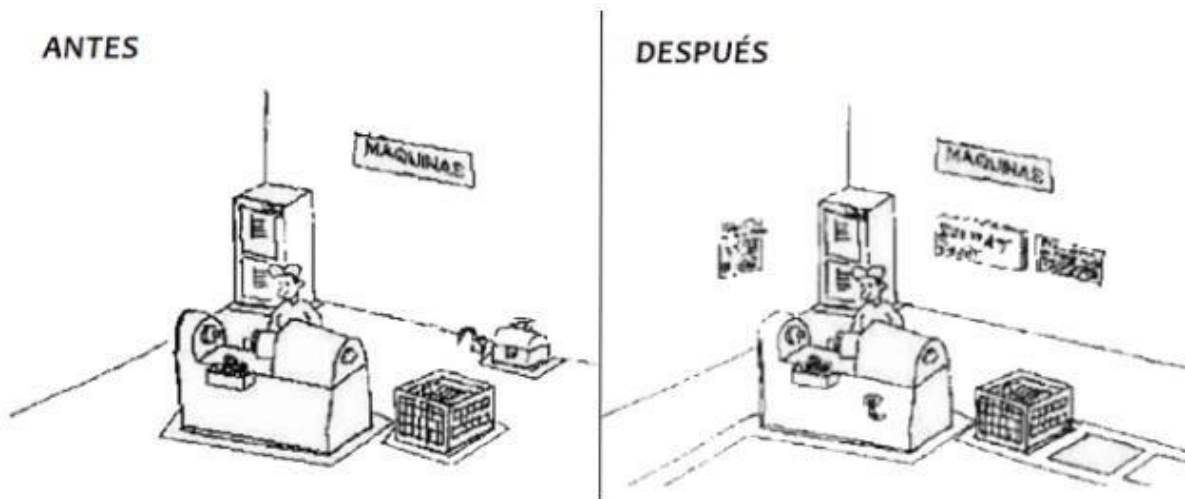
Fuente: (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2019).

Ilustración (Anexo 12) Antes / Después Limpieza (Seiso)



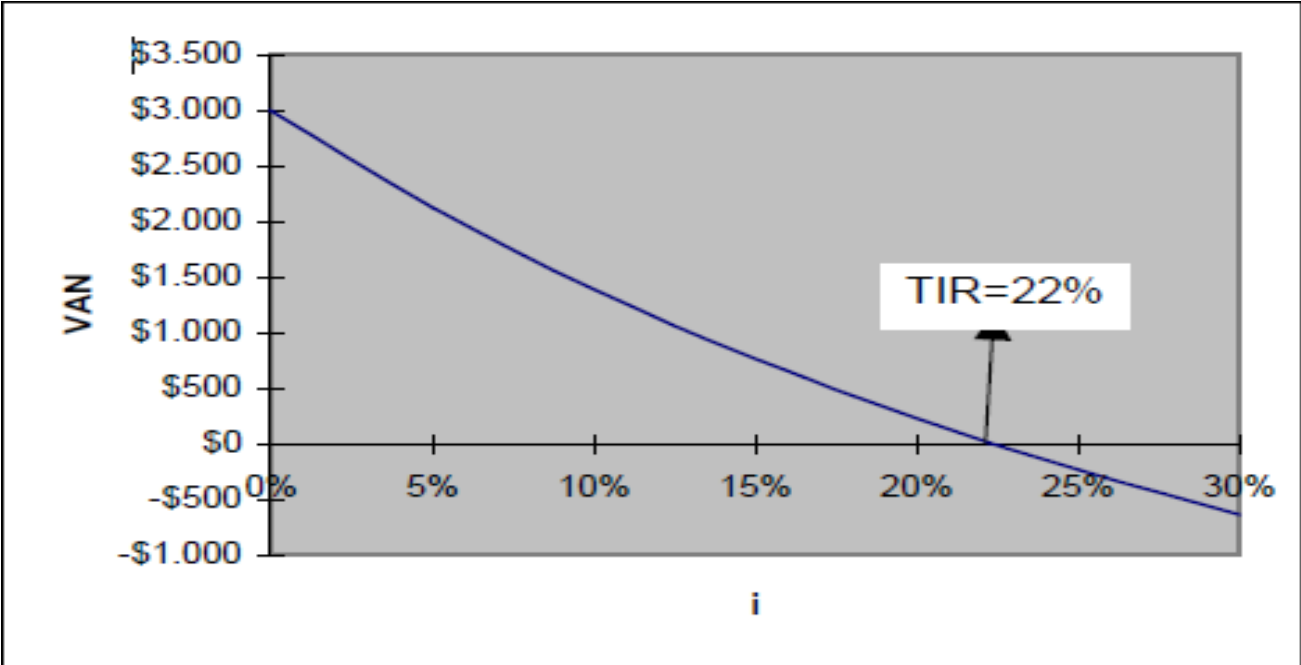
Fuente: (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2016).

Ilustración(Anexo#13) Antes / Después Estandarización (Seiketsu)



Fuente: (Salazar López, Ingeniería Industrial Online, 2016).

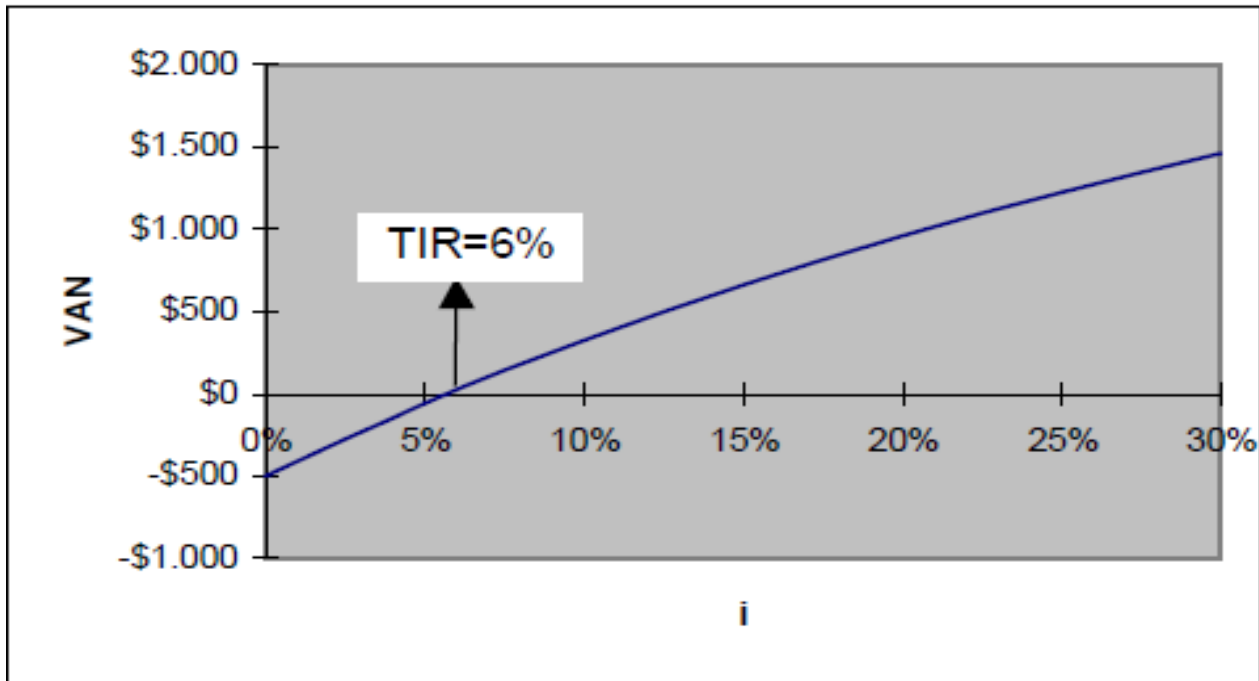
Gráfico (Anexo#14) Comportamiento de la gráfica cuando $TIR > i$



Fuente: (Lledo, 2010).

Gráfico Ejemplo de Invertir cuando $TIR > i$

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
FBN	5.000	-2.000	-3.000	-500



Fuente: (Lledo, 2010).

Ilustración (Anexo#15) Cálculo del ROI

$$ROI = \frac{GANANCIA - INVERSIÓN}{INVERSIÓN}$$

Fuente: (Custodio, 2018).

Ilustración (Anexo#16) Cálculo del TMAR

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + riesgo\ de\ la\ inversión$$

Fuente: (Custodio, 2018).

Ilustración (Anexo#17) Post-inflado.



Imagen Ilustrativa de chequeo de tiempos.

Ilustración (Anexo#18) tabla de tiempos para Setup

Turno: 1

Tipo de Cambio	Cambio ARO	
	SI	NO
Segmentado - Segmentado	X	
Segmentado - Full Circle		
Full Circle - Segmentado		
Full Circle - Full Circle		
PLACAS		

Personal SET UP realiza cambio	
# Asociado	Nombre
4588	JS
3927	GR

SET UP			
Paso	Hora Inicio	Hora Fin	Comentarios
Bajar Molde y bladder	7:00 Am	7:40 Am	
Montar molde y bladder	8:00 Am	11:00 Am	
Cambio de post-inflado	12:15	10:00 pm	
Comprobación (Chequeo Radial)	11:30	12:10 pm	
Calentamiento de prensa			
Falta de Llanta	10:00 pm	10:00 Am	
Ajustes de Maquina con Llanta	10:00 Am	10:25 Am	
Salida de SET UP		1:00 Am	

Chokoteis		
	Hora Inicio	Hora Fin
Problemas (Montar Bladders B7A3)	10:00 Am	11:00 Am
Tornillos Dañados		
Falta herramienta		
Falta montacargas		
Falta de ciclo		
Bladder no esta armado	9:00	9:30 Am
PCI en mal estado		
Paletas de Chuck plate no ajustan		
Estampado No cumple distancia		
Rebabas	10:40	12:10 Pm
Molde golpeado		
Placa equivocada		
Molde No está listo		
Molde sucio		
Manguera de vapor		

Intervenciones MANTENIMIENTO			
Paso	Aviso (si/no)	Hora Inicio	Hora Fin
Fallas mecanicas			
Fallas mecanicas			
Fallas electricas			
Fallas electricas			
Ajustes shapping	NO	9:30 Am	10:00 Am
Presion de molde			

Ilustración de moldes



Ilustración de Bladder



Ilustración (Anexo#19) Mueble de moldes para ubicación



Fuente: Bridgestone C.R.

Ilustración (Anexo#20) Maquina con la mejora de los conos.



Fuente: Bridgestone C.R.

Ilustración (Anexo#21) Elaboración de Setup en la Linea.



Fuente: Bridgestone C.R.

Ilustración (Anexo#22) Procedimiento de extracción de moldes.



Fuente: Bridgestone C.R

Ilustración (Anexo#23) Bitacoras y Asistencia .

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	31-1-2020
LUGAR	Heredia

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	✓									

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
6:00 pm.	7:00 pm.	

TEMAS TRATADOS :

Ante proyecto y Capitulo 1

ACUERDOS:

Capitulo 1 Completo y Avanzar Cap. 2

AVANCES

Capitulo 1

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 7-2-2020 HORA 5:30 pm LUGAR Heredia

Firma Estudiante: 

Firma Tutor: 

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	14-2-2020
LUGAR	Heredia

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		✓								

HORA DE INICIO 5:00 pm	HORA DE CIERRE 6:15 pm.	PUNTUALIDAD
---------------------------	----------------------------	-------------

TEMAS TRATADOS :

Revisión de Capítulo 1 y Capítulo 2

ACUERDOS:

Capítulo 2 completo y Avance del Capítulo 3

AVANCES

Revisión de Capítulo 2

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 28-2-20 HORA 5:30 pm LUGAR Heredia

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

Freddy M. Pérez Sánchez

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia
FECHA	3-3-2020
LUGAR	Heredia Aula 119

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			/							

HORA DE INICIO	5:00 pm
----------------	---------

HORA DE CIERRE	6:30 pm
----------------	---------

PUNTUALIDAD	
-------------	--

TEMAS TRATADOS :

Revisión de Capitulo 1, 2, 3

ACUERDOS:

Agregar tema en Cap 2 y Capitulo 3 Agregar información con la Metodología.

AVANCES

Revisión de Cap 2 y 3

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 3-3-2020 HORA LUGAR Heredia

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

Geoffrey M. Per. Sandoval

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Heredia tutoría Virtual
FECHA	19-3-2020
LUGAR	tutoría Virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				/						

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
5:00 pm	6:45 pm	

TEMAS TRATADOS :

Revisión de Capítulo #3. Corrección de términos e información

ACUERDOS:

Indicar información debajo de Gráficos y Cuadros

AVANCES

Revisión del Capítulo #3 y Avance del #4.

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 31-3-20 HORA 5:20 pm LUGAR tutoría Virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

[Firma manuscrita]

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Tutoría Virtual
FECHA	31-3-2020
LUGAR	tutoría virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					/					

HORA DE INICIO
5:20 pm

HORA DE CIERRE
6:40 pm

PUNTUALIDAD

TEMAS TRATADOS :

Revisión del Capítulo #3 y las correcciones solicitadas
Avance del cap. #4

ACUERDOS:

Tablas de información para Apéndice, Explicación de
Tabla como información, Cap 4 Hacer información de los análisis

AVANCES

Capítulo #4 con análisis de información e interpretación
de términos

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 18-4 HORA 5:00 pm LUGAR tutoría virtual

Firma Estudiante: _____
Firma Tutor: Jeddy Reyes Santos

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Tutoría Virtual
FECHA	18-4
LUGAR	Tutoría Virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6 /	7	8	9	10

HORA DE INICIO 5:00 pm	HORA DE CIERRE 6:30 pm	PUNTUALIDAD
----------------------------------	----------------------------------	------------------------

TEMAS TRATADOS :

Avance del Capítulo #4, correcciones de información y seguimiento del Capítulo, corrección Portada

ACUERDOS:

Llevar a cabo el histórico de información, seguimiento de los análisis

AVANCES

Capítulo #4, avanzar todo lo posible para arrancar el Capítulo #5

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 27-4 HORA 5:00 pm LUGAR tutoría virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

Jeddy López Sandoval

Universidad Hispanoamericana

SEDE	tutoría Virtual
FECHA	27-4-20
LUGAR	tutoría Virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							/			

HORA DE INICIO
5:00 pm.

HORA DE CIERRE
6:10 pm

PUNTUALIDAD

TEMAS TRATADOS :

En la en Control llevar el Gantt, como controlarlo que voy hacer, Avance del Capítulo #5.

ACUERDOS:

Corregir puntos del Capítulo #4 al final, e ir valorando análisis del Capítulo #5

AVANCES

Avance de información y Soluciones en el Capítulo #5 llevar a cabo bien el Avance.

LIMITACIONES

--

PROXIMA SESIÓN : FECHA 7-5-20 HORA 5:20pm LUGAR tutoría virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

Johy W. Ferrer Santos

Universidad Hispanoamericana

SEDE	tutoría Virtual
FECHA	7-5-20
LUGAR	tutoría Virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								8		

HORA DE INICIO 5:00 pm	HORA DE CIERRE 6:30 pm	PUNTUALIDAD
----------------------------------	----------------------------------	------------------------

TEMAS TRATADOS :

Análisis del Capítulo #5, Correcciones de ideas
valoración de la formación.

ACUERDOS:

Valoración de tablas, gráficos, Incluye este mejor
explicado e implementación de análisis Costo/Beneficio.

AVANCES

Seguimiento de Soluciones e implementación de Control
llevar a cabo el Gan# de propuesta.

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 18-5-20 HORA 5:00pm LUGAR tutoría Virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor: Judy M. Peres Santa

Universidad Hispanoamericana

SEDE	tutoria Virtual
FECHA	18-5-20
LUGAR	tutoria Virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
5:00 pm	6:30 pm	

TEMAS TRATADOS :

Condición y Seguimiento de propuestas de Mejora, seguimiento a las Soluciones, enfocarse en el Gan#, Implementaciones de Soluciones

ACUERDOS:

Implementación de Soluciones, Seguimiento del Gan#
Análisis del Gan#

AVANCES

Terminar el capítulo #6 con Conclusiones y Recomendaciones, corregir el Índice con información.

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA 23-5-20 HORA 5:00 pm LUGAR tutoria Virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:

Judy M. Per. Serrano

Universidad Hispanoamericana

SEDE	tutoría virtual
FECHA	23-5-20
LUGAR	tutoría virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										✓

HORA DE INICIO
5:00 pm

HORA DE CIERRE
6:30 pm

PUNTUALIDAD

TEMAS TRATADOS :

Análisis del Capítulo #6, corrección de palabras en orden
Índice ya corregido

ACUERDOS:

Corregir la solicitud de correcciones en la enumeración de conclusiones

AVANCES

LIMITACIONES

PROXIMA SESIÓN : FECHA [] HORA [] LUGAR []

Firma Estudiante:

Firma Tutor:

Fredy M. Pérez Sandoval