

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Título de la investigación

Rediseño del proceso de clasificación de la llanta en el Departamento de Inspección Final en la
empresa Bridgestone de Costa Rica.

Nombre del estudiante:

Arianne Acosta Fallas

Tutor(a):

Ing. Allan Maroto Coto

Sede Aranjuez

Julio, 2025

DEDICATORIA

“Seas quien seas, no importa la posición social que tengas, rica o pobre, muestra siempre una gran determinación y siempre haz todo con mucho amor y fe profunda en Dios. Un día alcanzarás tu meta.” Ayrton Senna

Este trabajo es dedicado principalmente a Dios porque, aunque hubo momentos difíciles durante mis años de la universidad nunca me abandonó, me guió hasta este momento de mi carrera y de mi vida. También este trabajo va dedicado a cada una de las personas que formaron parte de mi proceso universitario, pero más que todo a mis papás que fueron mi motor día a día, quienes fueron mi apoyo incondicional en cada momento de mis cuatrimestres en la universidad.

Mi papá, mi mayor orgullo y motor, quien siempre me apoyo en cada momento, me ayudó en mis clases, tareas, proyectos y en mi tesis, quien me escuchó desde el minuto uno mi idea y qué quería hacer, cuando me sentía frustrada por no lograr lo que quería y se tomaba sus minutos para escucharme y hacerme entender lo que no entendía. Mi mamá que igual me apoyó en cada momento, clases, tareas y proyectos, ella es mi ejemplo a seguir a no detenerme a obtener lo que quiero sin importar la edad. Ambos, que cada mañana, tarde y noche se esfuerzan por mí para que sea la persona profesional que soy.

Este trabajo está dedicado a la persona que se encuentra en el cielo, a mi abuelo que, aunque no me vio llegar hasta este punto, sé que desde el cielo lo está viendo y se siente orgulloso de su nieta que ha llegado a este punto. También va dedicada a mi pareja que, aunque llegó un poco tarde a mi proceso y con dificultades de salud, me apoyó en todo momento, estuvo en mis desvelos, mis madrugadas, mis llantos de estrés y mi consuelo sin dejarme sola.

Este trabajo también está dedicado a mis compañeros de trabajo, pero más hacia Gabriela que me acogió como su hija en una empresa en la cual me sentía pequeña y perdida, y también a Eingel que con ella y su apoyo este proyecto se pudiera realizar.

Y sin olvidar, este trabajo está dedicado a mi persona por cada esfuerzo que realicé desde el primer minuto que inicié la universidad, aunque un momento me sentí perdida no bajé la cabeza y seguí hacia adelante, logrando así llegar a este punto de mi carrera, ver a la Arianne de hace 5 años y ver todo lo que ha logrado en todos estos años, una Arianne que se siente orgullosa de sí misma.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por esta oportunidad que me ha dado, una oportunidad para seguir adelante con mi carrera profesional y obtener este título universitario. Le agradezco a mis papás por ser ese ejemplo a seguir y darme el apoyo incondicional desde el minuto 1, sin dejarme atrás y siempre apoyarme fuera la decisión que fuera. Le agradezco a mis compañeros de trabajo ya que, sin ellos, su apoyo y sus conocimientos no lo hubiera logrado.

Le agradezco especialmente a Rodolfo, ya que él vio en mí un talento que no sabía que tenía y se dio la chance de contratarme para seguir con ellos y pelear un año más por mi puesto llegando a terminar mi proyecto, por darme la oportunidad de brillar, aprender y tener todos los conocimientos que tengo, el Departamento de Proyecto de la empresa Bridgestone ha sido mi escuela y mi segunda familia .

Les agradezco a mis profesores que formaron parte de mi carrera profesional, cada una de sus experiencias y enseñanzas me ha formado y ayudado a ser la profesional que soy hoy en día, darme las herramientas necesarias para enfrentar el mundo laboral.

Y finalmente le agradezco a mi mamá que sin ella nada hubiera sido posible, nada de todos estos años universitarios hubiera sucedido, hacer lo posible para poder ayudarme, le agradezco a mi papá por siempre también apoyarme ser mi profesor en las materias que no entendía, ser mi guía en mis proyectos sin entender y ser esa persona que sin entender algo hacía lo que fuera para poder ayudarme.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Bridgestone de Costa Rica, la cual se dedica a la producción de llantas a nivel nacional e internacional. El proyecto lleva el título: *Rediseño del proceso de clasificado de la llanta en el Departamento de Inspección Final en la empresa Bridgestone de Costa Rica*, el cual plantea una solución al problema presentado dentro del departamento de Inspección Final con respecto a las lesiones físicas que presentan los operadores en el proceso de clasificado de las llantas.

Actualmente, el proceso es realizado de manera manual, es decir los operadores bajan manualmente las llantas desde una banda transportadora y trasladan una carreta con una cantidad de 20 llantas de aproximadamente 30 kilogramos cada una, esto a largas distancias lo que ha generado un derivado de múltiples casos de lesiones musculares dentro del proceso, principalmente en los hombros y en la zona lumbar.

El principal objetivo para el proyecto fue rediseñar este proceso para eliminar todo el proceso manual que exista, reducir los riesgos ergonómicos, disminuir los costos asociados a las incapacidades laborales, además de las coberturas realizadas y así aumentar la eficiencia operativa dentro del Departamento. Para ello, se aplicó una metodología cuantitativa de tipo explicativo, utilizando herramientas como el diagrama de Ishikawa, análisis de riesgos, análisis de modo de fallas y efectos, entre otros.

La solución propuesta para la empresa es la instalación de un nuevo sistema automatizado compuesto por bandas transportadoras y una cámara lectora que identifica las llantas por su código de barras y las clasifica de forma automática. El rediseño fue validado mediante un análisis financiero que demostró su rentabilidad, con un Valor Actual Neto de \$69 588.73, una Tasa Interna de Retorno de 13.92% y una recuperación proyectada de 5.31 años. Además, se desarrolló un plan de implementación alineado con el paro anual de final de año de la empresa, así como los programas de capacitación al personal. Se establecieron planes de monitoreos de control como SMS y 5s.

En conclusión, este rediseño no solo mitiga un riesgo crítico para la salud ocupacional, sino que también representa una mejora significativa en la productividad y el desempeño del área. La investigación demuestra cómo una solución técnica bien fundamenta puede generar valor económico, social y humano dentro del contexto industrial.

Contenido	
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO.....	2
DECLARACIÓN JURADA	3
CARTA DE RESOLUCIÓN DEL TUTOR DEL TFG	4
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR.....	11
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	12
CARTA INCORPORACIÓN DE MODIFICACIONES AL TFG	13
RESUMEN EJECUTIVO	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	25
Generalidades De La Empresa	26
Historia de la empresa	26
Misión.....	26
Visión	26
Valores de la empresa	26
Esencia de la Empresa.....	27
Organigrama de la Empresa	28
Planteamiento del Problema.....	29
Objetivos	29
Objetivo General	30
Objetivos Específicos.....	30
Justificación.....	30
Antecedentes	31
Artículos científicos	31
Tesis.....	33

	16
Proyecciones.....	35
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	36
Conceptos Generales	36
Definiciones relacionadas al tema TFG	36
Automatización.	36
Procesos.....	37
Mejora Continua.....	37
Reingeniería.	37
Conceptos propios de la Industria	37
Industria Manufacturera.	38
Industria llantera.....	39
Llanta.....	39
Curado.	40
Uniformidad.	40
Nomenclatura.	40
Indicadores relacionados con el tema TFG	40
Eficiencia.....	41
Eficacia.....	42
Efectividad.	42
Herramientas para la recolección de datos	43
Hoja de recolección de datos.....	43
Observación.....	45
Estadística.....	46
Estadística descriptiva.	46
Medidas de tendencia central.	46
Media.....	46
Mediana.	46
Moda.....	46
Estadística inferencial.	47

	17
Pruebas de hipótesis.....	47
Análisis de Varianza (ANOVA).....	48
Herramientas para Describir el Problema	49
Diagrama de flujo.....	49
Value Stream Mapping.....	51
Diagrama de Pareto.....	53
Diagrama SIPOC.....	54
Herramientas para Medir las Consecuencias	56
Análisis de riesgos.....	56
Análisis de Modo de Fallas y Efectos (FMEA)	57
Herramientas para Analizar las Causas	59
5 porqués	59
Diagrama Ishikawa.....	60
Diagrama Hombre-Máquina	62
Herramientas para el Rediseño.....	64
CANVAS.....	64
5S.....	66
Seiri.....	66
Seiton.....	66
Seiso.....	66
Seiketsu.....	66
Shitsuke.....	66
Layout.....	68
Herramientas para el Control de la Implementación del Rediseño.....	69
Análisis costo beneficio	69
Diagrama de GANTT.....	71

	18
Matriz para decidir con prontitud.....	72
Análisis Financiero (VAN, TIR y tiempo de recuperación).....	73
Valor actual neto (VAN).....	73
Tasa interna de retorno (TIR).....	74
Tiempo de recuperación.....	75
Estructura de Desglose de Trabajo.....	75
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	77
Enfoque	77
Cuantitativo	77
Cualitativo	78
Mixto	79
Alcance.....	80
Exploratorio.....	80
Descriptivo	80
Correlacional	81
Explicativo	81
Diseño.....	81
Experimental	82
No experimental	82
Transaccional.....	83
Longitudinal.....	83
Variables	84
Muestra.....	85
Instrumentos	86
Recolección de Datos	87

	19
Método de Análisis.....	89
Cronograma.....	91
Estructura de Trabajo Final de Graduación.....	91
Diagrama de Gantt	93
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	95
Descripción del Problema	95
Medición de las Consecuencias.....	109
Análisis de Riesgos	109
Análisis de Modo de Fallas y Efectos (FMEA)	110
Análisis de las Causas	111
Diagrama de Ishikawa.....	111
Análisis 5 Porqués.....	113
CAPÍTULO V REDISEÑO.....	116
Rediseño	116
Layout.....	116
Diagrama de flujo.....	118
Bandas Transportadoras y Cámara lectora	119
Capacitación del personal.....	125
Modelo CANVAS.....	125
Análisis Económico.....	127
Matriz de decisiones de alternativas.....	127
Análisis financiero (VAN, TIR, Tiempo de recuperación).....	130
Plan de Implementación	132
Cronograma de ejecución del proyecto.....	132

Cronograma de Entrenamiento.....	134
Plan de Monitoreo	138
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
Conclusiones	141
Recomendaciones.....	143
APÉNDICES.....	146
Apéndice A	146
Apéndice B.....	150
REFERENCIAS	169
Artículos Científicos	169
Páginas Web	169
Libros	169
Tesis.....	172

Tablas

Tabla 1: Variable.....	84
Tabla 2: Muestra.....	85
Tabla 3: Instrumentos	86
Tabla 4: Recolección de Datos	87
Tabla 5: Método de Análisis.....	89
Tabla 6: Operadores lesionados julio a noviembre 2024	101
Tabla 7: Datos del Diagrama de Pareto 2024	101
Tabla 8: Datos meses de enero y febrero 2025.....	103
Tabla 9: Datos del Diagrama de Pareto 2025	104
Tabla 10: Costos relacionados a las coberturas	105
Tabla 11: Costos Totales.....	106
Tabla 12: Horas de incapacidad 2024.....	107
Tabla 13: Horas de incapacidad 2025.....	107
Tabla 14: Costos relacionados a las horas de Incapacidad.....	108
Tabla 15: Escala de decisión	127
Tabla 16: Matriz de decisiones de la instalación mecánica.....	128
Tabla 17: Matriz de decisiones de la instalación eléctrica y programación	128
Tabla 18: Costos de inversión	129

Figuras

Figura 1 Esencia de Bridgestone	27
Figura 2 Organigrama de la Empresa Bridgestone de Costa Rica	28
Figura 3: Industria Manufacturera.....	38
Figura 4: Llanta Bridgestone.....	39
Figura 5: Ejemplo del cálculo de la eficiencia.	41
Figura 6 Cálculo de la eficacia	42
Figura 7: Cálculo de efectividad	43
Figura 8: Hoja de recolección de datos	44
Figura 9: Hoja de observación	45
Figura 10: Prueba de Hipótesis	48
Figura 11: Diagrama de flujo	49
Figura 12: Simbología del diagrama de flujo.....	50
Figura 13: Value Stream Mapping.....	51
Figura 14: Simbología del VSM	52
Figura 15: Diagrama de Pareto.....	54
Figura 16: Diagrama SIPOC	55
Figura 17: Etapas del Análisis de riesgos.....	56
Figura 18: Análisis de modo de falla y efectos	58
Figura 19: 5 Porqués	59
Figura 20: Diagrama de Ishikawa	61
Figura 21: Fórmulas Diagrama-Hombre	62
Figura 22: Diagrama Hombre-Máquina.....	63
Figura 23: The Business Model Canvas.....	65

Figura 24: Modelo 5s	67
Figura 25: Layout	68
Figura 26: Diagrama de Gantt.....	72
Figura 27: Matriz para decidir con prontitud	73
Figura 28: Cálculo del VAN.....	74
Figura 29: Fórmula del TIR.....	74
Figura 30: Estructura de Desglose de Trabajo	76
Figura 31: Proceso Cuantitativo.....	78
Figura 32: Proceso Cualitativo	79
Figura 33: Clasificación del diseño no experimental	83
Figura 34: Estructura del TFG.....	92
Figura 35: Diagrama de Gantt.....	93
Figura 36: Diagrama de Flujo General.....	95
Figura 37: Diagrama SIPOC del Departamento de Inspección Final	97
Figura 38: Diagrama de flujo de Clasificado	98
Figura 39: Forma de trabajo	99
Figura 40: Forma de trabajar	100
Figura 41: Diagrama de Pareto julio-noviembre 2024.....	102
Figura 42: Diagrama de Pareto 2025.....	104
Figura 43: Análisis de Riesgos Clasificado.....	109
Figura 44: FMEA de Clasificado	110
Figura 45: Diagrama de Ishikawa	112
Figura 46: Análisis 5 Porqués.....	114
Figura 47: Layout del rediseño.....	117

Figura 48: Nuevo diagrama de flujo	118
Figura 49: Bandas transportadoras a instalar	119
Figura 50: Conveyors de gravedad.....	120
Figura 51: Cámara lectora DATALOGIC	121
Figura 52: Área de instalación de bandas y pateador.....	122
Figura 53: Bandas a Instalar en Pulidoras Banda Blanca.....	123
Figura 54: Caracol entrada hacia Pulidoras Banda Blanca	124
Figura 55: Modelo CANVAS	126
Figura 56: VAN, TIR.....	130
Figura 57: Tiempo de recuperación.....	131
Figura 58: Cronograma de ejecución	133
Figura 59: Cronograma de entrenamiento.....	135
Figura 60: Plan de entrenamiento Máquina de Pelado.....	136
Figura 61: Plan de entrenamiento Balanceo Dinámico Kokusai.....	137
Figura 62: Monitoreo SMS	138
Figura 63: Monitoreo 5s.....	139

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Bridgestone de Costa Rica, la cual se encuentra ubicada en la provincia de Heredia, encargada de la fabricación y la venta de llantas tanto a nivel nacional como a nivel internacional, más específicamente a nivel de Centroamérica y el Caribe. El trabajo consiste en el rediseño del proceso de clasificación de la llanta en el Departamento de Inspección Final. Este proceso hoy en día se realiza de manera manual, en donde los operadores se encargan de bajar la llanta desde la banda transportadora y colocarla en su debida carreta, para cuando tenga la cantidad aproximada de 20 llantas trasladarlas a los distintos puntos de trabajo o retrabajo.

El proyecto se encuentra estructurado por 6 capítulos, el primer capítulo en el cual se trata de la introducción, hablando de todas las generalidades de la empresa e información relevante para conocer a fondo a la empresa Bridgestone la cual se llega a cabo el trabajo de investigación, además de que se comenta sobre la problemática que presenta la empresa, contando con los objetivos tanto el general como los específicos en torno al tema tratado y por último se presenta lo que son los antecedentes y de las proyecciones.

Después, se presenta el marco teórico en el cual consiste en los conceptos y las herramientas que se utilizarán durante el proyecto. Seguidamente se cuenta con el marco metodológico en cual se da el enfoque que va dirigido la investigación, si es cuantitativo, cualitativo o mixto, definir el tipo de alcance y diseño que experimenta el trabajo durante los siguientes capítulos del trabajo de investigación.

Para el capítulo IV se presenta lo que es el diagnóstico de la situación actual, en este se empezará a analizar con más profundidad la situación que presenta la empresa Bridgestone, además de utilizar las herramientas que se han mencionado en los capítulos anteriores. Seguidamente se presenta lo que sería el capítulo V que es la propuesta o el diseño que se quiere implementar dentro de la empresa, realizando un análisis económico de la implementación y bien un plan para la implementación.

Por último, se cuenta con el capítulo VI en el cual se habla de las conclusiones y recomendaciones que le da a la empresa una vez finalizado el proyecto de investigación y dando, así como resultado un análisis completo de la implementación del proyecto, el cual le brinda a la empresa beneficios tanto económicos, como productivos.

El proyecto está enfocado en la línea de investigación de diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas productivos o servicios. Para así lograr un mejor rendimiento dentro de los sistemas de producción de la empresa, generando una mejor productividad a la hora de realizar el rediseño del proceso.

Generalidades De La Empresa

Bridgestone es una empresa que fabrica, comercializa y vende llantas a nivel mundial con distintos modelos para sus clientes, entre sus empresas mundiales cuenta una en Costa Rica la cual ofrece una amplia gama de modelos de las cuales ofrece un mercado para Centroamérica y el Caribe.

Historia de la empresa

En primer lugar, Bridgestone inició sus operaciones en 1931 en Japón por Shojiro Ishabashi, la industria de las llantas en esos años no prevalecía en ese momento en Japón, hoy en día es una empresa que fabrica, comercializa y vende llantas a nivel mundial, contando con más de 180 centros de producción y de desarrollo en alrededor de 26 países, entre ellos la empresa de que se encuentra en Costa Rica. Aunque en 1900 se fundó la empresa Firestone Tire & Rubber Company siendo así a finales de ese año en donde se dio el funcionamiento de la primera fábrica. Para el año 1988 Bridgestone se fusiona con a la empresa Firestone Tire & Rubber Company.

Ahora, la empresa de Bridgestone de Costa Rica inició sus funciones 1967 en la provincia de Heredia, bajo el nombre de Firestone de Costa Rica. Al comienzo de sus labores en la fabricación de llantas eran solamente 200 asociados para una producción de 425 llantas al día. Al existir la fusión en Bridgestone con Firestone la empresa cambio su razón social y constituyó una alianza estratégica con la corporación de Bridgestone. En el 2009, la empresa cambió su nombre a como se le conoce hoy en día, Bridgestone de Costa Rica y con ello se inició una rápida escala tanto en crecimiento como en productividad.

Misión

La misión de la empresa es servir a la sociedad con calidad superior.

Visión

La visión de la empresa es lo que es bueno para la sociedad, es bueno para el negocio.

Valores de la empresa

Liderazgo Tecnológico: Bridgestone es un líder mundial en el desarrollo de tecnologías innovadoras de neumáticos. Dando lugar a nuevos productos dentro del mercado de neumáticos.

Productos de calidad: Al ser una empresa que fabrica llantas a nivel mundial para distintos vehículos es claro que la calidad en sus productos es favorable, además de que no solamente es conocido por la fabricación de llantas, sino también por la fabricación de productos como materiales industriales, fibras industriales y entre otros materiales.

Participación en la comunidad: Bridgestone es una empresa que se compromete en ser un buen ciudadano corporativo, llegando a contribuir millones de dólares anualmente a causas como la educación, infancia, medio ambiente gracias a su fondo fiduciario.

Esencia de la Empresa

A continuación, se presenta la Figura 1 en donde se menciona lo que es la esencia de la empresa Bridgestone.

Figura 1 Esencia de Bridgestone



Nota: Bridgestone

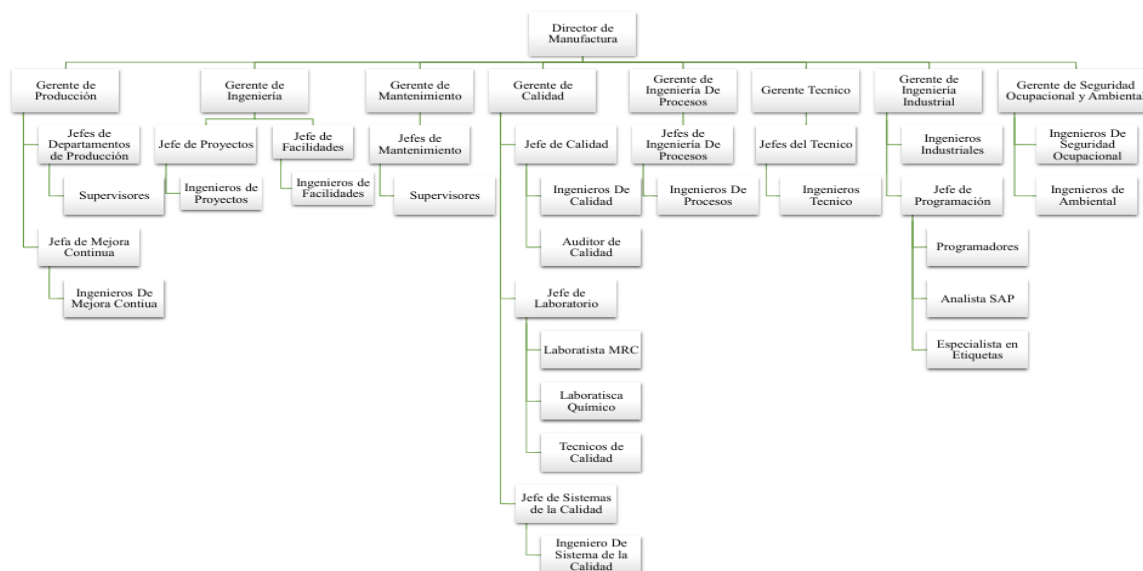
La **Figura 1 Esencia de Bridgestone** se muestra la esencia de la empresa las cuales son:

- Integridad y trabajo: Para Bridgestone muestra lo que son los principios morales y éticos de presentan las acciones dentro de la empresa, un énfasis en la integridad que llega a fomentar dentro de la cultura empresarial.
- Creatividad pionera: Como empresa se trata de visualizar el futuro y desafíos que se presentan de manera proactiva, innovaciones que llegan a beneficiar aún más a la sociedad.
- Toma de decisiones informadas: Se debe de tomar el tiempo y el esfuerzo necesario para ir al sitio y verificar los hechos, las circunstancias para así utilizar todos los datos u observaciones obtenidas para la toma de decisiones informadas.
- Planificación cuidadosa y acciones decisivas: En Bridgestone se trata de investigar todas las opciones viables y pensar detenidamente en cómo llegar a ejecutar dicha acción, se trata de identificar si es necesario en tener la acción en visión, ver que sea un beneficio para la empresa y más para sus clientes.

Organigrama de la Empresa

Bridgestone al ser una de las empresas más grandes que existe en relación con la producción de llantas, su organigrama es bastante grande por lo que en Figura 2 se presenta lo que sería el organigrama de la empresa que se encuentra en Costa Rica.

Figura 2 Organigrama de la Empresa Bridgestone de Costa Rica



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 2 Organigrama de la Empresa Bridgestone de Costa Rica** se puede observar cómo se opera en la empresa Bridgestone de Costa Rica en donde se enfocará la investigación. Se presenta un Director De Manufactura quien es el representante de la empresa a nivel mundial, luego de él se presentan todos los Gerentes de los diferentes Departamentos, Producción, Ingeniería, Mantenimiento, Calidad, Técnico, Procesos, Seguridad Ocupacional y Ambiente e Ingeniería Industrial, cada uno de los departamentos cuentan con sus jefes e ingenieros a cargo de cada área de producción de la planta.

Planteamiento del Problema

Actualmente, en el Departamento de Inspección Final en la empresa Bridgestone de Costa Rica cuenta con un procedimiento que se le conoce como clasificado de la llanta, la cual consiste en la clasificación de la llanta a los distintos puestos de trabajo o bien de retrabajo, este trabajo es realizado de manera manual por los operadores que se encuentran en dicha área, realizando recorridos un tanto largos de su punto de trabajo hasta la máquina a la cual deben de entregar la llanta. El traslado de las llantas se realiza de manera manual de igual manera, por carretas con una cantidad aproximada de 20 llantas en ella.

Lo que ocasiona esta situación es que los operadores que se encargan de clasificar la llanta se lesionen debido a la gran cantidad de kilogramos que deben de cargar al llevar la cantidad de 20 llantas a largas distancias desde su punto de trabajo, además de tener que sacar la llanta de la banda transportadora para colocarla en la carreta en donde se transportan a las distintas fases de departamento. Esto ocasiona que los operadores deban de asistir al centro médico para tratar sus lesiones.

Por lo tanto, la empresa necesitará resolver el tema del clasificado de las llantas para disminuir los traslados hacia los demás puntos de trabajo o retrabajo y así evitar las largas distancias y tiempo entre los procesos de trabajo, además para así disminuir las lesiones por parte de los operadores. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación para el desarrollo del tema:

¿Cómo rediseñar el proceso de clasificado de la llanta en la empresa Bridgestone?

Objetivos

Se presentará lo que es el objetivo general y específicos para el desarrollo del tema de investigación, esto para conocer el paso a paso para lograr los resultados deseados dentro del tema a investigar en este proyecto de graduación:

Objetivo General

Rediseñar el proceso de clasificado de la llanta del Departamento de Inspección Final para que las lesiones ocasionadas en los operadores disminuyan en la empresa Bridgestone de Costa Rica.

Objetivos Específicos

Describir los factores que provocan las lesiones dentro del proceso del clasificado de la llanta.

Medir las consecuencias que provocan las lesiones dentro del proceso de clasificado de la llanta.

Analizar las causas que originan las lesiones dentro del proceso de clasificado de la llanta.

Desarrollar un rediseño del proceso de clasificado.

Establecer indicadores de control para la implementación del rediseño del proceso de clasificado.

Justificación

El presente proyecto se enfoca en analizar el tema relacionado al proceso de clasificado de la llanta para ser distribuido a los demás puntos de trabajo o retrabajo, ocasionando un recorrido por parte del operador llevando las llantas en una carreta con una cantidad de 20 llantas aproximadamente, lo cual es parte del proceso productivo dentro de la empresa siendo así durante su jornada laboral de 8 horas o en ocasiones de 12 horas debido a sus coberturas dentro del departamento.

El proyecto está enfocado en solucionar el problema con respecto a proceso manual que se presenta dentro del departamento de Inspección Final. Poder generarlo beneficios a la empresa tanto económicos como operacionales. A nivel económico se ahorraría lo que es la contratación de más operadores tanto para el área de clasificado como en la máquina Peladora de Banda Blanca, ya que hoy en día dicha máquina se trabaja de igual manera de forma manual. A nivel operacional al realizarse un rediseño del proceso, este sería más automatizado dejando a un lado lo que es el proceso manual tanto del clasificado como el de Peladoras.

El objetivo de este proyecto es la reducción de lesiones en los operadores, dando un valor agregado a la empresa y a el departamento de Inspección Final, siendo esto un beneficio para la empresa.

Antecedentes

A continuación, se presentan investigaciones que fueron obtenidas de distintas fuentes como lo que son artículos científicos y tesis de graduación relacionado con los rediseños de procesos.

Artículos científicos

Aldea (2021) en su artículo: *Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua* de la revista Industrial Data, se introduce sobre la investigación del rediseño del proceso basado en la mejora continua para así evaluar el control de la producción, realizar un análisis de causa-raíz y realizar acciones correctivas para mejorar en este caso el scrap que sucedía en la empresa investigada.

En el artículo se utilizó la metodología PHVA para la mejora continua de los procesos que fueron analizados dentro de la investigación de la empresa de envolturas flexibles, esto ayuda a lograr una logística para mejorar la eficiencia de los procesos, para así satisfacer al cliente y tener una mayor competitividad.

Bustamante (2022) en su artículo: *Nueva metodología orientada a la mejora de procesos* de la revista Multidisciplinar, habla con respecto a crear una nueva metodología que está orientada a la mejora de los procesos caracterizada en su valor agregado con esto basado en la continuidad del flujo de trabajo y productivo que presenta la empresa, llegando a involucrar el recurso humano y maquinarias para la producción de los bienes o servicios de la empresa.

En el artículo menciona y utilizan lo que son herramientas impartidas por ingeniería de mantenimiento, además de identificar metodologías como lo son Business Process Management (BPM), Six Sigma, Lean Manufacturing y Total Productive Maintenance (TPM) esto para la calidad de los sistemas pertinentes y así poder desarrollar la nueva metodología. Que, al ser una metodología basada en una investigación de libros, tesis y artículos, esto hizo que se realizarán las fases de la metodología KCM. En la cual la metodología nueva se basa en 6 fases, las cuales son Exploración, Diagnostico, Preparación, Implementación, Evaluación y Control.

Ortiz (2022), en su artículo titulado: *Reingeniería de Procesos* de la revista CEA, explica que durante las últimas décadas la incrementación de los procesos ha sido un desafío significativo dentro de las empresas a nivel global, exigiendo demandas dentro de los productos/servicios, incrementando así los niveles de competitividad, adaptándose a nuevas tecnologías implementadas.

El artículo hace una clara diferencia entre lo que es reingeniería y que no es una reingeniería, dando a explicar que una reingeniería está relacionada a los procesos que puede mejorar una empresa, realizando un cambio del cual no estaba presente, dando así a mencionar que la reingeniería no es un cambio incremental como lo es la mejora continua y remedios que ya existen dentro de la empresa. Mostrando un ejemplo de una empresa aseguradora que realizó una reingeniería para reducir los tiempos de liquidación y de pagos de denuncias.

Por otra parte, Olivera, Solís y Chica (2023) en su artículo llamado: *La Reingeniería de los procesos en las industrias manufactureras en tiempos de postpandemia* de la revista INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación explican el cómo la reingeniería de procesos ha impactado en la industria manufacturera en los tiempos de postpandemia, debido a la pandemia del COVID-19 en el año 2020, como esto ha sido un reinvento para las empresas manufactureras.

Se mencionan en este artículo sobre que la reingeniería es un cambio radical que es aplicado en la empresa, este cambio va orientada a la producción, a la calidad o hasta el mismo cliente. Para que la reingeniería de procesos sea un éxito para la empresa se debe de pensar que este cambio se realizará para el cliente, la competencia y en el cambio que va a suceder en la empresa. El objetivo de la reingeniería de procesos es llegar a crear un valor agregado para el cliente, la calidad del producto y el beneficio que esto le va a traer a la empresa, además de que este artículo habla del valor de realizar la reingeniería en tiempos postpandemia.

Y finalmente, Alfaro (2023) en su artículo llamado *Reingeniería de Procesos como una Herramienta para la Mejora de la Productividad en las Empresas* de la revista científica Multidisciplinar, menciona que la reingeniería de procesos es esencial para mejorar la productividad de las empresas, una herramienta para desarrollar mejor las capacidades del diseño de un proceso existente dentro de la empresa, los cambios para realizar una mejora continua dentro de ella y mostrar los resultados de la reingeniería de procesos como herramienta siendo un gran beneficio para la empresa que lo implementa.

En el artículo se habla sobre las fases que tiene una reingeniería de procesos para ser implementada dentro de la organización, iniciamos con la preparación, reunir a todos los interesados e inspirarlas para realizar la reingeniería, luego seguiría la fase 2 la cual consiste en la Identificación, en esta fase va orientada más hacia las actividades identificadas para darles su valor agregado. La fase 3 se trata de la visión, buscar las posibilidades de innovación de un cambio fundamental. Por fase 4

sería la solución, esto es identificar la técnica o tecnología que se implementara para la reingeniería del proceso y por último la fase 5 que es la transformación, consiste en llevar a cabo todas las fases para la reingeniería del proceso.

Tesis

Barrios (2021), en su tesis de graduación titulada *Rediseño del proceso de producción de armado de llantas del Departamento de Armado de la empresa Bridgestone de Costa Rica*, presentada para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas en Costa Rica, utilizó herramientas tales como Diagrama de Flujo para el proceso del armado, así como Histogramas, Diagrama de Causa-Efecto y Diagrama de Pareto.

Se concluyó que el problema surge en un grupo específico de armadoras de llantas denominadas KB, estas no cumplían con los alineamientos ni las metas de producción que se les eran asignadas para el mes, por lo que las principales causas que se determinaron en la tesis de graduación es debido a materiales defectuosos que provienen de áreas anteriores, fallas mecánicas y eléctricas en las máquinas KB debido a materiales que quedan atascados en las áreas de trabajo, un ejemplo de ella es el sistema de la capa estabilizadora.

Además, Ávila, Carvajal y Castro (2022) en su tesis de graduación titulada *Rediseño de la gestión operativa del proceso productivo en el Área de Moldeo de Flex Costa Rica*, presentada para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica en Costa Rica, utilizaron herramientas como lo que fue el Value Stream Mapping, Diagrama de Causa-Efecto, Diagrama de Flujo, entrevistas para la recolección de datos y registros históricos de la empresa.

Se concluyó que debido a que en el área de moldeo de la empresa Flex en Costa Rica cuenta con sus máquinas de las cuales no todas de ellas se encuentran en producción ocasionando que exista tiempo improductivo dentro de la producción de la empresa, por lo que la solución que presentaron para la empresa se presentó mejoras en la gestión de las operaciones, llegando así a tomar decisiones más sistemáticas e informativas para las áreas involucradas de la producción.

Por otra parte, González (2023) en su tesis de graduación titulada *Rediseño del proceso de Producción de cajas plegadizas en una empresa litográfica*, presentada para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala en Guatemala, las herramientas utilizadas para la recopilación de datos fueron entrevistas, listas de chequeo,

fotografías para así obtener todo lo necesario para la recopilación de datos para su trabajo de graduación.

Se concluye que, para el trabajo de graduación presentado, la empresa de la cual se investigó su rediseño del proceso era para el mercado litográfico y debido a la globalización y a la nueva tecnología que hoy se cuenta para la empresa es indispensable cumplir con los requerimiento de la demanda, por lo que se establecieron puntos de mejora dentro de la empresa debido a su rediseño del proceso como fue la separación de la codificación del proceso, por lo que la capacidad de la planta de producción aumento y además de su eficiencia anual.

También, Ortega (2024) en su tesis de graduación titulada *Rediseño de los procesos de producción del área de corte en la empresa Folding SK*, presentada para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas en Costa Rica, utilizó fórmulas para calcular lo que sería la capacidad real lograda de la producción contando el tiempo perdido, además de utilizar los 5 porqués para analizar las causas del problema presentado.

Se concluyó que el área de corte de la empresa Folding SK presenta retrasos en sus procesos, por lo que esto afecta en un claro punto a dicha área y no solamente a este proceso de corte sino también a otros puntos de trabajo dentro de la empresa en donde pueden generar más atrasos para llegar a obtener el producto final. Por lo que debido al análisis que se realizó se identificó que presenta una mayor afectación dentro del proceso productivo ya sea por materiales defectuosos, falta de mantenimiento y otros atrasos que afectan a la producción.

Y por último, Venegas (2024) en su tesis de graduación titulada *Rediseño del proceso de llenado de stick en la línea de Mediseal de la empresa Gutis Limitada*, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas en Costa Rica, utilizando herramientas como lo es el Ciclo PHVA para así lograr analizar y llegar a describir el problema presentado en su trabajo de graduación, así como otras herramientas como el análisis FODA, mapa de procesos.

Se concluyó que en el trabajo de graduación presentado es que el principal problema que presenta las empresas con líneas de producción son los tiempos ociosos o los tiempos muertos por lo que provocan atrasos en la producción. Por lo que se identificó que no existían los controles de los procesos de las líneas de producción de la empresa, además de que el personal no se encontraba capacitado para que exista una rotación dentro de la línea de producción.

Proyecciones

A continuación, se presentan los resultados que se esperan alcanzar mediante el desarrollo del trabajo de investigación y los objetivos planteados y mencionados anteriormente.

La automatización del proceso de clasificado de la llanta, eliminando todo procedimiento manual que exista en dicho proceso.

Reducción de tiempos de traslado de la llanta desde el punto de trabajo de clasificado de los distintos puntos de trabajo o retrabajo.

Reducción de costos para la empresa, ya que no será necesario la contratación de más operadores para dichas áreas de trabajo tanto para el clasificado como para la máquina de Pulido de Banda Blanca.

Disminución de lesiones en los operadores del clasificado de la llanta, ya que el procedimiento manual será eliminado, las lesiones ocasionadas serán disminuidas.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El siguiente capítulo, se explicará los conceptos generales que se utilizarán durante el proyecto, los tipos de herramientas que se desarrollarán para describir el problema que presenta la empresa, además para mediar las consecuencias, analizar las causas, desarrollar la propuesta o el diseño de implementación y establecer el control de la implementación del rediseño del proceso propuesto a la empresa. Esto, con el fin de presentar un panorama más claro para la implementación del rediseño del proceso manual de clasificado en la empresa Bridgestone.

Conceptos Generales

A continuación, se presentarán los conceptos generales que estarán relacionados con el trabajo de investigación:

Definiciones relacionadas al tema TFG

Inicialmente, se presentarán las definiciones que se encuentran relacionadas con el tema final de graduación:

Automatización.

Según Zapata et al. (2021) establece que la automatización es “reducir y optimizar los procesos de producción actuando directamente sobre la máquina, utilizando elementos de mando y control” (p.16).

Los mismos autores mencionan las ventajas que se presenta dentro de una empresa a la hora de realizar una automatización, algunas de ellas son:

1. Disminución de probabilidad de accidentes o enfermedades profesionales. Las tareas repetitivas o de alto riesgo realizadas de forma manual por un operador puede ser reemplazadas por máquinas, con el objetivo de proteger al operador.
2. Reducción del tiempo de realización de tareas. Las tareas manuales conllevan tiempos elevados. Un sistema automático permite disminuir tiempos de producción mediante la repetición de una tarea con exactitud y eficiencia.
3. Mayor productividad: La disminución de la mano de obra representa en la empresa una optimización del trabajo, ya que reduce costos de operación, aumenta ingresos en líneas de producción continuas y, por ende, incrementa la productividad. (p.16)

Procesos.

El proceso se puede definir como un conjunto ordenado, secuencial y sistemático de las actividades que se llegan a transformar en entradas y salidas con un valor agregado. (Alarcón G. y Alarcón P., 2022, p. 40).

Los procesos son parte de la empresa, son todos aquellos que como mencionó el autor anterior se llegan a transformar en entradas y salidas, siendo una entrada todos aquellos materiales con los que se realizan los productos y las salidas es el producto o servicio que presenta la empresa a sus clientes. A pesar de que los procesos presentan muchas más características que todo varía de acuerdo con la empresa, estas mencionadas con las fundamentales y las más básicas que se presentan.

Mejora Continua.

De acuerdo con Criollo et al. (2021) menciona que la mejora continua es “Todo el proceso y el producto son analizados y evaluados con una visión a establecer mejores condiciones para la producción y para el producto” (p.32).

La mejora continua dentro de una empresa siempre será un beneficio para ella, debido a que entre más pasen los años y el avance de las tecnologías las optimizaciones de los procesos o bien de los productos/servicios dentro de la empresa será un valor agregado para ellos, llegando a ser una empresa con competitividad dentro de su industria.

Reingeniería.

De acuerdo con Carrera et al. (2019), la reingeniería es “es un método que, dependiendo de las necesidades del cliente, rediseña los procesos de manera radical, con el objetivo de alcanzar mejorías notorias en costos, calidad, servicio y rapidez” (p.43).

Además, el autor anterior menciona que el llegar a utilizar la reingeniería dentro de una empresa se llega a determinar lo que se debe de hacer a nivel de una empresa y además a como se debe de hacer, a modo que, lo que se llegó a planificar no se dé por hecho, sino que se llegue a centrar en el nuevo proceso y el proceso que se tenía anteriormente se quede a un lado. (p.44)

Conceptos propios de la Industria

A continuación, se presentará lo que son los conceptos propios de la Industria en la cual se está dirigiendo el trabajo de investigación.

Industria Manufacturera.

De acuerdo con Mar Ortiz (2019) define que la industria manufacturera es “el proceso de transformación de materiales en productos, partes o subensambles; es decir, la manufactura es la creación de bienes y servicios, a través de la transformación de insumos en salidas.” (p.19)

El mismo autor nos menciona que “un sistema de manufactura es el conjunto de procedimientos, métodos de producción, instalaciones, equipo, herramientas, personas y tecnologías en un mismo escenario para desempeñar secuencias de fabricación o manufactura resultantes en componentes o productos terminados.” (p.19)

Conociendo mejor como es una industria manufacturera, en la Figura 3 se muestra como es una Industria Manufacturera.

Figura 3: Industria Manufacturera



Nota: Google Imágenes

Industria llantera.

Bridgestone menciona que una industria llantera es la que fabrica, comercializa y vende llantas para distintos vehículos que se movilizan dentro de un país. (párr. 1).

De acuerdo con el autor anterior son los encargados de diseñar, desarrollar y fabricar neumáticos para vehículos, también así como a comercializarla y a venderla a diferentes clientes que se sienten satisfechos con su producto, además de que hoy en día muchas personas se trasladan a sus destinos con sus vehículos y no solamente con ellos, si no que una industria llantera es la encargada de fabricar llantas para vehículos pesados, como lo son los camiones, vehículos agrícolas, motocicletas, entre diversos tipos más.

Llanta.

En la empresa Bridgestone define que una llanta es “área del neumático montado que se asienta contra la rueda” (párr. 18).

Se le conoce a la llanta como ese medio por el cual es posible que un vehículo se pueda trasladar de un lado a otro, esto es gracias a las empresas que se encarga de la fabricación de las llantas, un ejemplo de ella es la empresa Bridgestone, empresa a la cual se va a realizar el proyecto. En la Figura 4 se muestra una llanta trabajada en Bridgestone.

Figura 4: Llanta Bridgestone



BRIDGESTONE

Nota: Bridgestone

Curado.

En Bridgestone el curado es “vulcanizar. También se utilizan condiciones específicas de tiempo y temperatura para vulcanizar un neumático.” (párr.42)

De acuerdo con el autor anterior el curado es cuando conocido una parte del proceso en donde se realiza la vulcanización de la llanta verde que se fabrica en el departamento de Armado, esta vulcanización es realizada para que una vez salga sea transportada hasta el departamento en el cual se va a llegar a cabo el proyecto, que sería Inspección Final. Pasando por todo su proceso de inspección hasta llegar al proceso de clasificado, proceso que se identificará y analizada dentro del proyecto.

Uniformidad.

La uniformidad es un “término que describe el nivel de variación de fuerza radial y lateral en un neumático.” (Bridgestone, párr. 212)

Se define este concepto debido a que es un departamento que se encuentra involucrado dentro del departamento de Inspección Final, llegando a validar toda aquella llanta que pase por las máquinas que se encuentran dentro del departamento, para cómo se menciona validar el nivel de variación de la llanta antes de ser enviada a bodega y ser entregada a sus clientes.

Nomenclatura.

La nomenclatura es el “sistema de denominación de las medidas de los neumáticos.” (Bridgestone, párr.105)

La nomenclatura dentro del proceso de fabricación de las llantas es funcional para conocer la llanta que se encuentra en producción durante la jornada laboral, además de saber la cantidad de llantas con dicha nomenclatura que se encuentra en el almacén de producto terminado. La nomenclatura se presenta de manera de un código de barras el cual es colocado en uno de los bordes de la llanta, esta es colocada desde el proceso de armado, además la nomenclatura que presenta el código de barras es la forma en la que se lee en un escáner.

Indicadores relacionados con el tema TFG

El tema que se presenta son los indicadores que se encuentran relacionados con el tema que se encuentra en el trabajo final de graduación:

Eficiencia.

En primer lugar, para Samuelson y Nordhaus (2002) citado por Bocángel et al (2021) mencionan que “La eficiencia significa la utilización de los recursos de sociedad de manera más adecuada posible para satisfacer las necesidades y los deseos de los individuos” (p.6).

Se observa que la eficiencia es todo aquel recurso que la empresa utiliza para llegar a tener un producto final para ser entregado, es la famosa relación que existe entre el insumo y el producto que sale, en la Figura 5 se observa un ejemplo de cálculo de la eficiencia.

Figura 5: Ejemplo del cálculo de la eficiencia.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Esperada}} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{990 \text{ unidades}}{1152 \text{ unidades}} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 85,93 \%$$

Nota: Google Imágenes

En la **Figura 5: Ejemplo del cálculo de la eficiencia.** se muestra un ejemplo de cómo calcular el porcentaje de la eficiencia el cual se debe de tomar la producción real entre la producción esperada y el resultado lo debe de multiplicar por 100. El ejemplo se muestra que se realizó 990 unidades entre 1152 unidades y el resultado se multiplica por 100. Dando como resultado de porcentaje de eficiencia 85,93%.

Eficacia.

La eficacia es lograr los objetivos planteados previamente, así como también es realizar correctamente los objetivos con el propósito de lograr o alcanzar las metas trazadas, aunque claro la eficiencia es llegar a lograr el objetivo planeado. (Bocángel et al, 2021, p.10).

La eficiencia puede ser calculada y en la Figura 6 se puede observar su fórmula:

Figura 6 Cálculo de la eficacia

$$Eficacia = \left(\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} \right) * 100$$

Nota: Bocángel Guillermo, Rosas Cesar, Bocángel Guillermo, Perales Roberto, y Hilario Jorge

En la **Figura 6 Cálculo de la eficacia** se puede observar la fórmula para llegar a calcular la eficacia, el resultado obtenido será representado por medio de un porcentaje, el cual la empresa tomará en cuenta ello para valorar su competitividad y que tan eficientes son con respecto a sus procesos y productos que presentan, por lo que entre más bajo presente el porcentaje, su trabajo será ineficaz.

Efectividad.

Es un indicador que ayudará dentro del tema del trabajo final de graduación, Mejía (1998) el cual es citado por Bocángel (2021) mencionan que la efectividad es:

Este concepto involucra la eficiencia y la eficacia, es decir, el logro de los resultados programados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Supone hacer lo correcto con gran exactitud y sin ningún desperdicio de tiempo o dinero (p.13).

Se presenta una fórmula, la cual puede observar en la Figura 7.

Figura 7: Cálculo de efectividad

$$Efectividad = (Eficacia * Eficiencia) * 100$$

Nota: Bocángel Guillermo, Rosas Cesar, Bocángel Guillermo, Perales Roberto, y Hilario Jorge

En la **Figura 7: Cálculo de efectividad** se observa lo que es la fórmula de cómo se calcula la efectividad, al igual los términos anteriores se obtiene de nivel de porcentaje por lo que si presenta un mejor porcentaje de efectividad se da a entender que los resultados de la empresa es poco efectiva para realizar los trabajos que presenta la empresa, caso contrario sucedería si el porcentaje es alto, ya que los trabajos que realiza la empresa son bastantes efectivos.

Herramientas para la recolección de datos

El tema para desarrollar se tratará sobre las herramientas que se utilizarán para la recolección de datos dentro del trabajo de investigación:

Hoja de recolección de datos.

Una de las herramientas para la recolección de datos es una hoja para poder recolectar los datos necesarios por lo que indican que:

Las hojas de recolección o registro de datos son documentos impresos con formas estructuradas que facilitan la recopilación de información, son previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos (Sanclemente et al., 2021, p.57).

De acuerdo con el autor anterior se presenta los principales objetivos por el cual utilizar las hojas de recolección de datos:

- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.

- Son el punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control, los Histogramas y las gráficas de Pareto.
- Los datos recolectados se organizan, estratifican y compilan para facilitar los análisis.
- Facilitar el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayudar a traducir las opiniones en hechos y datos. (p.57)

En la Figura 8 se muestra un ejemplo de una hoja de recolección de datos.

Figura 8: Hoja de recolección de datos



Encuesta de Satisfacción de Starbucks

Por favor, califíca tu reciente visita a Starbucks.

Con una escala de 1 a 7, en donde 1 significa "Totalmente en desacuerdo" y 7 significa "Totalmente de acuerdo", seleccioná la calificación que mejor describa la experiencia que tuviste durante la compra en la que te entregamos el cupón. Si alguna declaración no aplica a dicha visita, por favor, seleccioná "No aplica".

	Totalmente en desacuerdo	2	3	4	5	6	Totalmente de acuerdo	No aplica
Los empleados hicieron un esfuerzo para llegar a conocerme.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pude hacer y recibir mi pedido dentro de un periodo razonable de tiempo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los empleados realizaron bien mi pedido.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los empleados superaron mis expectativas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El interior de la tienda estaba limpio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mi bebida tuvo un sabor delicioso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esta compra en Starbucks valió el precio que pagué.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nota: Google imágenes

Observación.

El autor Medina et al (2023) considera que una técnica de observación es un método de investigación que se registra y se analiza el comportamiento y las acciones que presenta un individuo o grupo de manera natural, una observación puede ser realizada de una forma sistemática, controlada o bien algo más informal y descriptiva. (p.20).

Continuando con el mismo autor “La técnica de observación es una herramienta valiosa en muchas investigaciones, ya que permite a los investigadores recopilar datos de primera mano y obtener una comprensión profunda de los comportamientos, actitudes y patrones que desean estudiar” (p.20).

Es una herramienta que funciona para analizar mejor los comportamientos de manera natural por parte de operadores, en caso de una industria de producción, así como también los fenómenos sé que pueden presentar en una máquina durante su producción, además de que presentan algunos desafíos a la hora de ser utilizada como una herramienta para recolectar datos, pero es de gran importancia su utilización dentro de una organización. En la Figura 9 se muestra un ejemplo.

Figura 9: Hoja de observación

Ficha de Observación

Motivo: recabar informaciones acerca de la cultura de disciplina de los estudiantes.

No.	Preguntas de Observación	Nada	Poco	Regular	Mucho
1	Se observa actitudes y comportamientos de disciplina de los alumnos en el salón de clases.				
2	Los docentes demuestran capacidad pedagógica y psicológica para controlar la disciplina de los alumnos dentro del salón de clases.				
3	Los docentes realizan reflexiones de disciplina antes de iniciar las clases.				
4	Los alumnos y alumnas conviven pacífica y armónicamente con los demás compañeros y compañeras.				
5	Se visualizan carteles que promocióne la importancia de la disciplina en el salón de clases.				
6	La comisión de disciplina se preocupa de los buenos comportamientos que deben de tener los y las estudiantes en el salón de clases.				
7	Se observan actitudes negativas de los y las educandos en el salón de clases.				
8	Se visualiza carteles, afiches que hagan referencia a los valores morales como elementos fundamentales de la disciplina.				
9	En las actividades socioculturales que organiza el centro educativo los estudiantes demuestran interés en ser disciplinados.				
10	Se observan actos agresivos de parte de estudiantes hacia sus compañeros en el salón de clases.				

Nota: Google Imágenes

Estadística

A continuación, se presenta las definiciones relacionadas con la estadística que se utilizará dentro el proyecto.

Estadística descriptiva.

De acuerdo con Proaño (2020) una estadística descriptiva es la que comprende un conjunto de métodos para organizar o resumir datos de una manera informativa. (p.16)

La estadística descriptiva ayuda a la interpretación de los datos que son otorgados por la empresa para facilitar de mejor manera el problema que en ella se presenta, utilizando todos reales para llegar a sintetizar los datos de una mejor manera.

Medidas de tendencia central.

La tendencia central en la estadística según el autor Chancusing et al. (2024) indican que:

El concepto de tendencia central en estadística se refiere a la medida que busca representar el valor típico o central de un conjunto de datos. En otras palabras, es una forma de resumir la distribución de los datos en un solo valor que sea representativo de la ubicación central de los mismos. (p.41).

Ahora, la media tendencia central más comunes son la media, mediana y la moda, y de acuerdo con el autor anterior esas son sus definiciones:

Media.

La media es “el promedio de todos los valores del conjunto de datos y se calcula sumando todos los valores y dividiendo el resultado entre el número total de observaciones” (Chancusing et al., 2024, p.41).

Mediana.

Según Chancusing et al. (2024) la mediana “Es el valor que ocupa la posición central cuando los datos están ordenados de manera ascendente o descendente” (pp.41-42)

Moda.

La moda es “el valor que aparece con mayor frecuencia en el conjunto de datos. Puede haber una moda (unimodal) o más de una moda (multimodal)” (Chancusing et al., 2024, p.41).

Las medias de tendencia central facilitan información relevante e importante sobre la distribución que se encuentra estudiando, llegando a ser esto una gran ayuda para la toma de decisiones más informativas dentro de una empresa, aunque es importante tener toda la información relevante y específicas para tomar el riesgo de tomar dicha decisión.

Estadística inferencial.

Según el autor Proaño (2020) la estadística inferencial es un conjunto de métodos que llegan a saber algo acerca de la población, llegando a basarse en una muestra. (p.16).

La estadística inferencia con la ayuda de algunos métodos y los datos de la población llegan a surgir las conclusiones dichas que ayudan a proyectar un margen de error que no se puede observar a simple vista, para esto se lleva a lo que se le conoce como pruebas de hipótesis o bien los análisis de la varianza.

Pruebas de hipótesis.

Rodríguez et al. (2023) supone que “una prueba de hipótesis se empieza por hacer una suposición tentativa acerca del parámetro poblacional” (p.41).

Para la realización de una prueba de hipótesis se necesita lo que se le conoce como Hipótesis Nula la cual se le conoce como H_0 la cual es la suposición tentativa dentro de la hipótesis y además se necesitara la Hipótesis Alternativa la misma se le conoce como H_a . De acuerdo con el autor anterior:

Las pruebas de hipótesis de este capítulo se refieren a dos parámetros poblacionales: la media poblacional y la proporción poblacional. A partir de la situación, las pruebas de hipótesis para un parámetro poblacional asumen una de estas tres formas: en dos se emplean desigualdades en la hipótesis nula y en la tercera se aplica una igualdad en la hipótesis nula. En las pruebas de hipótesis para la media poblacional, μ_0 denota el valor hipotético y para la prueba de hipótesis hay que escoger una de las formas siguientes. (p.41).

En la Figura 10 se puede observar las formas que menciona el autor.

Figura 10: Prueba de Hipótesis

$$\begin{array}{ccc}
 H_0: \mu \geq \mu_0 & H_0: \mu \leq \mu_0 & H_0: \mu = \mu_0 \\
 H_a: \mu < \mu_0 & H_a: \mu > \mu_0 & H_a: \mu \neq \mu_0
 \end{array}$$

Nota: Rodríguez Luz, Araujo Ismenia, Navarrete Martha, y Duque Rocío

En la **Figura 10: Prueba de Hipótesis** se explica una forma de cómo interpretar la prueba de hipótesis, en donde la prueba de hipótesis nula es mayor o igual a la media población que se presenta dentro de ella, así como la hipótesis alternativa es menor a la media población presentada. También se presenta en caso contrario en donde la hipótesis nula es menor o igual a la media población y la hipótesis alternativa es mayor a la media población que se presenta. De igual manera la hipótesis nula es igual a la media población y la hipótesis alternativa es diferente a la media población presentada dentro de la investigación.

Análisis de Varianza (ANOVA).

Proaño (2020) menciona que “El análisis de varianza, o simplemente la prueba ANOVA, es una prueba estadística para comparar más de dos poblaciones. Está diseñada para probar si dos o más poblaciones tienen las mismas medias” (p.137)

El autor anterior menciona:

Esta prueba tiene ciertos supuestos para el cálculo del valor estadístico de prueba, el estadístico F o “prueba F” 2 y la ciencia estadística presenta una tabla para encontrar los valores críticos dado el nivel de significancia y los grados de libertad y determinar comparando las medias muestrales si estas provienen de poblaciones iguales. Estos supuestos son:

- Todas las poblaciones siguen una distribución normal.
- Todas las poblaciones tienen la misma varianza.

- Las muestras se seleccionan de manera aleatoria. (p.137)

Herramientas para Describir el Problema

A continuación, se presentan las herramientas para lograr describir el problema que se presenta dentro de la empresa. Dichas herramientas serán utilizadas en los siguientes capítulos.

Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo funcionan para observar los procesos dentro de una empresa, de acuerdo con Bocángel et al (2021), se observa que:

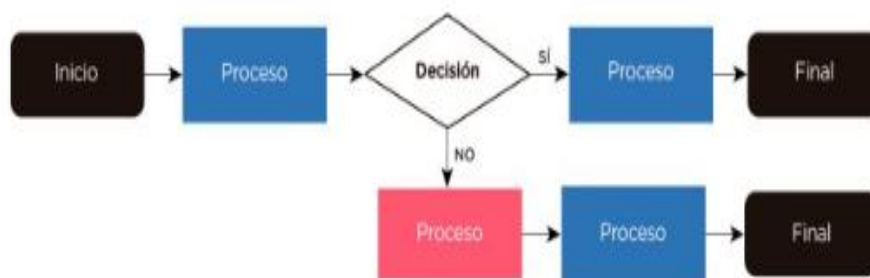
Es un diagrama de carácter global en el cual se presenta el proceso completo desde que ingresa la materia prima hasta que sale el producto terminado. El diagrama incluye materia prima insumos, operaciones, inspecciones, tiempos, maquinas, puntos de ensamble, componentes entre otros (p.46).

Además, Boero (2020), menciona los pasos a seguir para la elaboración de un diagrama de flujo, los cuales son:

- Definir claramente los límites del proceso.
- Utilizar los símbolos normalizados.
- Asegurar que cada paso tenga una salida.
- Cuando un proceso tiene más de una salida, usar bloque de decisión. (p.71)

En la Figura 11 se puede observar con mejor entendimiento como se trabaja el diagrama de flujo.

Figura 11: Diagrama de flujo




Nota: Google Imágenes

En la **Figura 11: Diagrama de flujo**, se observa que se inicia entrada de un proceso, seguidamente se da paso al proceso que se realiza, luego presenta una decisión, esta decisión dependerá de acuerdo al proceso que se esté realizando, se deberá de responder con un sí y con un no, llegando a presentar las dos perspectivas que se podría presentar, presentando otros procesos dentro de ella y de acuerdo a la decisión y proceso que se haya decidido se llega a la salida del proceso.

Además, se puede observar que el diagrama de flujo presenta una simbología para su realización la cual se puede observar en la Figura 12.

Figura 12: Simbología del diagrama de flujo

Diagrama de flujo y sus principales símbolos

SÍMBOLO	NOMBRE	FUNCIÓN
	Inicio / final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Permite analizar una situación según si su respuesta es verdadera o falsa, sí o no
	Entrada / salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión

Nota: Google Imágenes

En la **Figura 12: Simbología del diagrama de flujo**, se presenta la distinta simbología que se utiliza para la realización de un diagrama de flujo, estos ayudan a entender de mejor manera el proceso que presenta una empresa, se presenta una figura cuadrada con esquinas redondas las cuales se trata del inicio y el final de un proceso, luego de él sigue una flecha la cual es la línea de

flujo en la cual se irán conectando los proceso, seguidamente un cuadrado el cual habla sobre la operación o el proceso que se realiza en el lugar, posteriormente se encuentra la decisión la cual permite al investigador o a la empresa realizar un análisis con respecto a una situación que presente la empresa y por último, se cuenta con la figura de la entrada o salida la cual es la que representa los datos.

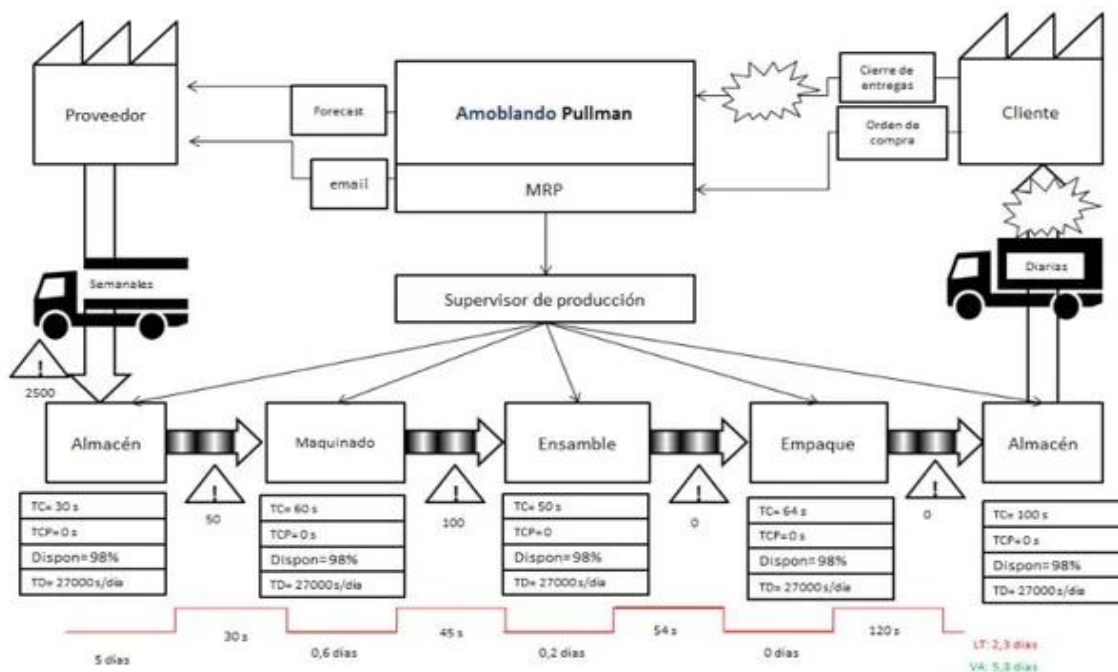
Value Stream Mapping

Es una herramienta ideal para describir el problema que presenta la empresa, esto establecido por Criollo et al. (2021) indica que.

Es una herramienta que relaciona las actividades que agregan valor dentro de la organización, identificando cada una de las etapas del proceso, con el objetivo de encontrar las oportunidades de mejora que impacten al proceso completo y no de forma aislada, dejando a un lado la visión por departamentos e integrando todo el sistema en una administración funcional donde se puedan apreciar el flujo del proceso (p. 46).

Se puede observar con mayor entendimiento el procedimiento en la Figura 13.

Figura 13: Value Stream Mapping



Nota: Google Imágenes

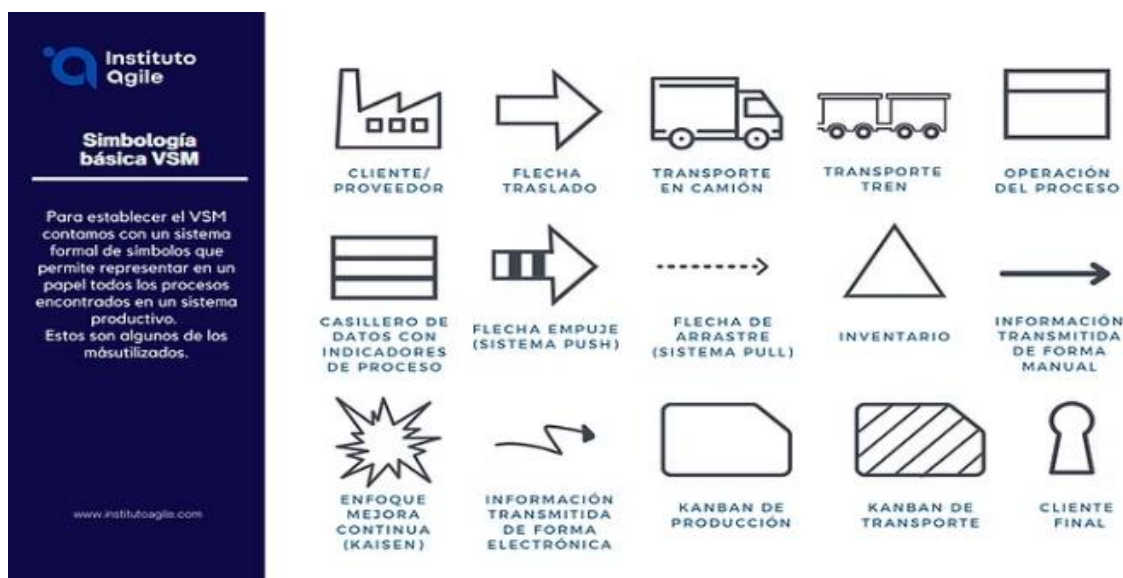
En la **Figura 13: Value Stream Mapping**, se puede analizar la forma de como elaborar un Value Stream Mapping para así saber cuáles son las etapas dentro de un proceso que presentan valor esto así para encontrar un punto de mejora dentro de ella. Se observa cómo es el supervisor de la producción quien es el encargado de cinco de las etapas, las cuales son el almacén, el maquinado, el ensamble, el empaque y por último el almacén de producto terminado, esto se puede analizar que es mejor encargado por área o bien un supervisor se puede hacer cargo de dos áreas. Pero para este tipo de análisis se necesita realizar un Value Stream Mapping.

De acuerdo con Sanclemente et al. (2021) existe unos pasos para la elaboración de un Value Stream Mapping, los cuales son:

- Identificar las familias de productos, usando la matriz producto-proceso.
- Establecer la simbología por usar y la nomenclatura.
- Identificar la secuencia del proceso para cada familia.
- Identificar el flujo de material de cada familia.
- Identificar el flujo de la información. (p.62)

Al igual que los diagramas o mapas de flujo que se realizan para describir los procesos de una empresa y así entender de mejor manera el diagrama de acuerdo con su simbología, el VSM presenta su propia simbología y en la se puede observar en la Figura 14.

Figura 14: Simbología del VSM



Nota: Google Imágenes

En la **Figura 14: Simbología del VSM**, se puede observar las distintas simbologías que presenta el diagrama de Value Stream Mapping, en donde se cuenta con una figura para lo que son los clientes o los proveedores, otra para el transporte ya sea por vía camión o por vía tren, ambas tienen una simbología propia, también se cuenta con una simbología de operación del proceso, además de un casillero de datos con indicadores, flechas que indican el traslado, de empuje, arrastre, informativas ya sea de forma manual o electrónica, el triángulo que significa el inventario, y se cuentan con simbologías para un enfoque de mejora, Kanban de producción, de transporte y finalizando con un cliente final.

Diagrama de Pareto

De acuerdo con Bocángel et al. (2021) un gráfico o bien un diagrama de Pareto permite “asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero” (p.58).

Un diagrama de Pareto busca la finalidad de hacer visibles los problemas que presenta la empresa, aquellos que llegan a afectar el alcance de los objetivos planteados, con esta herramienta se puede evaluar previamente cuáles son las necesidades que presenta el cliente y se deben de solventar para así presentar una mejor calidad.

Además, el autor Carrera et al. (2019) menciona que “Cuando existe la necesidad de destacar los problemas o causas sistemáticamente para que se tomen en serio y se planifiquen acciones que permitan la mejora” (p.8).

De acuerdo con el autor anterior se menciona el cómo elaborar un diagrama de Pareto, los cuales son los siguientes:

- Se define tres aspectos importantes relacionados con los datos para análisis, clasificación y recolección. Decidir qué problemas de datos analizar, decidir qué datos necesita y como los va a clasificar, definir donde se va a recoger los datos y cuánto tiempo se va a recoger.
- Se realiza el diseño de una tabla para recoger los datos, llénela y calcular los totales para cada ítem.
- Ordenando los datos de mayor a menor, se procede a elaborar una tabla de datos.
- Construya el diagrama de barras.
- Construya la curva de Pareto. (pp. 8-10)

Para comprender el cómo se trabaja, se realiza y se analiza un diagrama de Pareto para estudiar de mejor manera el problema que se puede llegar a presentar en una empresa se puede observar la Figura 15.

Figura 15: Diagrama de Pareto



Nota: Google Imágenes

En la **Figura 15: Diagrama de Pareto**, es la representación de un gráfico en el cual se observan las principales causas que presenta una empresa, el Diagrama de Pareto se le conoce como 80-20 ya que ayuda a las empresas saber que el 80% de las causas que se presentan dentro de ella son las que se deben de corregir. Los materiales, los medios y la mano de obra es en este caso las causas que se deberán de analizar para este caso de la figura adjunta.

Diagrama SIPOC

Según Pardo (2017) un diagrama SIPOC “es una representación esquemática de los componentes principales de un proceso.” SIPOC sus siglas corresponden en inglés a:

- Supplierx (proveedores).
- Input: (entradas).

- Paloma (proceso).
- Output: (salidas).
- Customer; (clientes). (p.78)

Además, Socconini (2020) menciona los pasos a seguir para realizar un diagrama SIPOC, los cuales son:

- Identificar el proceso y sus límites.
- Identificar las salidas del proceso.
- Identificar los clientes para cada salida.
- Listar los requerimientos para cada salida.
- Identificar las entradas del proceso.
- Identificar los proveedores para cada entrada.
- Hacer una lista de los requerimientos para cada entrada.
- Realizar un análisis y obtener conclusiones. (p.74)

En la Figura 16 se puede observar de mejor manera el diagrama SIPOC.

Figura 16: Diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Nota: Google Imágenes

En la **Figura 16: Diagrama SIPOC** se puede observar el cómo se trabaja el diagrama, iniciando con la letra S que se trata sobre los proveedores, esto se trata sobre quiénes son los que suministran al proceso, seguidamente la I la cual se trata de las entradas que se requiere en dentro del proceso, luego la letra P la cual se habla sobre el proceso en sí, posterior la letra O consiste en las salidas que presenta el proceso y por último la letra C la cual lleva relación con los clientes que se necesitan para las salidas del proceso.

Herramientas para Medir las Consecuencias

Seguidamente, se presentan las herramientas para lograr medir las consecuencias que se presenta dentro de la empresa.

Análisis de riesgos

Según Pérez (2020), el análisis de riesgos es una manera de expresar un riesgo de un evento aleatorio que, si ocurre, llega a tener un impacto negativo con respecto a uno de los objetivos que se plantearon dentro de un proyecto, como por ejemplo riesgo en tiempo, costo, ingreso, calidad y/o ámbito. (p.4)

De acuerdo con el autor anterior, el análisis de riesgos presenta algunas etapas, las cuales se pueden observar de mejor manera en la Figura 17.

Figura 17: Etapas del Análisis de riesgos



Nota: Pérez Jaime

Se puede observar en la **Figura 17: Etapas del Análisis de riesgos** como se desarrolla un análisis de riesgos dentro de un proyecto. Se inicia con la identificación la cual consiste en llegar a identificar todos aquellos eventos posibles que se pueden presentar dentro del proyecto, seguidamente se cuenta con la cuantificación la cual es clasificar los riesgos que se presentaron por categorías de probabilidades en la cual puede suceder este riesgo, ya sea muy alto, alto, medio, bajo o muy bajo. Se sigue con la jerarquización la cual es la identificación de los riesgos más relevantes llegando a combinarlo con la probabilidad de que suceda el riesgo, luego se cuenta con la valoración este punto trata de asignarle un valor para cada una de las causas identificadas y por último se cuenta con la asignación a las causas identificadas dentro de un proyecto si son internos o externos.

Análisis de Modo de Fallas y Efectos (FMEA)

De acuerdo con Argüelles (2021) un FMEA es “una técnica analítica que identifica y evalúa los posibles modos potenciales de falla de un sistema o producto, así como sus causas y efectos, con la finalidad de prevenirlos o corregirlos por medio del establecimiento de acciones específicas y mecanismos” (p.32)

Además, el autor anterior menciona que el equipo de trabajo clasifica cada efecto y cada falla de acuerdo con el grado de severidad, la ocurrencia y la detección de la falla en el momento del análisis de la modificación o del nuevo diseño esto durante la implementación del proyecto. (p.32).

Castañeda (2019), menciona los siguientes pasos para elaborar un FMEA:

- **Identificación y delimitación de las funciones:** Se trata en primer lugar de identificar y caracterizar el sistema que se va a analizar, reunir la información disponible, analizar el histórico de fallas, delimitar el sistema y definir sus funciones y subfunciones principales.
- **Análisis de modos de falla y efecto:** Una vez que se han definido las funciones, los analistas pueden pensar en los diferentes modos en que estas pueden dejar de realizarse de manera parcial o definitiva. Cada modo de falla puede tener diferentes efectos en el sistema, en la máquina o en el proceso. Se trata entonces de evaluar los efectos potenciales y priorizarlos en función de su criticidad.
- **Set de actividades preventivas:** Existen varios tipos de actividades preventivas dirigidas a eliminar el fenómeno desde su diseño, eliminar su causa raíz o mitigar su efecto en caso de una falla. Esta etapa consiste en definir las actividades más adecuadas para cada situación.

- Verificación y aprendizaje: Consiste en realizar las actividades seleccionadas y verificar su impacto y si este corresponde a lo esperado, así como formalizar el mejoramiento y las actividades de inspección y mantenimiento autónomo. (p.171).

Para conocer de mejor manera como se trabaja un análisis de modo de falla y efectos se muestra en la Figura 18.

Figura 18: Análisis de modo de falla y efectos

PROCESO / PRODUCTO / SISTEMA									ACCIONES			RESULTADOS - VALORES REEVALUADOS			
FUNCIÓN	MODOS DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	SEVERIDAD [1-10]	CAUSAS POTENCIALES	OCCURRENCIA [1-10]	CONTROLES PRESENTES	DETECCIÓN [1-10]	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ASIGNACIÓN Y FECHA LÍMITE	ACCIONES IMPLEMENTADAS	SEVERIDAD [1-10]	OCCURRENCIA [1-10]	DETECCIÓN [1-10]	NPR
Descripción de la función	¿Qué puede salir mal con esta función?	¿Cómo impactan al cliente esas fallas?	¿Con qué intensidad impactan al cliente esas fallas?	¿Qué puede causar esta falla?	¿Con qué frecuencia se presenta esta falla?	¿Qué evita que la falla se presente actualmente?	¿Con qué facilidad se detecta la falla?	Número de Prioridad del Riesgo = $S \cdot O \cdot D$	¿Qué podría disminuir la ocurrencia de la falla y aumentar la tasa de detección de la misma?	¿Quién supervisará la implementación y para cuando debería estar lista?	Describe lo que se ha hecho (aparte de las acciones recomendadas)				
Disponibilidad y precisión del servicio web	Sitio web caído	No se puede ingresar ni obtener datos; no se puede avanzar en el trabajo diario por la falta de datos; molestias por la falta de acceso.	10	Problemas de conectividad del servidor	2	Multiplicación de datos en varios servidores en diferentes ubicaciones	2	40							
				Cuentas por pagar al proveedor del servicio	1	Recordatorios de pago de facturas	3	30							
				Ataque malicioso de terceros para perjudicar la disponibilidad del servicio	1	Limitación de la tasa en funciones	3	30							
	No hay actualizaciones de seguridad en el sitio web	El sitio web no funciona correctamente; los datos del servicio web no están a salvo; problemas adicionales con el ingreso, debido a fallas de seguridad	7	El equipo no tiene tiempo para esto	9	-	9	567	Priorizar mejor el trabajo del Equipo de Seguridad	Jose, 30 - Sep. - 2020					
				El equipo no se acuerda de las actualizaciones	7	Se establecieron recordatorios, pero no siempre se les presta atención	9	441	Establecer un grupo de control de 2 personas para revisar la publicación de actualizaciones	Martina, 15 - Sep. - 2020					
				El equipo no sabe cómo actualizar el servicio	2	-	9	126							
	No hay actualizaciones de diseño / contenido en el sitio web	Disminuye la competitividad del sitio web, haciendo que las alternativas sean más atractivas para los clientes.	6	El equipo no tiene tiempo para esto	7	-	6	252	Contratar un equipo adicional de diseño / creación de contenidos	Fernanda, 15 - Dic. - 2020					

Nota: Google imágenes

De acuerdo con la Figura 18: Análisis de modo de falla y efectos muestra la forma en la que se debe de realizar un FMEA, presentando cada uno de los espacios que se deben de ser rellenados para presentar el análisis de las causas presentadas dentro de un proceso, empresa, departamento, entre otros. Presentando el modo de falla y con ello las posibles acciones que se pueden realizar para solventar la falla presente.

Herramientas para Analizar las Causas

A continuación, se presentan las herramientas para lograr analizar las causas que se presenta dentro de la empresa. Llegando así a obtener más información relacionada al tema del proyecto.

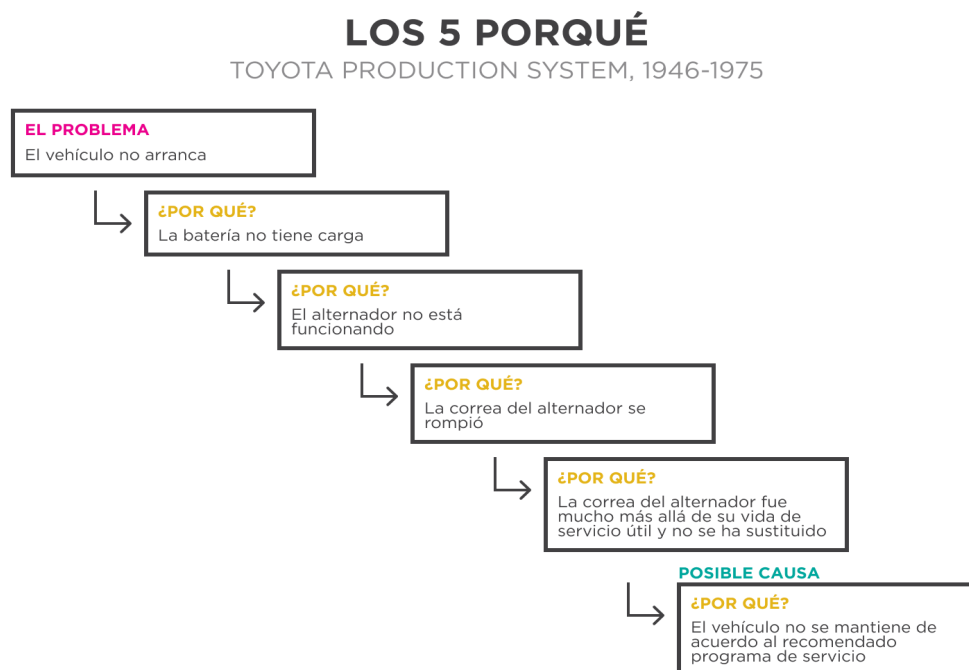
5 porqués

Carrera et al. (2019) establece que “el objetivo final de los 5 porqués es determinar la causa raíz de un defecto o problema” (p.31).

Además, el mismo autor considera que la estrategia de los 5 porqués es examinar cualquier problema que se presente dentro de la empresa investigada y realizar la pregunta ¿Por qué?, la respuesta de esa pregunta se vuelve a generar otro ¿Por qué?, y la respuesta de esta segunda pregunta se genera otro y así llega a ser sucesivamente, hasta llegar a cumplir los 5 porqués para obtener de una mejor determinación de la causa raíz del problema que se presenta, y por ello es que esta estrategia se llama 5 porqués (p.31).

Carrera et al. (2019) menciona que esta técnica es la más sencilla de utilizar para realizar el descubrimiento de la raíz que presenta un problema (p.31), esto se puede observar en la Figura 19.

Figura 19: 5 Porqués



Nota: Google Imágenes

En la **Figura 19: 5 Porqués**, se presenta la técnica de los 5 porqués la cual consiste en buscar la posible causa, preguntando de manera continua ¿Por qué?, esto se repite máximo unas cinco veces, mas no necesariamente se deben de cumplir las cinco. Aunque se debe de tener en cuenta que si no se obtiene una respuesta concisa podría llegar a no encontrar la posible causa del problema. En la figura se observa los cinco porqués que se realizan con respecto a un vehículo llegando a la posible causa de que el vehículo no se mantiene a lo recomendado dentro de lo recomendado dentro del programa de servicios.

Diagrama Ishikawa

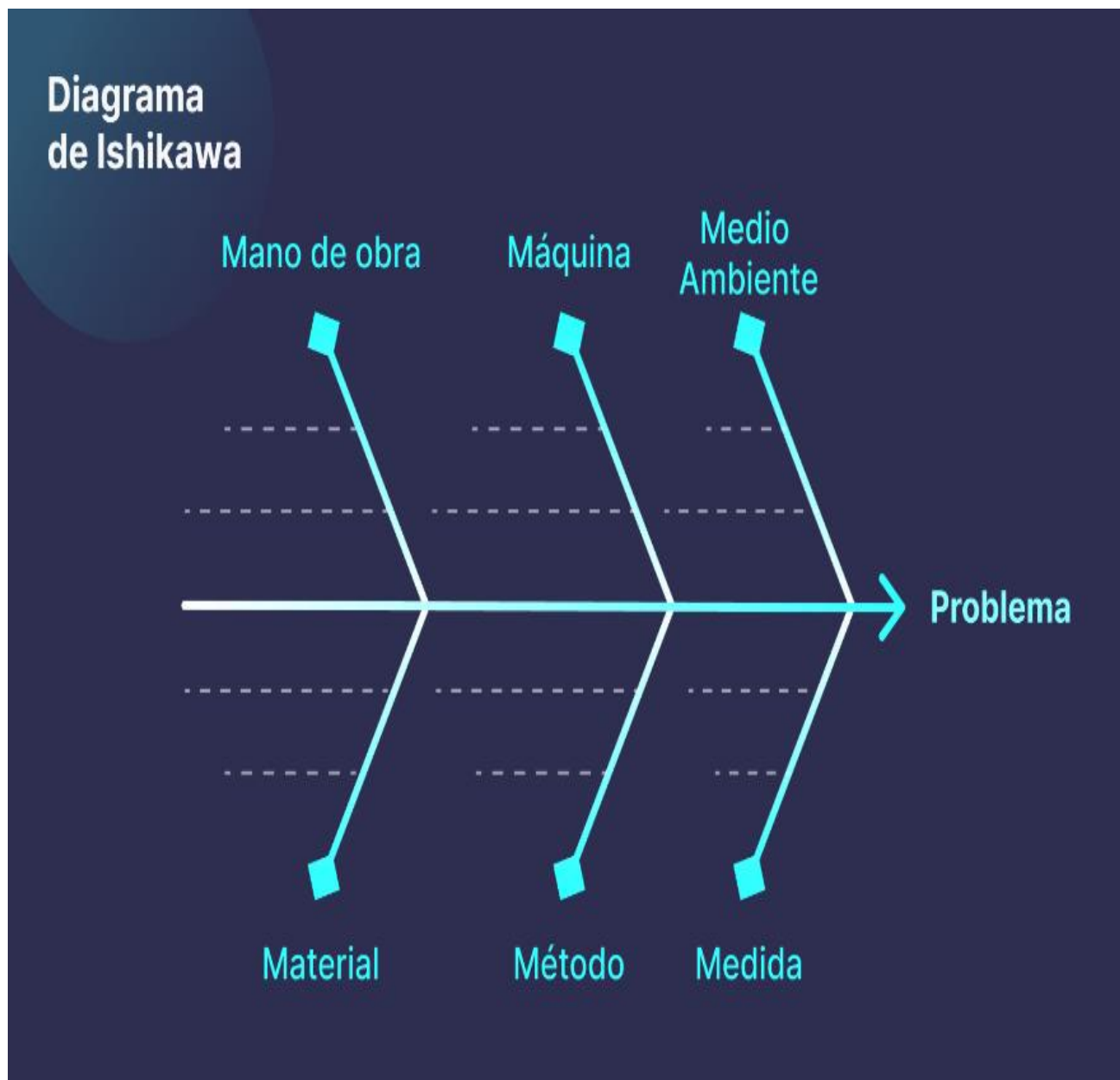
Según Bocángel (2021) menciona que el diagrama de causa-efecto “una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas de un acontecimiento, problema o resultado” (p.25).

Siguiendo con el mismo autor, los pasos para hacer un diagrama Ishikawa son los siguientes:

1. Identificar y establecer el problema o el efecto que se analizará.
2. Dibujar una caja que contenga el problema o el efecto y sobre la izquierda una espina dorsal horizontal.
3. Conducir a una sesión de tormenta de ideas. Como un primer bosquejo, para las ramas principales usted puede utilizar las siguientes categorías: o Industria de servicios: las 8 P, producto/servicio, precio, promoción, políticas, procesos, procedimientos, plaza/planta/tecnología. O Industrial: las 6 M's, mano de obra, métodos, medidas, maquinaria, materiales, madre naturaleza (ambiente).
4. Identificar las causas principales que contribuyen al efecto que es estudiado. Para esto se puede utilizar un Análisis de Pareto o un Análisis de la causa raíz.
5. Las causas principales se convierten en las etiquetas para las sucursales secundarias del diagrama.
6. Para cada rama secundaria importante, identificar otros factores específicos que puedan ser las causas del efecto. Pregunte ¿Por qué está sucediendo esta causa?
7. Identificar niveles cada vez más detallados de causas y continuar organizándolas bajo causas o categorías relacionadas.
8. Analizar diagrama.
9. Actuar sobre el diagrama y quitar las causas del problema. (p.25).

A continuación, en la Figura 20, se puede observar cómo quedaría un diagrama Ishikawa para esta etapa del trabajo final de graduación, llegando a mostrar las posibles causas dentro del problema presentado para lo que es la mano de obra, la maquinaria, el medio ambiente, material, método y mediana, siendo la cabeza del pez el problema que se presente ya sea dentro de este trabajo final de graduación, así como para la ejecución de cualquier análisis de la causa dentro de una empresa.

Figura 20: Diagrama de Ishikawa



Nota: Google Imágenes

En la **Figura 20: Diagrama de Ishikawa** se muestra las partes en las que se desarrolla un Ishikawa, se inicia con la cabeza el cual se trata del problema inicial, seguidamente se desglosa en diferentes causas conocido como las 6 M, las cuales son el Medio Ambiente, Máquina, Mano de Obra, Material, Método y Medida, cada uno de ellos se empieza a analizar las causas de son afectadas o llegan a ser una de las principales causas por las cuales se presenta el problema principal.

Diagrama Hombre-Máquina

El diagrama Hombre-Maquina es “la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas” (Bocángel et al., 2021, p.86)

Continuando con el mismo autor, se menciona los pasos para realizar el diagrama, además, en la Figura 21 se presentan las fórmulas a utilizar y en Figura 22 se muestra el diagrama:

- Seleccionar la operación que será diagramada.
- Determinar los límites del ciclo que se quiere diagramar.
- Dividir la operación en elementos.
- Medir el tiempo de duración de cada elemento.
- Construir el diagrama.

Figura 21: Fórmulas Diagrama-Hombre

$$\text{Ciclo total del operario} = \text{preparar} + \text{hacer} + \text{retirar}$$

$$\text{Ciclo de la máquina} = \text{preparar} + \text{hacer} + \text{retirar}$$

$$\text{Tiempo productivo de la máquina} = \text{hacer}$$

$$\text{Tiempo improductivo del operario} = \text{espera}$$

$$\text{Tiempo improductivo de la máquina} = \text{ocio}$$

$$\text{porcentaje de utilizacion del operario} = \frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{tiempo de ciclo total}} * 100\%$$

$$\text{porcentaje de la maquina} = \frac{\text{tiempo productivo de la maquina}}{\text{tiempo de ciclo total}} * 100\%$$

Nota: Rodríguez Luz, Araujo Ismenia, Navarrete Martha, y Duque Rocío

Figura 22: Diagrama Hombre-Máquina

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA							
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __01__ Proceso: Troquelado de Fleje de aluminio 0,5mm							
Fecha: Enero 03 - 2017			Elaborado por: Yornandy M.		Maquina 1: TE-0025		
El estudio Inicia: Montaje maq. 1			Operario: Carlos Vargas		Maquina 2: TE-0028		
Operario			Maquina 1		Maquina 2		
Tiem.	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga
5	15	Preparación Montaje Maquina 1	15	Inactividad	30	Inactividad	
10							
15							
20	15	Preparación Montaje Maquina 2	40	Operación maquina	40	Operación maquina	
25							
30							
35	40	Inactividad	15	Inactividad	40	Operación maquina	
40							
45							
50							
55							
60							
65							
70							
75							
80							
85							
90							
95							
100							
105							
110							
115							
120							
125							

Nota: Google Imágenes

Este diagrama se puede observar y analizar las eficiencias que presenta la persona que puede operar la máquina, así como las máquinas que presentan la empresa, existiendo la posibilidad de que si el operador presenta tiempos ociosos puede atender más de una máquina, pero para esto existe este diagrama para conocer el balance de los tiempos tanto del hombre como de la máquina. En la **Figura 21: Fórmulas Diagrama-Hombre** se presentan las fórmulas necesarias para la realización del diagrama los cálculos de los ciclos, así como la determinación de los tiempos tanto productivos que presenta la máquina como el operador, los tiempos improductivos de la máquina y del operados y los porcentajes de la máquina y del operador.

Y en la **Figura 22: Diagrama Hombre-Máquina** se muestra el diagrama a utilizar para el trabajo final de graduación, el cual ayuda a demostrar las actividades que realiza el operador, los tiempos de improductivos que presenta el operador durante su jornada de trabajo, así como las actividades que realiza la máquina o máquinas a analizar, sus tiempos muertos debido a fallas o por falta del personal, esto siendo un gran análisis a presentar dentro del proyecto.

Herramientas para el Rediseño

A continuación, se presentan las herramientas para lograr realizar el rediseño que se presentará a la empresa. Dichas herramientas serán utilizadas en los siguientes capítulos.

CANVAS

De acuerdo con Socconini (2021), CANVAS “Es una herramienta empresarial visual y práctica para describir, probar, implementar y gestionar modelos de negocio durante su ciclo de vida” (p.30).

Además, el mismo autor menciona por qué utilizar CANVAS para un proyecto:

- Las mejores ideas se ponen sobre la mesa.
- Crea un lenguaje común y compartido.
- Mejora el trabajo en equipo con mejores conversaciones sobre estrategias.
- Promueve la colaboración entre áreas.
- Crea un enfoque estructurado y práctico que ayuda a implementar ideas de mejora. (p.34)

En la Figura 23 se puede observar cómo es la realización de un CANVAS para realizar dentro de un proyecto, mostrando la forma visual en la que se puede llevar el modelo para que los

Stakeholders que se encuentren dentro del proyecto se sientan más interesados en formar parte del equipo de instalación.

Figura 23: The Business Model Canvas



Nota: Google Imágenes

5S

Las 5S aplicadas dentro de una empresa consiste en el desarrollo de actividades que conllevan al orden y a la limpieza, llegando a detectar las anomalías que puede presentar un puesto de trabajo en la empresa, llegando a permitir de la participación de un grupo de trabajadores o bien de un solo individuo para mejorar el ambiente laboral, la seguridad del personal y maquinaria y bien el mejoramiento de la productividad. (Rey, 2020, párr.13)

De acuerdo con el autor anterior y la Figura 24, las 5S son 5 principios japoneses que su nombre empieza con la letra S, dichos nombres son:

Seiri.

La cual consiste en organizar y selección, llegar a organizar todos los elementos dentro del área de trabajo, llegando a separar todo lo que sea necesario y no necesario para luego ser clasificado, esto para mantener una mejora dentro del área de trabajo (párr. 15).

Seiton.

La segunda S consiste en ordenar, llegar a tirar todo aquello que no sirva dentro del lugar de trabajo y se llega a establecer una norma de orden para cada objeto, establecer dicha norma favorece el que exista en un futuro una mejora permanente (párr. 16).

Seiso.

Seiso consiste en limpiar, llegar a realizar una limpieza dentro del área de trabajo con el fin de que el trabajador llegue a identificar con su puesto de trabajo o maquinaria asignada en su trabajo. Claro no se trata de que su área de trabajo brille si no que llegar a enseñarles cómo es su área de trabajo y como es que funciona, dentro de un lugar limpio (párr.18-19).

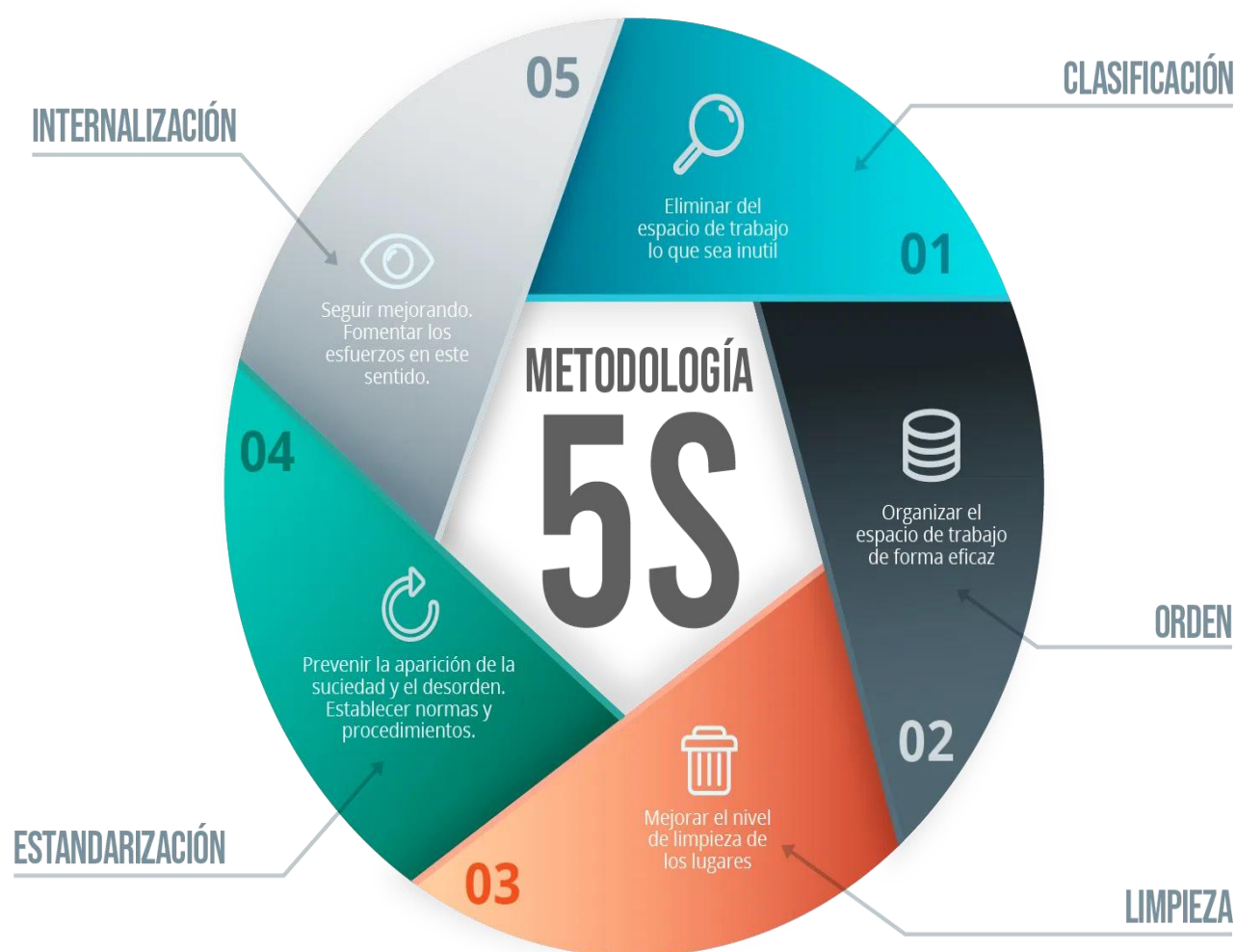
Seiketsu.

La cuarta S consiste en mantener la limpieza, esto se refiere a que se debe de mantener los estándares de trabajo ya establecidos por la empresa, llevar un control de ello. Esta S se refiere a llegar a distinguir una acción o situación normal con una que no están común dentro del área de trabajo con respecto a la limpieza (párr. 21).

Shitsuke.

Por último, se encuentra Shitsuke la cual consiste en el rigor en la aplicación de tareas, esto se debe a una inspección cotidiana que se debe de realizar para llegar a observar el estado del área de trabajando, llegando a utilizar hojas de control o estándares en donde se observe las actividades a monitorear, esto para mantener el área de trabajo ordenada y limpia (párr. 22).

Figura 24: Modelo 5s



Nota: Google imágenes

La **Figura 24: Modelo 5s** muestra la forma en la que se debe de trabajar el modelo de las 5s, es una metodología en la que se debe de clasificar los objetos, ordenarlos, realizar una limpieza dentro del área, estandarizar el área y crear una disciplina ya sea dentro de una empresa o bien en día a día de una persona. Este modelo hace que una empresa se encuentre con buenas condiciones de disciplina para el ordenamiento de las áreas de trabajo.

Layout

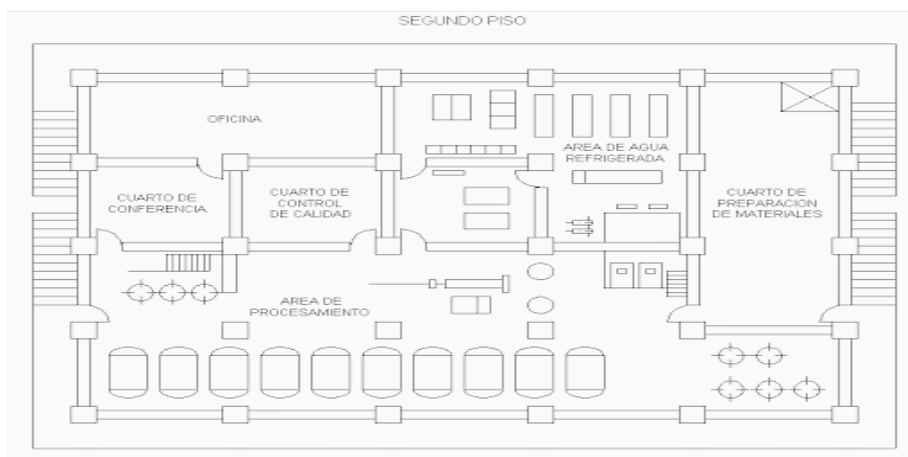
Un layout es la distribución que presenta una empresa o departamento para mostrar la distribución que presenta, de acuerdo con Gallardo (2022) indica que

El layout de una tienda departamental es el producto de dos partes importantes: los elementos existentes del local y los elementos nuevos del local. Como aspecto final de la composición, se deben considerar algunos puntos necesarios del layout, los cuales pueden variar según cada marca. (párr.1)

Aunque el autor anterior hable sobre una tienda departamental, un layout dentro de una empresa industrial es la que presenta toda la distribución que presenta, así como donde si llega a existir una localización dentro de ella y gracias a dicha herramienta se logra identificar la modificación y presentar una actualización en la distribución de la empresa. Para lograr realizar un layout, se presenta la Figura 25 además, Gallardo (2022) menciona que

Cada elemento no funciona de manera aislada, sino que forma parte de un sistema general de todos los elementos de la tienda. El conocimiento, la aplicación y la integración de estos es vital para la armonía del local, pues el layout es el punto de partida para el desarrollo y diseño de los demás componentes arquitectónicos de la tienda y detalles. En resumen, los puntos que se deben tomar en cuenta en el desarrollo del layout son todas las estrategias de diseño para conseguir una tienda exitosa que produzca las ventas esperadas por la marca dueña del local. (párr. 40)

Figura 25: Layout



Nota: Google Imágenes

La **Figura 25: Layout** se observa un ejemplo para realizar un plano para distribuir una planta o comercio, en donde se presentan las puertas para ingresar a las distintas áreas, así como los distintos muebles que se presentan. Dentro de un layout de una planta de manufactura se presentarán la distribución de las máquinas industriales con las que se trabajan, así como los posibles movimientos que se realizarían o bien la instalación de una nueva máquina.

Herramientas para el Control de la Implementación del Rediseño

A continuación, se presentan las herramientas para lograr controlar la implementación del rediseño propuesto a empresa. Estas herramientas funcionarán para así lograr obtener la confianza de la empresa para que se logre su implementación.

Análisis costo beneficio

Una herramienta para la analizar la parte económica en beneficio a una ejecución de un proyecto y de acuerdo con Bataller (2016) “La técnica de análisis coste-beneficio tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costes en los que se incurre a la hora de hacer un proyecto y compararlos con los beneficios esperados” (p.25).

Además, continuando con el autor anterior, menciona que realizar una estimación financiera para el proyecto servirá para lo siguiente:

- Valorar la necesidad y oportunidad de acometer la elaboración del proyecto.
- Seleccionar la alternativa más beneficiosa para llevar a cabo el proyecto.
- Estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios en el plazo de elaboración del proyecto. (p.25)

De Rus (2021) menciona una serie de etapas que se deben de utilizar para la realización del análisis costo-beneficio, las cuales son:

- Objetivo del proyecto y examen de alternativas relevantes: Antes de evaluar el proyecto, su objetivo (el problema a resolver) debe estar claramente definido y las alternativas pertinentes identificadas. Analizar un proyecto aislado sin tener en cuenta su papel dentro del programa o la política a la que pertenece puede llevar a conclusiones erróneas. Además, antes de trabajar con datos y aplicar la metodología de evaluación económica, es esencial considerar las mejores alternativas disponibles que permitan la consecución del mismo objetivo.

- Identificación de costes y beneficios: Una vez definido el proyecto, hay que identificar los beneficios y costes derivados de su implementación. En algunos casos, esta etapa no debe entrañar mayores dificultades cuando los efectos significativos del proyecto son sólo los directos (capítulo 2) y los efectos indirectos pueden ser ignorados. Por el contrario, la identificación de los costes y beneficios de un proyecto con efectos importantes en los mercados secundarios es más compleja.
- El contrafactual: En el análisis coste-beneficio hay que comparar dos situaciones: con el proyecto y sin el proyecto. Esta última se denomina el contrafactual, el mundo cambiante en ausencia del proyecto. Para esta tarea es importante evitar una comparación del proyecto con un contrafactual irrelevante.
- Medición de beneficios y costes: Los beneficios de los proyectos se pueden medir a través de la disposición a pagar de los individuos (o la disposición a aceptar). A veces, una medida monetaria del cambio de utilidad que se deriva del proyecto se puede obtener observando el comportamiento de los consumidores en el mercado, es decir, a partir de datos de mercado.
- Agregación de beneficios y costes: Los beneficios y costes ocurren en diferentes períodos de tiempo y afectan a diferentes individuos. La agregación requiere homogeneidad, pero los beneficios y costes que ocurren en años sucesivos o afectan a individuos con diferentes condiciones sociales están lejos de ser homogéneos.
- Interpretación de resultados y criterios de decisión: La tarea del técnico que lleva a cabo el análisis coste-beneficio de un proyecto es obtener una cifra que recoja los beneficios y costes de todos los afectados durante la vida del proyecto. Esta cifra es el VAN del proyecto, y ayuda con la decisión de aceptar-rechazar o de elegir entre un conjunto de proyectos.
- Rentabilidad económica: El análisis coste-beneficio se ocupa de la rentabilidad social de los proyectos en contraste con el análisis financiero, que utiliza los ingresos en lugar de los beneficios sociales y los costes privados en lugar de los sociales. En cualquier caso, es importante que el evaluador entregue un informe que no sólo incluya la rentabilidad económica o social del proyecto, sino también el resultado financiero o viabilidad comercial del proyecto. (pp. 25-30)

Diagrama de GANTT

El autor Socconini (2021) en su libro menciona que:

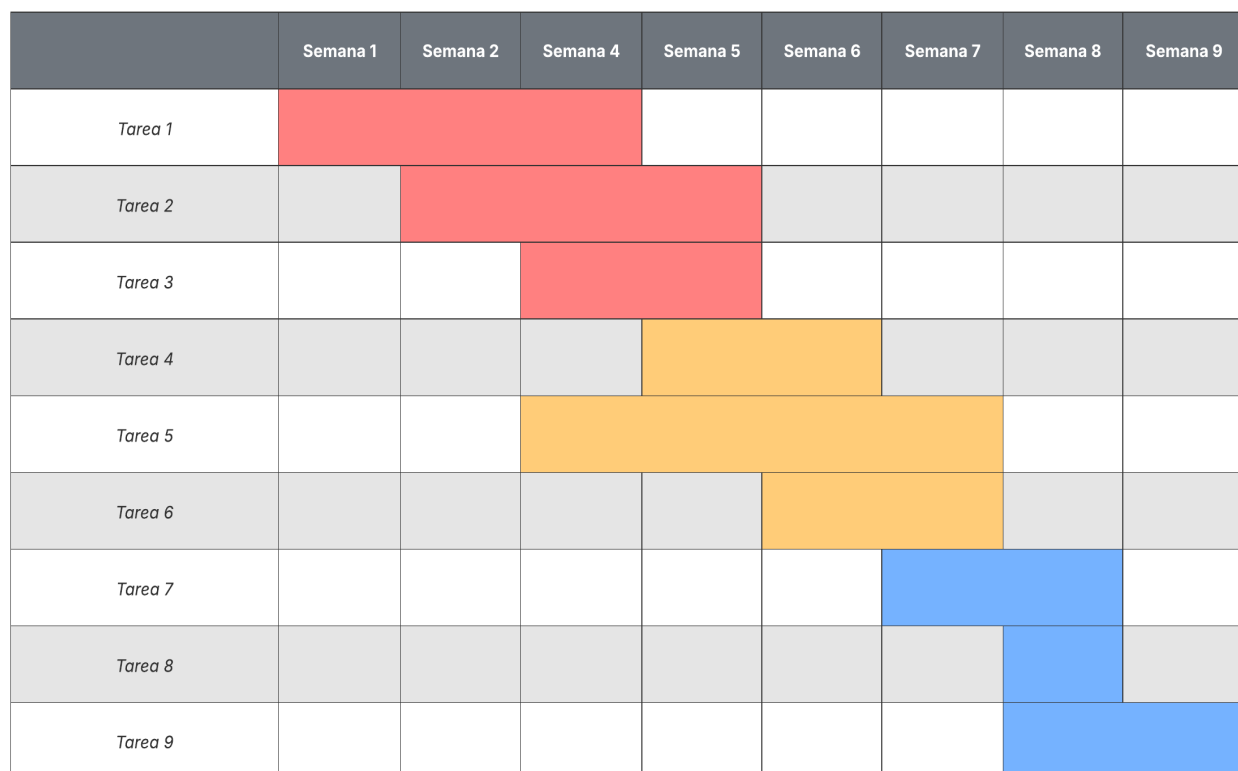
- Un diagrama de Gantt es una herramienta de planificación de proyectos que representa gráficamente las tareas que deben completarse en un proyecto.
- El diagrama de Gantt también proporciona una forma gráfica de evaluar el progreso del proyecto.
- El diagrama de Gantt ayuda para programar actividades y tareas del proyecto
- Evaluar rápidamente el progreso del proyecto en cualquier momento.
- Monitorear la finalización de un proyecto con respecto al tiempo y las actividades.
- Asignar responsabilidades del proyecto a los miembros del equipo (es decir, tareas y actividades) (p.186).

Además, el autor Bataller (2016) menciona que el realizar un diagrama de Gantt presenta una ventaja importante ya que llega a ilustrar de una manera clara todas las actividades que se presentan dentro de la ejecución del proyecto, presentando la duración de la ejecución de una tarea y llegar a asignar el responsable que ejecuta dicha tarea (p.39).

Para Bautista (2022) que menciona el cómo realizar una construcción para el Diagrama de Gantt y se debe de tener las siguientes consideraciones:

- Se satisfacen todas las restricciones de sucesión mínima en el caso más extremo, por tanto, ninguna actividad finaliza después de que comiencen todas sus tareas siguientes. Las tareas siguientes de cada actividad se puede deducir a partir del cuatro de precedentes, de manera que, si la actividad i es precedente de la actividad j , se puede decir que también la j es siguiente de la tarea i .
- Se trata de un programa con retraso máximo de las tareas, sin retrasar el proyecto. En este caso, todas las actividades finalizan lo más tarde posible, con la condición de que el proyecto dure lo menos posible (p.87).

Para entender una mejor manera como se visualiza un diagrama de Gantt se presenta la siguiente Figura 26 la cual es un ejemplo para seguir para la ejecución del proyecto se muestra los tiempos en los que se ejecutara el proyecto y cuáles son las tareas o bien las actividades que se realizarán para llegar a un fin en común, la ejecución completa del proyecto final de graduación.

Figura 26: Diagrama de Gantt**Nota: Google Imágenes**

De acuerdo con la **Figura 26: Diagrama de Gantt** se visualiza las fechas en las que se van a realizar las tareas para la ejecución de un proyecto y así se vea cuando será el inicio de la tarea y el final de esta. El diagrama de Gantt da a conocer mejor la forma en la que se desglosarán las tareas y quienes serán los responsables de ejecutar tareas para la finalización del proyecto.

Matriz para decidir con prontitud

El autor Gillet (2015) menciona que una matriz para la toma de decisiones ayuda a tomar una buena decisión con más rápides, plantear con mucha más claridad los criterios de elección y ver así las posibles y diferentes soluciones o elecciones que se lleguen a presentar para un proyecto, es una herramienta que es además utilizada en numerosas situaciones dentro de un proyecto. (pp. 110-111)


Además, el mismo autor menciona la forma correcta de utilizar dicha herramienta, la cual es de la siguiente manera:

- Establecer los criterios de elección (algo delicado en el empleo de esta matriz). Se trata de responder a la pregunta ¿cuáles son las características a las que debe responder la solución buscada o el problema debe tratarse?
- Filtrar cada una de las posibles mediante estos criterios; mantener la solución que responda al conjunto de los mismos (p.111)

Se presenta la Figura 27 la cual es un ejemplo de cómo se presenta y se trabaja con un matiz de decisiones para un proyecto.

Figura 27: Matriz para decidir con prontitud

Criterios \ Soluciones	Solución 1	Solución 2	Solución 3
Instrumentación en menos de tres meses	Sí	Sí	No
Costos < 10 000 dólares	No	Sí	No
Ningún impacto en RH	No	Sí	No



Solución elegida

Nota: Gillet Florence

La **Figura 27: Matriz para decidir con prontitud** que se muestra, es un ejemplo de cómo es la realización de una matriz para decidir con prontitud, en la cual se presentan varios criterios a evaluar y las tres posibles soluciones para el proyecto que se encontraban evaluando, con la evaluación realizada se puede presentar que la mejor solución es la 2 opción por la cual es la que se tomará en cuenta para seguir con el proyecto.

Análisis Financiero (VAN, TIR y tiempo de recuperación)

El análisis financiero es una herramienta que es utilizada para evaluar un estado financiero, esto para realizar una toma de decisiones dentro de una empresa para la ejecución de un proyecto. Para esto, se dividen en tres términos para evaluación esto son el VAR, TIR y tiempo de recuperación.

Valor actual neto (VAN).

De acuerdo con Chu (2016) el VAN es un “método utilizado para evaluar alternativas de inversión de capital, mediante la obtención del valor actual de los flujos de caja futuros que se estima que generará el proyecto, descontado a un costo de oportunidad o tasa de rendimiento requerida.” (p.223).

El mismo autor menciona que “El VAN se basa en las técnicas del flujo de caja descontado, que a su vez se sus- tenta en el concepto del valor del dinero a través del tiempo” (p.223). Se muestra la Figura 28 en donde se encuentra la fórmula del cálculo del VAN.

Figura 28: Cálculo del VAN

Valor actual de los flujos – inversión inicial $I_0 = VAN$

Nota: Chu Rubio Manuel

Se observa que en la **Figura 28: Cálculo del VAN** como realizar un cálculo del valor actual neto de un proyecto, se tomaría lo que son los flujos de caja otorgados por la empresa, así como la inversión inicial para la ejecución del proyecto, esto con el fin de conocer si el proyecto propuesto a la empresa y el cual será ejecutado es rentable para ella.

Tasa interna de retorno (TIR).

La tasa interna de retorno o bien conocida como TIR, es “una medida de rentabilidad que depende únicamente de la cuantía y duración de los flujos de tesorería del proyecto” (Chu, 2016, p.229).

Mismo autor menciona que el TIR es una herramienta que “proporciona una media de la rentabilidad de la inversión en valor relativo y actual. Es, por tanto, un método de valoración de inversiones. También es un método de decisión que nos permite saber si interesa realizar una inversión o no.” (p.229)

Se muestra la fórmula para el cálculo de la tasa interna de retorno de la inversión en la Figura 29.

Figura 29: Fórmula del TIR

$$VAN = -I_0 + \frac{f_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{f_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{f_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Nota: Chu Rubio Manuel

La **Figura 29: Fórmula del TIR** muestra de manera general la fórmula para el cálculo de la tasa de interés de retorno de la inversión, esta fórmula será utilizada para el proyecto y así validar que la inversión que se realizará por parte de la empresa es de forma rentable.

Tiempo de recuperación.

El tiempo de recuperación, es la cantidad de años en los que se transcurren para que el flujo de caja previsto iguale a la inversión inicial. Por lo que los años transcurridos serán los años de recuperación y con ello serán un supuesto de alcance de años no precisos, aunque sí lo más aproximados posibles. (Chun, 2016, p.227)

De acuerdo con el autor anterior, se dice que algunos inconvenientes de dicha herramienta son:

- Este método da el mismo peso a todos los flujos de tesorería generados antes de la fecha correspondiente al periodo de recuperación y una ponderación nula a todos los flujos posteriores.
- No toma en cuenta los diferentes vencimientos de los flujos de caja, es decir, no los actualiza.
- No considera los flujos de caja generados después del plazo de recuperación. La rentabilidad de la inversión estriba, precisamente, en los fondos que esta genera después de recuperado el desembolso inicial. (p.228)

Estructura de Desglose de Trabajo

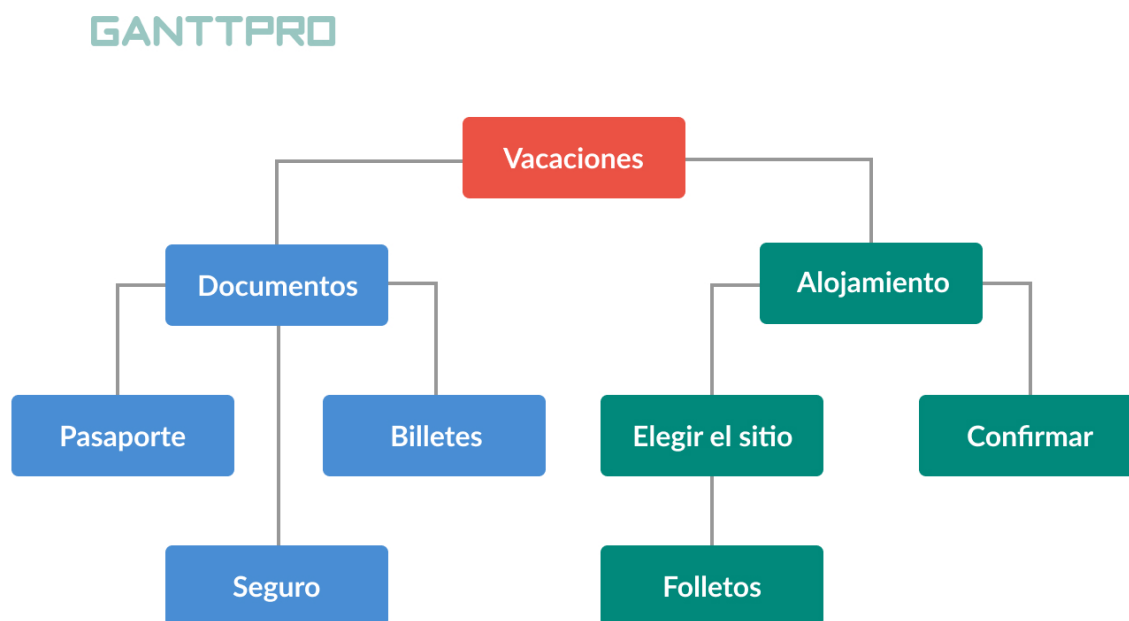
Una estructura de desglose de trabajo (EDT), también conocido en su término en inglés como Work Breakdown Structure, es una herramienta que es utilizada para la gestión de proyectos, la cual organiza y define el alcance total del proyecto que se encuentra en ejecución, representa la finalidad de identificar y definir los esfuerzos requeridos dentro del proyecto, se asignan responsables a los elementos dentro de la organización en la que se está ejecutando el proyecto. (RIB, 2016, p.2).

El mismo autor menciona la forma en la que se debe de crear una Estructura de Desglose de Trabajo, además se muestra la Figura 30 como un ejemplo de una EDT:

- Elegir el tipo de estructura de la EDT, la cual debe de estar orientada a los entregables que define el trabajo del proyecto.

- Crear la estructura de la EDT, ya cuando se haya conocido y definido el objetivo y el tipo de la EDT a utilizar se debe de crear la estructura en donde se debe de colocar los elementos necesarios para su completo desarrollo. (pp. 2-3)

Figura 30: Estructura de Desglose de Trabajo



Nota: Google imágenes

En la **Figura 30: Estructura de Desglose de Trabajo** muestra un ejemplo de cómo se realizaría una estructura de desglose de trabajo, en donde se observa en este caso el tema principal el cual sería las vacaciones y se debe de tener las actividades que son los documentos y el alojamiento, en donde hay más actividades que desglosan a los documentos que sería el pasaporte, billetes y el seguro, y por parte del alojamiento se tiene otras actividades que sería el elegir el sitio, folletos y la confirmación del lugar.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo con Hernandez et al. (2018) “La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p.4).

Se menciona que lo que se busca dentro del libro es la definición de los conceptos que presenta un trabajo de investigación como lo que es el cuantitativo y el cualitativo, llegar a identificar todas aquellas características presentes que llegan a ser esenciales dentro de un trabajo de investigación.

Enfoque

Los enfoques dentro de un trabajo de investigación se dividen en tres de ellas, el enfoque cuantitativo, el cualitativo y el mixto. Estos enfoques de investigación tienen sus propias características y áreas de estudios por las cual el investigador es el encargado de decidir qué tipo de enfoque se trabaja dentro de la investigación. A continuación, se dará los conceptos sobre los enfoques que se presentan dentro de una investigación:

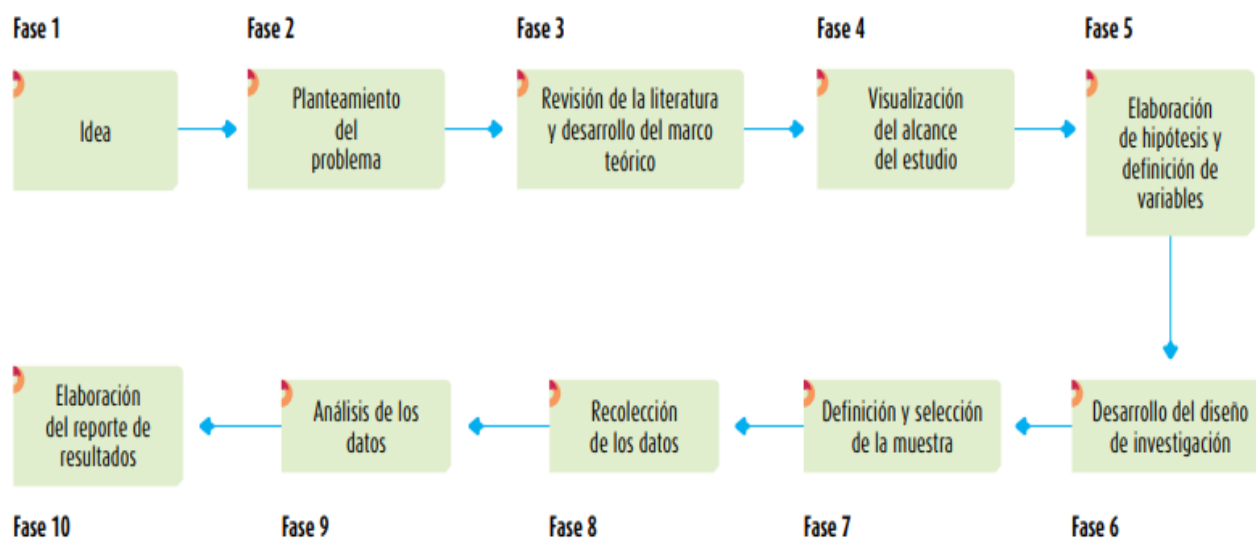
Cuantitativo

Hernandez et al. (2018) en su libro menciona que un enfoque cuantitativo:

Es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones. respecto de la o las hipótesis (p.4).

Además, los autores anteriores mencionan que un enfoque cuantitativo “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4)

En la Figura 31 se presenta el proceso que se debe de realizar dentro de un enfoque cuantitativo.

Figura 31: Proceso Cuantitativo

Nota: Hernandez Roberto, Fernandez Carlos, y Baptista María

En la **Figura 31: Proceso Cuantitativo** se presenta el como se realiza el proceso cuantitativo dentro de un trabajo de investigación, iniciando con una idea, seguidamente con el planteamiento del problema, luego la revisión de la literatura para desarrollar el marco teórico, la visualización de un alcance de estudio, elaboraciones de hipótesis, llegar a desarrollar un diseño para la investigación, definir y seleccionar las muestras, recolectar datos y analizarlos y por último, realizar un reporte de los resultados obtenidos.

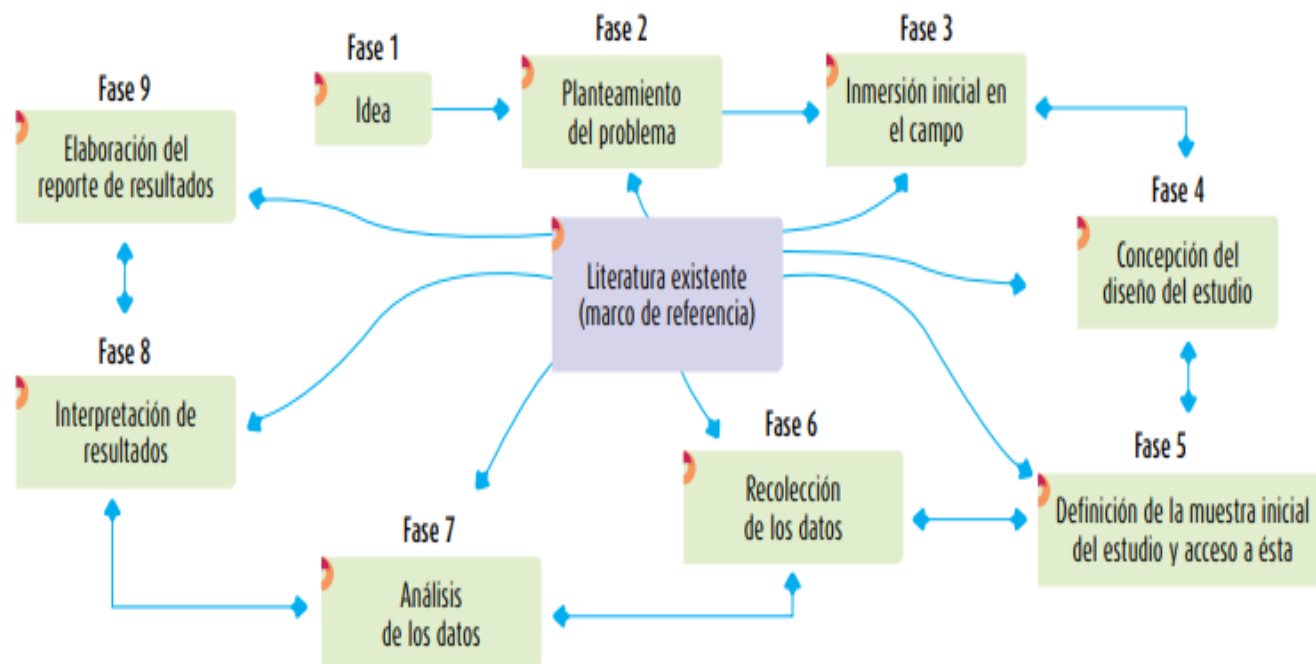
Cualitativo

Un enfoque cualitativo se tiene definido que:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. (Hernandez et al., 2018, p.7)

La Figura 32 se observa el proceso que se realiza dentro de un enfoque cualitativo en un trabajo de investigación.

Figura 32: Proceso Cualitativo



Nota: Hernandez Roberto, Fernandez Carlos, y Baptista María

En la **Figura 32: Proceso Cualitativo** se puede observar como realizar un proceso cualitativo, la cual inicia con la idea, luego con el planteamiento del problema, posterior a ella la inmersión inicial en el campo, seguidamente el concepto del diseño del estudio, la definición de la muestra inicial de la investigación, recolección y análisis de los datos, la interpretación y la elaboración de un reporte con los resultados. La peculiaridad de este proceso es que se puede devolver a una de las fases anteriores si es el caso que presenta la necesidad, este proceso no es tan lineal como el proceso cuantitativo.

Mixto

Chen (2006) mencionado por Hernandez et al. (2018) define un enfoque mixto como:

La integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados

o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (p.534).

Para este proyecto se desarrolla un enfoque cuantitativo, ya que se debe de recolectar datos y realizar un análisis de estos con respecto a los tiempos de traslado por parte del operador hacia los puntos de trabajo o retrabajo de la llanta. En relación con lo anterior, la propuesta de realizar un rediseño dentro del proceso manual de clasificado deberá de estar enfocado que genere medidas que puedan ser controlables durante un tiempo, para que se pueda mostrar una efectividad luego de la implementación dentro de la empresa.

Alcance

De acuerdo con Hernandez et al (2018), un alcance de estudio dependerá de la estrategia que se requiera realizar dentro de la investigación, este alcance de estudio se dividen en exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, cada uno de ellos serán explicados (p.90).

Exploratorio

Un alcance de estudio tipo exploratorio se define como:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernandez et al. 2018, p. 91).

Los mismos autores mencionan que “Los estudios exploratorios son como realizar un viaje a un sitio desconocido, del cual no hemos visto ningún documental ni leído ningún libro, sino que simplemente alguien nos hizo un breve comentario” (p.91).

Descriptivo

Hernández et al. (2018) menciona que un alcance de estudio descriptivo es:

Se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera

independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (p.92).

De acuerdo con los autores anteriores, un estudio descriptivo “sirven fundamentalmente para descubrir y prefigurar, los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (p.92).

Correlacional

A continuación, un alcance de estudio correlacional tiene como finalidad:

Conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables (Hernández et al, 2018, p.93).

Los mismos autores anteriores mencionan que “Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales primero se mide cada una de éstas, y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba (p.93).

Explicativo

Y, por último, Hernández et al. (2018) menciona que un alcance de estudio explicativo:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (p.95).

Para este proyecto, el alcance de estudio a desarrollar es el explicativo, se quiere responder a la pregunta realizada de la investigación, explicar el proceso de como ocurre el problema dentro de la empresa y como llegar a solucionar el mismo.

Diseño

El diseño de una investigación a lo que se refiere es al plan que ayudara a la investigación a dar la confirmación de lo que se ha planteado dentro de ella es o no es cierto lo que se llegó a preparar. (Hernández et al., 2018, p.128)

Experimental

Creswell (2013) y Reichardt (2004) mencionados por Hernández et al. (2018) menciona que el diseño experimental es:

Estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen. Es posible experimentar con seres humanos, seres vivos y ciertos objetos, pero siempre observando los principios éticos que se comentarán más adelante y en el capítulo 2 adicional del centro de recursos en línea. (p.129).

Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias (por ejemplo, decir que el tratamiento psicológico reduce la depresión), se deben cubrir varios requisitos que a continuación se verán. (p.130)

No experimental

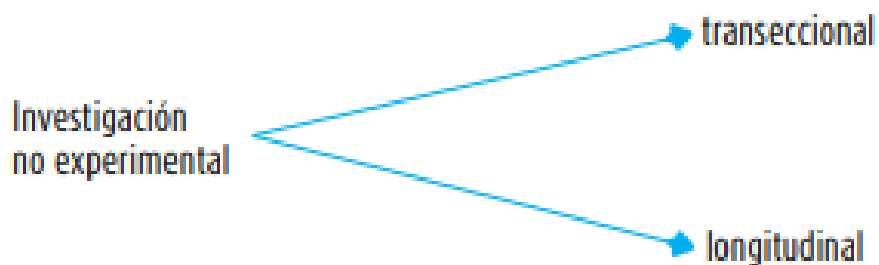
Hernández et al. (2018) menciona que un diseño no experimental ha adoptado varios criterios durante los años, más se dice que:

Por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos. En algunas ocasiones la investigación se centra en:

- Analizar cuál es el nivel o modalidad de una o diversas variables en un momento dado.
- Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo.
- Determinar o ubicar cuál es la relación entre un conjunto de variables en un momento. (p.154).

Además, el diseño no experimental se clasifica de dos maneras, las cuales se pueden observar en la siguiente Figura 33.

Figura 33: Clasificación del diseño no experimental



Nota: Hernandez Roberto, Fernandez Carlos, y Baptista María

En la **Figura 33: Clasificación del diseño no experimental** de acuerdo a lo mencionado por los autores Hernandez et al (2018) este tipo de diseño no experimental se puede clasificar de dos distintas maneras, estas son mencionadas como transeccional y longitudinal, estas son clasificaciones serán definidas seguidamente.

Transaccional.

De acuerdo con Liu (2008) y Tucker (2004) mencionados por Hernández et al. (2018), un diseño no experimental transaccional es:

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede (p.154).

Longitudinal.

Hernández et al. (2018) menciona que “los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos generalmente se especifican de antemano” (p.159).

El proyecto desarrolla un diseño no experimental transaccional, debido a que durante el estudio de la situación actual de la investigación se realizará de bajo la recolección de datos, con eso para analizar las variables que se presentan dentro de la investigación que inciden con el problema que se presenta dentro de la empresa, llegando también a conocer el impacto que presenta en el área de clasificado manual del departamento de Inspección Final.

Variables

De acuerdo con Hernández et al. (2018) define que “una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (p.105).

Continuando con el autor anterior “Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría” (p.105).

A continuación, se presenta la en la Tabla 1 con las variables:

Tabla 1: Variable

Objetivo específico	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir los factores que provocan las lesiones dentro del proceso del clasificado de la llanta.	Los factores que provocan las lesiones	Son consecuencias de sobreesfuerzo o malos hábitos durante las operaciones de levantamiento y transporte de cargas. (Roldán, 2021, p.136)	Porcentaje de clasificadores lesionados.	Registro del consultorio médico
Medir las consecuencias que provocan las lesiones dentro del proceso de clasificado de la llanta.	Las consecuencias que provocan las lesiones	Se pueda entender de forma más precisa las dimensiones del problema que se está abordando, con un mayor detalle sobre el flujo de trabajo. (Criollo et al., 2021, p.69)	Porcentaje de lesiones por esfuerzo excesivo	Registro del consultorio médico
Analizar las causas que originan las lesiones dentro del proceso de clasificado de la llanta.	Causas	Se determina la causa raíz del problema, que no es otra cosa que aquella razón profunda que genera las desviaciones dentro del	Porcentaje de las causas	Informe de supervisores en el cambio de turno.

		proceso productivo. (Criollo et al., 2021, p.70)		
Desarrollar un rediseño del proceso de clasificado.	Rediseño del proceso	Rediseña los procesos de manera radical, con el objetivo de alcanzar mejoras notorias en costos, calidad, servicio y rapidez (Carrera et al, 2019, p.43)	Tiempo de ejecución/el tiempo propuesto	Informe del Departamento de Proyectos.
Establecer indicadores de control para la implementación del rediseño del proceso de clasificado.	Indicadores de control	Instrumentos destinados a simplificar, medir y comunicar eventos complejos o tendencias (Contreras et al, 2017, p.53)	Resultado obtenido/resultado propuesto	Informe del Departamento de Proyectos.

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 1: Variable** se pueden observar las cinco variables que se utilizarán dentro del proyecto, con el fin de obtener un mejor panorama en relación el trabajo de investigación, los puntos a desarrollar y profundizar para su ejecución.

Muestra

Hernández et al. (2018) menciona que “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p.175).

A continuación, se presenta la Tabla 2 en donde se observa las muestras:

Tabla 2: Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
-----------	-----------------	--------------------	---------

Porcentaje de clasificadores lesionados	Poblacional	Operadores	Registro del consultorio desde el mes de enero a febrero
Porcentaje de lesiones por esfuerzo excesivo	Poblacional	Operadores	Registro del consultorio desde el mes de enero a febrero
Porcentaje de las causas	Poblacional	Causas	Registro de cambio de turno desde el mes de enero a febrero.
Tiempo de ejecución/el tiempo propuesto	Poblacional	Tiempo de ejecución	Durante la implementación del Proyecto
Resultado obtenido/resultados propuestos	Poblacional	Los resultados	Durante la implementación del Proyecto.

Nota: Acosta Fallas Arienne

De acuerdo con la **Tabla 2: Muestra**, se puede observar que se presentan 5 indicadores los cuales corresponden a los objetivos planteados dentro del proyecto, en estos indicadores se presenta las unidades de muestreo que se tomarán en cuenta dentro de la ejecución del proyecto y los cuales se tendrán en cuenta un periodo de tiempo para la recolección de las muestras.

Instrumentos

Grinnell, Williams y Unrau (2009) mencionan que un instrumento de medición es “aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (Hernández et al., 2018, p.199)

Se presenta la Tabla 3, la cual se presenta los instrumentos utilizados:

Tabla 3: Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos Requeridos

Porcentaje de clasificadores lesionados	Hojas de recolección de datos	Informáticos
Porcentaje de lesiones por esfuerzo excesivo	Hojas de recolección de datos	Informáticos
Porcentaje de las causas	Hojas de recolección de datos	Informáticos
Tiempo de ejecución/el tiempo propuesto	Hoja de observación	Informáticos
Resultado obtenido/resultado propuesto	Hoja de chequeo	Informáticos

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 3: Instrumentos**, se presenta lo que son los instrumentos y herramientas que son utilizados dentro del trabajo de investigación para la recolección de datos, los mismos fueron determinados por los indicadores que se encuentran relacionados con los objetivos planteados. Se utilizarán herramientas como las hojas de recolección de datos, hojas de observación y hojas de chequeo.

Recolección de Datos

Una recolección de datos es “elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (Hernández et al., 2018, p.198).

Se le conoce como la obtención de información para realizar un análisis inicial para el desarrollo de la situación que presenta la empresa extraída de distintas fuentes dentro de la empresa. Esto para realizar presentar mejor la situación y explicarse de la mejor manera. A continuación, se presenta la Tabla 4 en donde se muestra la información de donde se obtendrán los datos.

Tabla 4: Recolección de Datos

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados
Porcentaje de clasificadores lesionados	Reporte del consultorio médico.	Se genera un reporte de forma mensual y se digitan los datos en una	Determinar el porcentaje del personal que se

		hoja de recolección de datos, se verifica que los datos no presenten datos personales del departamento y que sean los datos correctos.	encuentra con lesiones debido al proceso.
Porcentaje de lesiones por esfuerzo excesivo	Reporte del consultorio médico.	Se genera un reporte de forma mensual y se digitan los datos en una hoja de recolección de datos, verificando que se obtienen los datos e información correcta.	Determinar el porcentaje de las áreas localizadas en fisioterapia debido a las lesiones presentadas
Porcentaje de las causas	Reporte de cambio de turno.	Se genera un reporte durante los cambios de turno durante un periodo, se digitan los datos en una hoja de recolección de datos, se verifican que los datos obtenidos sean los correctos para la ejecución de la evaluación de las causas.	Analizar las causas presentadas por el proceso que se encuentra en investigación.
Tiempo de ejecución/el tiempo propuesto	Reporte de avance del Departamento de Proyectos	Se genera un reporte semanal y se digita la información en una hoja de observación, verificando los tiempos de ejecución del	Conocer el tiempo y etapa real en la que se encuentra el proyecto con respecto al tiempo que se

		proyecto con respecto a los tiempos propuestos para el proyecto.	propuso a inicio de la investigación.
Resultado obtenido/resultado propuesto	Reporte final del Departamento de Proyectos	Se genera un informe final y se digita una hoja de chequeo verificando que los resultados obtenidos contra los resultados propuestos.	Conocer que los resultados planteados a inicio de la investigación se han cumplido de manera efectiva dentro de la empresa, dejando un valor agregado a ella.

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 4: Recolección de Datos**, se observa cuáles son los métodos de recolección de datos que se utilizará dentro del proyecto, además de las herramientas a utilizar y los beneficios esperados a la hora de la recolección de dichos datos, que se espera de ellos una vez se recolectan y se analicen de acuerdo a los indicadores plantados.

Método de Análisis

El método de análisis viene a ser lo que se utiliza para analizar los datos que se han recolectado, cuales herramientas y programas se utilizarán para la realización de este análisis y el uso con el que se utilizará la información recolectada y analizada dentro del trabajo de investigación.

A continuación, se presenta la Tabla 5 con el método de análisis del proyecto:

Tabla 5: Método de Análisis

Indicador	Análisis por realizar	Programa	Uso
Porcentaje de clasificadores lesionados	Realizar un análisis descriptivo en donde se utilicen las medidas de tendencia central para conocer el porcentaje de las	Excel	Reconocer el problema que presenta la empresa dentro del proceso de clasificado.

	lesiones que se presentan dentro del proceso.		
Porcentaje de lesiones por esfuerzo excesivo	Realizar un Análisis de Modo de Fallas y Efectos y un análisis de riesgos en donde se analice los datos con respecto a las lesiones que se presentan dentro del proceso por el esfuerzo excesivo.	Excel	Determinar las consecuencias que presenta la empresa debido a las lesiones presentadas.
Porcentaje de las causas	Realizar un análisis de Ishikawa, un análisis de hombre-máquina y el análisis de los 5 porqués con las causas que se presentan dentro del proceso.	Excel	Reconocer las causas principales que presenta la empresa dentro del proceso de clasificado.
Tiempo de ejecución/el tiempo propuesto	Realizar un cronograma en donde se pueda analizar tanto las fechas propuestas como las fechas reales de la ejecución del proyecto	Excel	Determinar los tiempos reales de ejecución del proyecto, con una comparación con respecto a el tiempo propuesto.

Resultado obtenido/resultado propuesto	Realizar un gráfico de control en donde se presente los resultados obtenidos con respecto a los resultados propuestos, analizando la efectividad que presento el proyecto.	Excel	Conocer la efectividad que presento la ejecución del proyecto dentro de la empresa.
--	--	-------	---

Nota: Acosta Fallas Arianne

Finalmente, en la **Tabla 5: Método de Análisis**, se puede observar los análisis que se utilizarán dentro de la investigación estos métodos se desarrollaran para cada uno de los indicadores planteados, así como el programa a utilizar que sería Excel, para realizar el análisis y por último el uso que se le dará a cada análisis realizado dentro del proyecto.

Cronograma

Esta herramienta se utiliza con el fin de desglosar y observar los capítulos por lo que se conforman el trabajo de investigación, desarrollar cada uno de los entregables con sus respectivos tiempos de entrega, esto para establecer los entregables por capítulo con el tiempo requerido, una herramienta para la realización de un cronograma es el Diagrama de Gantt.

Estructura de Trabajo Final de Graduación

El trabajo de investigación se presenta varios capítulos de los cuales estos se dividen en subpartes para dar más desglose y entendimiento a el proyecto, con datos y detalles que ayudan para completar los objetivos planteados dentro del proyecto. Este trabajo final de graduación cuenta con seis capítulos los cuales se trabaja en ellos durante 27 semanas, se puede observar en la Figura 34.

Figura 34: Estructura del TFG



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 34: Estructura del TFG**, se puede observar el contenido que se presenta en cada uno de los capítulos que se presentan dentro del proyecto. En el capítulo I se trata sobre la Introducción de todo el trabajo de investigación, planteamiento del problema que presenta la empresa, en el capítulo II se trata sobre el Marco Teórico, en el cual se menciona sobre todas las definiciones y las herramientas que se utilizarán dentro del trabajo de investigación.

En el capítulo III se trata sobre el Marco Metodológico, se trata sobre el enfoque, alcance, diseño, variables, muestras, recolección de datos y método de análisis que se utilizarán dentro de la investigación. Seguidamente, es el capítulo IV se trabajará en la evidencia actual que se presenta dentro de la empresa con respecto al problema. En el capítulo V se trata sobre la propuesta

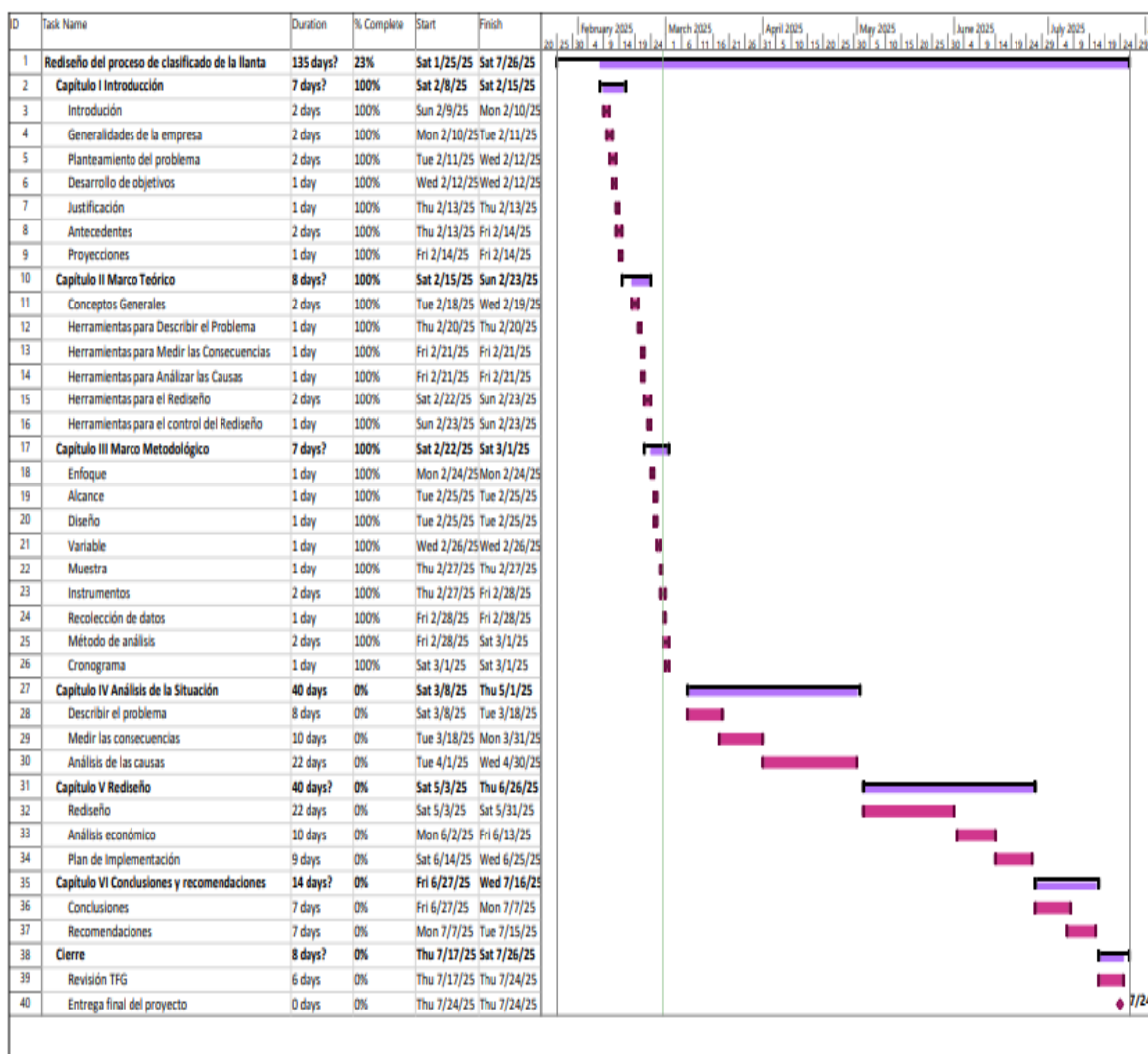
presentada a la empresa para solucionar el problema y por último se presenta el capítulo VI relacionado con las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Diagrama de Gantt

A continuación, se puede observar el diagrama de Gantt con el orden del desarrollo que presenta la investigación, con las fechas en las que se realizarán las entregas. Iniciando en la semana uno del primer semestre del 2025 y se terminaría en la semana diez del segundo semestre del 2025, siendo esto un total de 27 semanas para la realización del Trabajo Final de Graduación.

En la Figura 35 se describe específicamente las semanas y actividades que se realizarán.

Figura 35: Diagrama de Gantt



Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Figura 35: Diagrama de Gantt**, se visualiza cual es la línea de trabajo para cada uno de los capítulos que se pregunta dentro del trabajo final de graduación, iniciando desde el taller de graduación en el cual se trabaja en el trabajo por ocho semanas hasta el desarrollo del seminario, en el cual se trabaja en los capítulos IV, V y V desde la semana diez del primer cuatrimestre hasta la semana diez del segundo cuatrimestre del 2025. La línea de trabajo de los capítulos IV, V y VI dependerán del ritmo de trabajo en el que se realice, pero como mínimo el trabajo se realizará durante 27 semanas hasta su entrega final.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

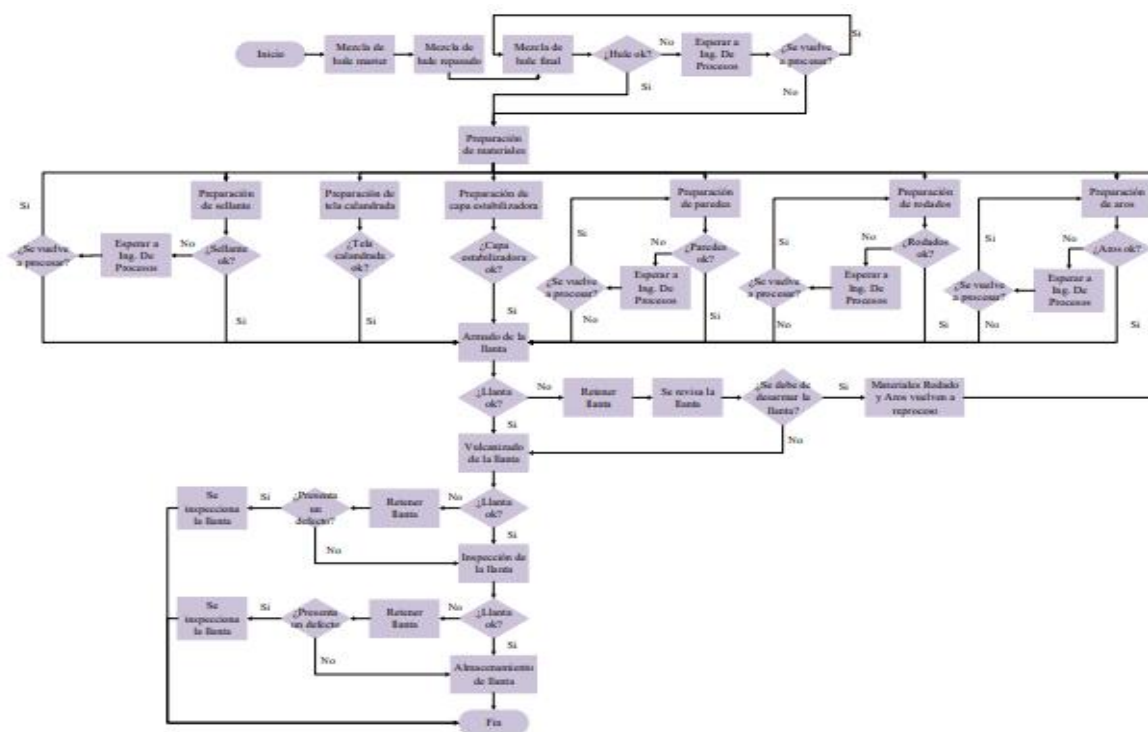
En el presente capítulo se desarrolla la situación actual que presenta la empresa en el proceso de clasificado de la llanta, describiendo el problema de la situación. Se llega a medir las consecuencias y analizar las causas dentro del proceso investigado. Se empezará a describir la preparación inicial para la fabricación de la llanta hasta llegar al punto de almacenamiento. Esto con el fin de conocer más a fondo la problemática que presenta la empresa Bridgestone de Costa Rica.

Descripción del Problema

En primer lugar, la empresa Bridgestone de Costa Rica es la encargada de fabricar llantas de distintas medidas y distribuirlas a distintos países como lo son México, Estados Unidos, el Caribe y también distribuirlas a nivel nacional.

El proceso de fabricación de la llanta inicia con la entrada de todas las materias primas a los distintos departamentos de producción, cada uno de ellos se organiza para que la línea de producción llegue hasta el almacenamiento de la llanta a bodega. En la Figura 36 se puede observar el proceso general de la fabricación de la llanta.

Figura 36: Diagrama de Flujo General



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 36: Diagrama de Flujo General** se presenta el flujo para la fabricación de una llanta, iniciando con la preparación de la materia prima que es el hule master y reparado para llegar al hule final, el cual es utilizado para realizar la demás materia prima que se trata de la preparación de los materiales para el armado de la llanta, una vez se tiene los materiales se pasa al proceso del armado de la llanta, una vez se obtiene se sigue al proceso de vulcanizado, seguidamente a inspeccionar la llanta y si la llanta se presenta con todas las condiciones debidas se realiza el almacenamiento de la misma.

En cada proceso durante antes del armado de la llanta existe la condición de que si se presenta un problema con el material preparado se vuelve a reprocesar con indicaciones del ingeniero de procesos, al igual que durante el proceso del armado de la llanta, si presenta un defecto es revisada y puede presentar la condición de ser desarmada para volver a reprocesar los materiales de Rodado y Aros solamente. En el proceso de Vulcanizado e Inspección Final también se puede presentar llantas que van a ser retenidas, pero en este caso son inspeccionadas pero las mismas no son ingresadas a el almacén.

Ahora, en el departamento de Inspección Final se encarga de inspeccionar las llantas una vez han sido vulcanizadas en el proceso anterior. El departamento es el responsable de entregar la llanta con la mejor calidad posible al cliente, realizando una inspección meticulosa de la llanta por parte de los trabajadores al igual que los ingenieros responsables del departamento, desde el Ingeniero y jefe de Producción, encargado de velar que la producción se cumpla, así como el ingeniero de Calidad que verifica que las llantas ingresen bien y las máquinas se encuentren trabajando de la mejor manera para obtener un buen resultado a la hora de la entrega, también los ingenieros técnicos que se encargan que la llanta cumpla con la uniformidad requerida.

Cada ingeniero como trabajador que se encuentran dentro del departamento son importantes para que se llegue a cumplir el objetivo de producción de mes que cuenta la empresa, así como también los que son los proveedores de Inspección Final, que en este caso son el departamento de Vulcanización, también entre los proveedores se encuentra Mantenimiento ya que son un departamento importante dentro Bridgestone, ya que son los encargados de resolver las llantas que salgan en la máquina industrial en producción. Aunque, en la Figura 37 se puede observar de mejor manera como se trabaja dentro del departamento de Inspección Final.

Figura 37: Diagrama SIPOC del Departamento de Inspección Final



Nota: Acosta Fallas Arienne

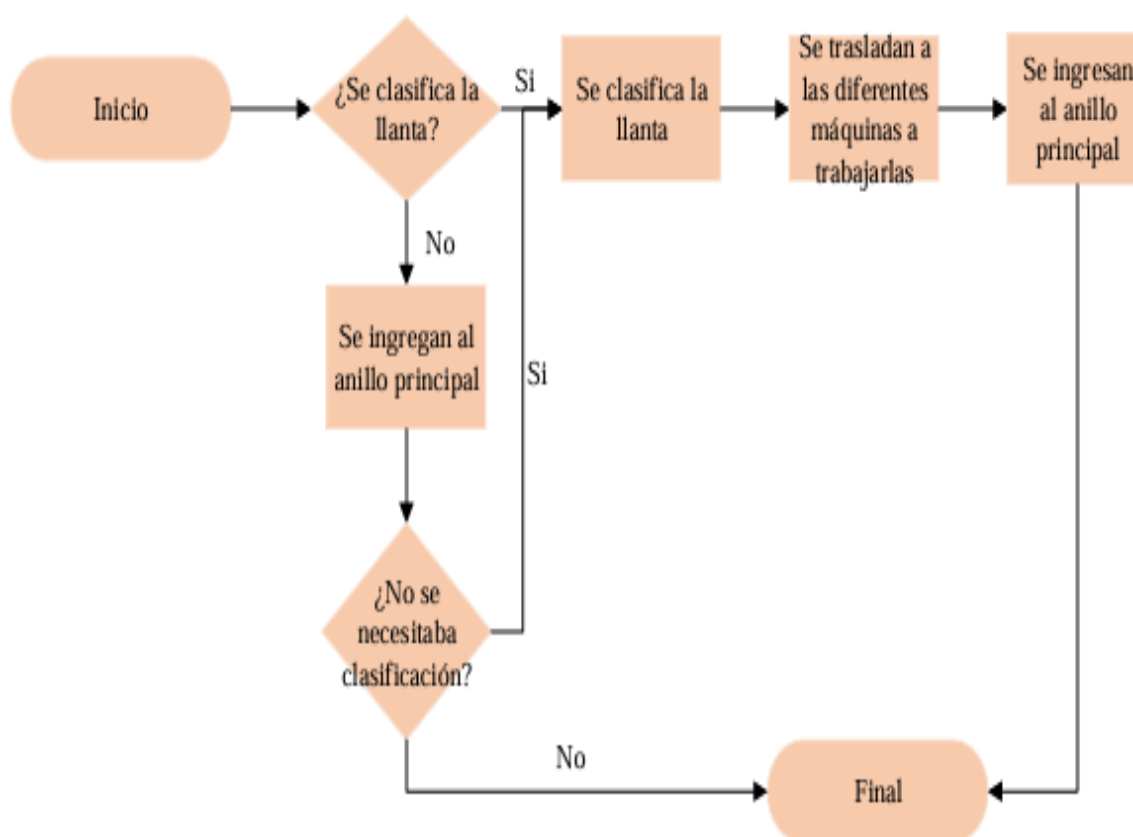
La **Figura 37: Diagrama SIPOC del Departamento de Inspección Final** se puede observar cuáles son los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes que presenta el departamento de Inspección Final. Se visualiza que uno de los proveedores principales para el departamento es Vulcanización ya que de ahí se vienen las llantas curadas y listas para realizar los siguientes procesos que se encuentran en el diagrama.

- Pelar llantas que lo requieran
- Inspeccionar y clasificar llantas
- Retrabajar llantas no conformes por apariencia
- Re inspeccionar y clasificar las llantas retrabajadas
- Segregar llantas por medida en Clasificado
- Pulir llantas de costado blanco
- Pasar llantas por TUO, DMachine, balanceadora y rayos X, según se defina
- Etiquetar, según está definido, de acuerdo con requerimientos específicos del cliente

- Entregar producto final al Almacén de Producto Terminado.

Al comprender los procedimientos que se llevan a cabo en el departamento, el proyecto se centrará en la segregación de llantas según su tamaño dentro del proceso de clasificación. Esto se debe a que algunos trabajadores han sufrido lesiones al realizar esta tarea y ocasionando que dentro del proceso ocurran incapacidades generando costos adicionales para la empresa. Antes de presentar datos relacionados con el tema, se analizará el flujo de trabajo en dicho procedimiento, lo cual se puede visualizar en la Figura 38.

Figura 38: Diagrama de flujo de Clasificado



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 38: Diagrama de flujo de Clasificado** se puede observar cómo es el flujo dentro de dicho proceso, se inicia con la llegada de la llanta luego de ser inspeccionada en la cabina de inspectores, se realiza la pregunta sobre si la llanta debe de ser clasificada, si es necesario el operador deberá de clasificar la llanta por el color del rodado y de la medida y al contar con la

cantidad de 20 llantas aproximadamente se deberá de trasladar la carreta a las respectivas máquinas de trabajo, las máquinas a las cuales se les entrega son Pulidora de Banda Blanca y TUO, luego de ser trabajadas las llantas deberán de ser ingresadas al anillo principal de bandas transportadoras para que sigan los siguientes procesos. En el caso de que la llanta no necesite ser clasificada seguirá el proceso dentro del anillo principal, se vuelve a realizar una doble verificación de la llanta, si no necesita clasificado seguirá con los siguientes procesos, si es que lo necesita volverá al proceso de segregación.

Este proceso se trabaja durante un turno de 8 horas y cuenta con la cantidad de dos operadores uno encargado para la segregación de las llantas de acuerdo con el color del rodado y el tamaño y el otro operador es el encargado de trasladar las carretas con las 20 llantas en ella a las otras máquinas de trabajo. Aunque existen ocasiones en la que dicha área de trabajo solamente se encuentre un operador encargándose en segregación y traslado de estas, llegando a generar una gran carga para el clasificador ocasionando las lesiones. En la Figura 39 y Figura 40 se visualiza la forma de trabajo dentro del proceso.

Figura 39: Forma de trabajo



Nota: Acosta Fallas Arianne

Figura 40: Forma de trabajar



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 39: Forma de trabajo** y **Figura 40: Forma de trabajar** representa la forma de trabajar en dicha área, el trabajo del traslado de las llantas en la carreta es realizado alrededor de unas 30 o 40 veces durante el turno, distintivamente sea diurno, mixto o nocturno. Por lo que es un trabajo que presenta una exigencia física para el clasificador ya que recorren una distancia aproximada de 56 metros, generando operadores lesionados debido a la cantidad de peso que se deben de cargar, esto a la necesidad de cargar aproximadamente 20 llantas en una carreta con un peso de 30 kilos aproximada de cada llanta y transportarlas hacia las distintas máquinas donde serán procesadas.

Además se visualiza la forma en la que se carga la llanta desde la banda transportadora hasta la carreta a la que debe de ser colocada, este trabajo al igual que el traslado de las llantas en la carreta se realiza en un turno de 8 horas, diurno, mixto o nocturno, generando una carga aproximada de 600 a 800 llantas por turno hasta la carreta que deben de trasladar, si es un turno en donde solamente

se encuentra un solo clasificador realizando ambos trabajos, enfrenta una considerable exigencia física presentando las lesiones que se puede observar en la Tabla 6 la cual presenta información sobre la cantidad de operadores lesionados entre los meses de julio y noviembre de 2024.

Tabla 6: Operadores lesionados julio a noviembre 2024

Localización	Frecuencia
Cervicodorsal	7
Dorsolumbar	4
Extremidad Inferior	3
Extremidad Superior	4
Hombro	12
Lumbar	2
Total	32

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 6: Operadores lesionados julio a noviembre 2024** se observa la cantidad de operadores que se han encontrado lesionados en dichos meses del año 2024 y, además, se presenta el lugar en donde se encuentran las lesiones. Esto llegando a ocasionar molestias a la hora de realizar el trabajo de trasladar las carretas con las llantas a los otros procesos. Con los datos obtenidos, se analiza que en promedio los operadores presentan se presentan al centro médico con lesiones durante el tercer día de del turno trabajado.

Gracias a los datos anteriores de la Tabla 6, se obtuvo la Tabla 7 la cual se habla sobre los datos utilizados para la creación de un diagrama de Pareto, el cual ayudará a entender de mejor manera el porcentaje de lesiones y esfuerzo excesivo que se ha presentado dentro del proceso durante los meses del año 2024.

Tabla 7: Datos del Diagrama de Pareto 2024

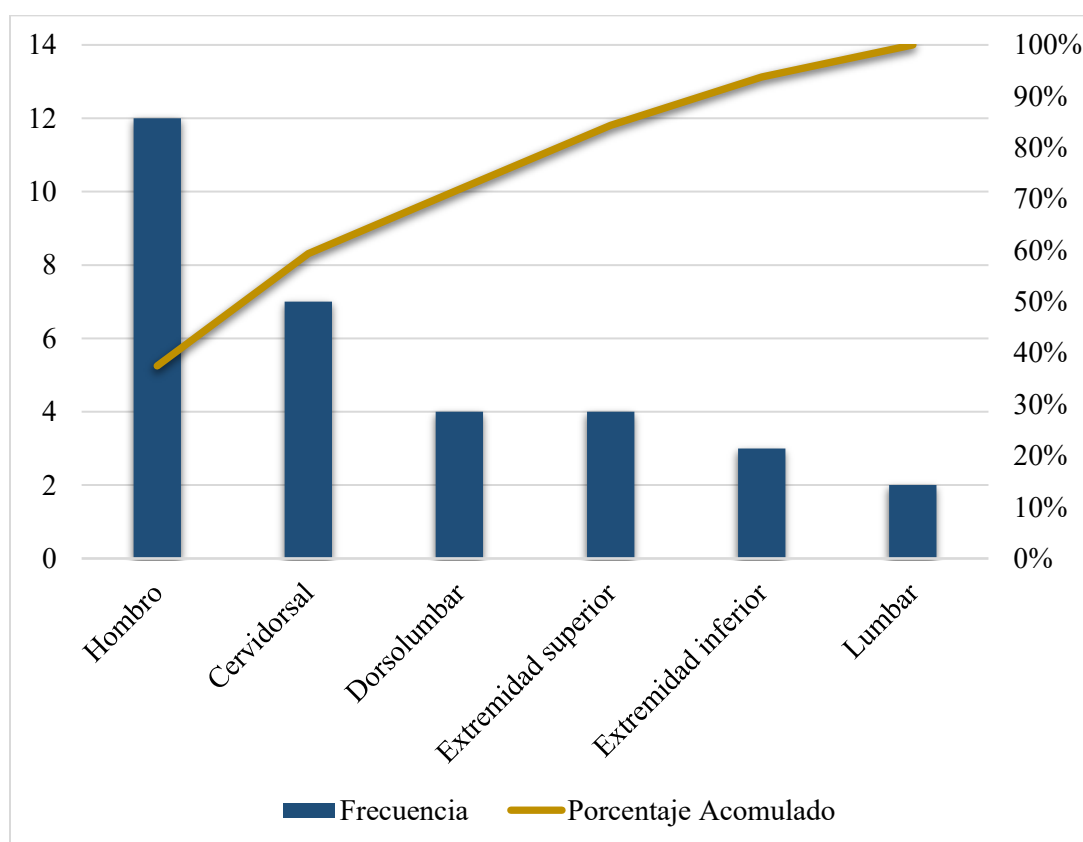
Localización	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Hombro	12	38%	38%
Cervidorsal	7	22%	59%
Dorsolumbar	4	13%	72%
Extremidad superior	4	13%	84%

Extremidad inferior	3	9%	94%
Lumbar	2	6%	100%
Total	32	100%	

Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Tabla 7: Datos del Diagrama de Pareto 2024** se encuentran los datos ordenados ascendentemente, y gracias a ello se llega a mostrar que es el área del hombro quien presenta mayores lesiones por parte de los operadores. Se muestran los porcentajes de los clasificadores lesionados y con ello también el porcentaje acumulado. En la Figura 41 se observa el diagrama de Pareto con los datos obtenidos.

Figura 41: Diagrama de Pareto julio-noviembre 2024



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 41: Diagrama de Pareto julio-noviembre 2024** se muestra el diagrama de Pareto, el cual se analiza que el 80% de los efectos que se encuentra es el 20% de las causas, por lo que se observa es que las lesiones que presentan los operadores son en el lugar del hombro, Cervidorsal y

el Dorsolumbar, el problema se origina debido al esfuerzo físico que los trabajadores generan para trasladar las llantas a los procesos o bien a la hora de cargar la llanta para ser colocada en la carreta. Con los datos presentados, se muestra cómo se encontraba el problema durante los meses del año 2024, pero también se presentan los datos del presente año. Esto para conocer cómo se ha comportado el problema durante los meses de enero y febrero del 2025, analizar los datos y conocer su comportamiento durante dichos meses el problema presentado. En la Tabla 8 se observa los datos obtenidos durante los dos primeros meses del año 2025.

Tabla 8: Datos meses de enero y febrero 2025

Localización	Frecuencia
Cervicodorsal	5
Extremidad Inferior	6
Extremidad Superior	3
Hombro	9
Lumbar	3
Total	26

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 8: Datos meses de enero y febrero 2025** se muestran los datos obtenidos con respecto a los clasificadores lesionados, llegando a existir una diferencia de lesiones entre los datos de la Tabla 6 con la tabla anterior, pero la disminución no ha sido tan significativa como se esperaba, ya que a diferencia del año 2024, el año 2025 con tan solo dos meses del año se presenta una cantidad de 26 operadores de clasificado lesionados en donde el segundo semestre del año 2024 se mostró la cantidad de 32 lesionados.

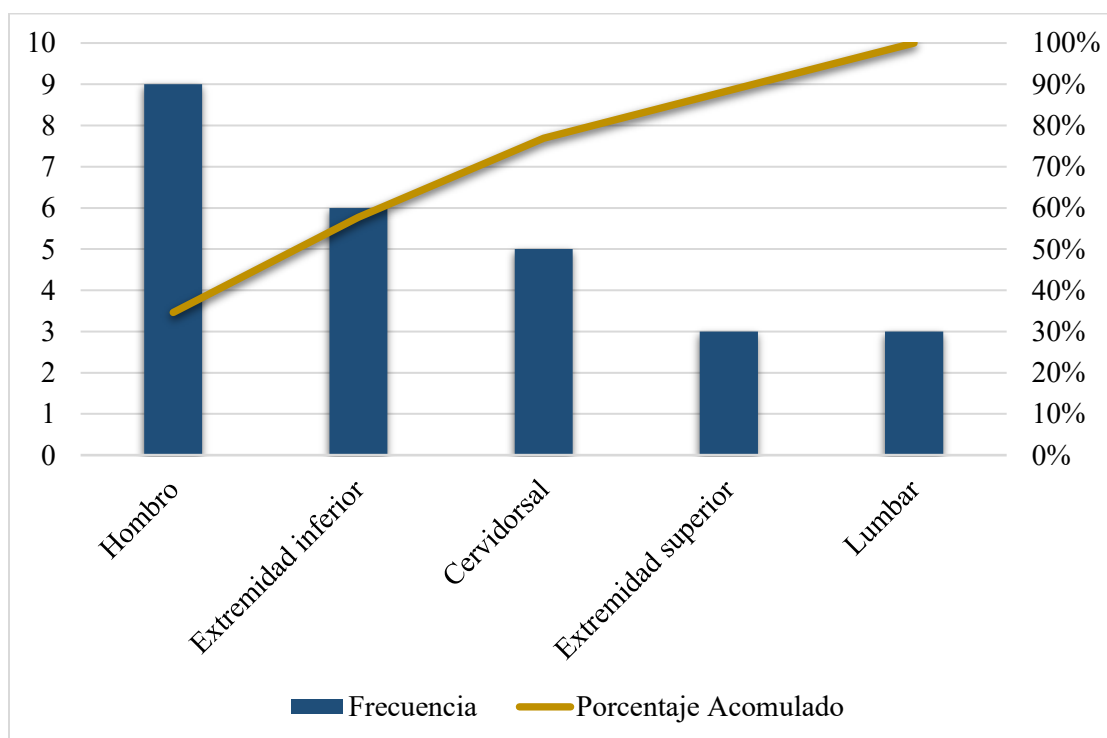
Con estos datos se puede analizar mejor la situación que presenta la empresa con respecto al esfuerzo físico y la forma de trabajo que se realiza en dicho proceso, llegando a cargar las llantas de mala forma o bien trasladando las carretas con bastante esfuerzo, más del que debería de ser permitido, y esto lleva a que se presenten las lesiones, generando así el problema que se analiza dentro del proyecto. En la Tabla 9 se muestran los datos para la realización del diagrama de Pareto, esto fue obtenido de igualmente gracias a los datos obtenidos en la Tabla 8. Esto para conocer de mejor manera el comportamiento de las lesiones con respecto al 2024.

Tabla 9: Datos del Diagrama de Pareto 2025

Localización	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Hombro	9	35%	35%
Extremidad inferior	6	23%	58%
Cervidorsal	5	19%	77%
Extremidad superior	3	12%	88%
Lumbar	3	12%	100%
Total	26	100%	

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 9: Datos del Diagrama de Pareto 2025** se encuentra ordenada ascendentemente y se puede observar que se encuentra nuevamente la lesión del hombro como se muestra en la Tabla 7. Seguidamente se presentan las lesiones en lugares como extremidad inferior y la cervidorsal, las cuales son las 3 primeras lesiones principales que se encuentran en la tabla. Con dichos datos se presenta la Figura 42 la cual sería el diagrama de Pareto para el año 2025.

Figura 42: Diagrama de Pareto 2025

Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Figura 42: Diagrama de Pareto 2025** los datos de la Tabla 9 se encuentran graficados y con ello se puede mostrar de mejor manera que las lesiones del hombro, la extremidad inferior y la cervidorsal son las que presentan el 80% de los efectos dentro del 20% de las causas que se ocasionan dentro del proceso durante los primeros meses del año 2025.

Con todos los datos tanto históricos como los actuales, se puede observar que el problema que presenta la empresa Bridgestone es un tanto grave para los operadores que se encuentran trabajando en dicho proceso y adicional también para quienes realizan las coberturas ya sea debido a una incapacidad sucedida por el problema mencionado. El tema de las coberturas es cubierto por la empresa al igual que las incapacidades que suceden dentro de dicho proceso, pero hablando de las coberturas que obtiene la siguiente información que se visualiza en la Tabla 10.

Tabla 10: Costos relacionados a las coberturas

Turnos de trabajo			
	Diurno	Mixto	Nocturno
Salario por hora	₡3,460.10	₡3,954.40	₡4,613.47
Pago extra por hora	₡5,190.15	₡5,931.60	₡6,920.20

Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Tabla 10: Costos relacionados a las coberturas** se muestra el salario base por hora trabajada de un clasificador, además del pago de extra por hora trabajada, llegando a tener en cuenta que la cantidad de horas extras permitas por la empresa son mínimo 4 horas y bien solamente 3 días por turno son permitidas. Dichos costos son relacionados a la empresa, llegando a pagar por un clasificador en extras alrededor de ₡20,760.60 durante el turno diurno, ₡23,726.40 en el turno mixto y ₡27,680.80 el turno nocturno, llegando a contar que solamente es un operador que realice una cobertura en dicha área de trabajo.

Con respecto a la incapacidad, la empresa se encarga de pagar los primeros 3 días de incapacidad un 50% del salario del turno en el que se encontraba trabajando el clasificador que salió lesionado, por lo que un clasificador que se encuentre trabajando durante el turno diurno la empresa le pagará un total de ₡13,840.40, si se encontraba en el turno mixto sería un total de ₡15,817.60 y el turno nocturno ₡18,453.88. Al conocer los costos asociados a las coberturas e incapacidades que cubre

la empresa se presenta la Tabla 11 donde muestra los costos totales que se presenta debido a una lesión en dicho proceso.

Tabla 11: Costos Totales

Turnos de trabajo			
	Diurno	Mixto	Nocturno
Salario Base	¢27,680.80	¢27,680.80	¢27,680.80
Pago Extra	¢20,760.60	¢29,658	¢41,521.20
Incapacidad	¢13,840.40	¢15,817.60	¢18,453.88
Total	¢62,281.80	¢73,156.40	¢87,655.88

Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Tabla 11: Costos Totales** muestra los costos totales relacionados a las lesiones que se presenta en el proceso de clasificado y que bien es un costo que se encarga el departamento de Inspección Final de ejecutar. Se visualiza los salarios base de cada uno de los turnos para poder sacar cual es el salario base se debe de multiplicar el pago de la hora trabajada, la misma se encuentra en la Tabla 10, por 8 horas en el caso del turno diurno, por 7 horas en el turno mixto y 6 horas en el turno nocturno. Las horas extras trabajadas se multiplica el pago de la hora trabajada por 4 horas en el turno diurno, por 5 horas en el turno mixto y por 6 horas en el turno nocturno. Las horas extras para los turnos mixtos y nocturnos se pagan de ducha manera ya que se debe de ajustar las 8 horas trabajadas más las 4 horas extras trabajadas.

Adicional, se toma en cuenta el monto de la incapacidad del clasificador que se encuentra incapacitado debido a una lesión relacionada al trabajo ejecutado, por lo que la empresa tiene un costo total a pagar, por turno, de ¢62,281.80 durante el diurno, ¢73,156.40 el mixto y ¢87,655.88 el nocturno. Estos costos solamente se encuentran reflejados al ser solamente un clasificador lesionado, uno en cobertura y solamente un día de extras en alguno de los tres turnos.

Conociendo los temas relacionados a los costos que presenta la empresa de acuerdo con las coberturas que se realizan debido a lesiones presentadas con respecto al problema descrito, se presenta las horas de incapacidad durante los meses de julio a diciembre del 2024 en la Tabla 12, el cual ayuda a conocer la cantidad de horas que un operador se incapacito debido a una lesión presentada anteriormente.

Tabla 12: Horas de incapacidad 2024

Mes 2024	Horas
Julio	0
Agosto	8
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	136
Diciembre	160
Total	304

Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Tabla 12: Horas de incapacidad 2024** se presenta las horas de incapacidad de los operadores, los cuales en el mes de julio no se presentaron horas de incapacidad debido a lesiones, al igual que los meses de septiembre y octubre, pero el mes de agosto se presentaron 8 horas de incapacidad, dichas horas la empresa tuvo que realizar la cobertura de dicha plaza y además pagar dicha incapacidad del clasificador, en el mes de noviembre se presentaron 136 horas de incapacidad y para el mes de diciembre 160 horas de incapacidad, presentando un total de 304 horas de incapacidad durante el segundo semestre del 2024. Con dichos datos, se conoce que el departamento se presentaron gastos de coberturas e incapacidad durante agosto, noviembre y diciembre, pero no solamente se analiza los meses del 2024, si no también se presentan los primeros dos meses del año 2025, dicho datos son presentados en la Tabla 13.

Tabla 13: Horas de incapacidad 2025

Mes 2025	Horas
Enero	96
Febrero	0
Total	96

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 13: Horas de incapacidad 2025** se muestra las horas de incapacidad durante los primeros dos meses del año 2025, en el cual se visualiza que el mes de enero solamente se presentaron 96 horas de incapacidad en el proceso de clasificado, aunque durante el mes de febrero

no se presentaron horas de incapacidad, logrando que solo el mes de enero generara el gasto dentro del departamento de las coberturas de las incapacidades y el pago de dicha incapacidad.

Con los datos presentados de las horas de incapacidad, se analiza los costos relacionados que presento la empresa durante el segundo semestre del 2024 y los primeros dos meses del 2025, dichos costos se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Costos relacionados a las horas de Incapacidad

Año	Mes	Horas	Costos
2024	Julio	0	-
	Agosto	8	¢223,094.08
	Septiembre	0	-
	Octubre	0	-
	Noviembre	136	¢30,340,794.88
	Diciembre	160	¢35,695,052.80
Total	-	304	¢66,258,941.76
2025	Enero	96	¢21,417,031.68
	Febrero	0	-
Total	-	96	¢21,417,031.68

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 14: Costos relacionados a las horas de Incapacidad** se presentan los costos relacionados a las horas de incapacidad durante los tres turnos de trabajo que presenta la empresa durante los meses estudiados, el mes de agosto que se presentó solo 8 horas de incapacidad, los costos que presentó el departamento fueron de ¢223,094.08 esto a que se subo los costos totales de la Tabla 11. Para el mes de noviembre en donde las horas de incapacidad presentadas fueron de 136, sus costos presentados fueron de ¢30,340,794.88 y durante el mes de diciembre con sus 160 horas de incapacidad, sus costos fueron de ¢35,695,052.80, para presentar un total de ¢66,258,941.76 para finales del año 2024. Para los dos meses del año 2025 se realizó dicho calculo y al solo presentarse el mes de enero con 96 horas de incapacidad, los costos presentados por el departamento fueron de ¢21,417,031.68.

Al comprender el proceso de clasificado de las llantas según su tamaño y color de rodado, así como la manera en que se desarrolla el trabajo, se identifican las lesiones ocasionadas por el esfuerzo físico excesivo que es requerido en dicho trabajo. Esto permite determinar las áreas con mayor incidencia de lesiones entre los trabajadores y los costos asociados a ellas, así como las horas de incapacidad que se presentaron dentro del el segundo semestre del 2024 e inicios del 2025 y los costos que se presentaron durante dicho periodo. Por ello, se busca rediseñar el proceso con el objetivo de reducir las lesiones en el área de trabajo, mejorar la eficiencia operativa y disminuir los costos relacionados a incapacidades, coberturas dentro del departamento, así como la reducción de horas de incapacidad en dicho proceso.

Medición de las Consecuencias

A continuación, se realizará la medición de las consecuencias que se presentan dentro del problema descrito anteriormente en la empresa Bridgestone de Costa Rica, las herramientas a utilizar ayudarán a conocer mejor las consecuencias que se llega a presentar dentro del proceso si este problema se sigue presentando y no se trabaja en ello en un futuro.

Análisis de Riesgos

Se presenta un análisis de riesgos en donde se puede observar los riesgos potenciales que tiene el proceso de clasificado hacia los clasificadores y por el cual es que se presentan las lesiones dentro del proceso, los riesgos que se presentarán en el análisis se trabajaran durante la propuesta que se le presentará a la empresa para trabajar en la disminución del problema descrito, en la Figura 43 se observa el análisis de riesgos trabajado.

Figura 43: Análisis de Riesgos Clasificado

APPLICATION: Clasificado de la llanta en IF										DATE: 14/4/2025		RA Tool Rev. 4.4				
DESCRIPTION: Análisis del proceso de Clasificado										Count						
Design Phase										Safety Release Phase						
Initial Risk Estimation					Risk Reduction					Validation (test and check)						
Item ID (Ctrl-1)	User - Task (Ctrl-1)	Severity/Impact	Hazard (Ctrl-1)	Initial Risk Level (Ctrl-1)	Minimum System Performance (PL)	Urgency	Description (Ctrl-1)	Target Completion Date	Responsible Person	Resulting System Performance PL (Ctrl-1)	Residual Risk Level (Ctrl-1)	Acceptable Risk (Ctrl-1)	Actual Completion Date	Note (Residual Risk)	Item ID	Design Detail 1 (Ctrl-1)
1	Operator Clasificación de llanta	No	Carga de llanta Ergonomics, Hombro	HIGH	N/A	High	Risk is reduced by Design out - Elimination or reducing human interaction via modifying the process.			N/A	HIGH				1	Design out - Elimination or reducing human interaction via modifying the process, Modificación del proceso mediante la instalación de nuevas bandas transportadoras para que se transporte la llanta una vez sea clasificada mediante una cámara lectora hacia las debidas máquinas
2	Operator Traslado de la llanta en carretas	No	Carreta con llantas Ergonomics, Espalda y Hombro	HIGH	N/A	High	Risk is reduced by Design out - Elimination or reducing human interaction via modifying the process.			N/A	HIGH				2	Design out - Elimination or reducing human interaction via modifying the process, Modificación del proceso mediante la instalación de nuevas bandas transportadoras para que se transporte la llanta una vez sea clasificada mediante una cámara lectora hacia las debidas máquinas

Nota: Acosta Fallas Arienne

En la **Figura 43: Análisis de Riesgos Clasificado** se presenta los riesgos que presenta el clasificador dentro del proceso. Uno de ellos es la carga de la llanta que puede representar un desafío ergonómico para el operador encargado de la tarea, como medida para mitigar este problema, se sugiere eliminar o reducir la intervención humana dentro del proceso para así evitar que el operador presente una lesión ergonómica por la mala carga de la llanta.

Otro riesgo analizado es el uso de la carreta en el procedimiento, la cual, al transportar veinte llantas de aproximadamente 30 kilos cada una y a una distancia de 56 metros a los distintos procesos a los que se le entrega la llanta para realizar su proceso o reproceso esto genera una postura inadecuada para el clasificador, por lo que para mitigar el problema se propone de igual manera la eliminación o la reducción de la interacción humana dentro de dicha actividad.

Los riesgos presentados van enfocados hacia los clasificadores y las lesiones que presentan por realizar dichas actividades durante sus jornadas laborales de 8 horas o bien de 12 horas si se encuentran realizando coberturas de los otros operadores que se encuentran incapacitados por este problema que se presenta dentro del proyecto.

Análisis de Modo de Fallas y Efectos (FMEA)

Un análisis de Modo de Fallas y Efectos o bien conocido como un FMEA en un análisis que ayuda a conocer los potenciales modos de falla y efecto que se puede llegar a presentar dentro del proceso de clasificado de la llanta, con esto llegando a conocer más las posibles consecuencias de las lesiones que presentan los operadores a la hora de ejecutar el proceso. En la Figura 44 se observa el FMEA para el proceso.

Figura 44: FMEA de Clasificado

COSTA RICA		POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS - PFMEA															
NUMERO DE AMFE:		PAMEF-133-01				RESPONSABLE DEL PROCESO:				Jefe de Departamento							
PROCESO:		Inspeccion Final				Maquinas: Clasificado				FECHA DE AMFE (ORIG.):		25/5/2004		FECHA CLAVE REVISION:		5/5/2023	
No.	PROCESO FUNCION REQUERIMIENTO	MODO DE FALLA POTENCIAL	Producto Proceso Práctica estándar Corp.PFMEA	EFECTO(S) POTENCIAL DE LA FALLA	Ejemplo	SPCL CHAR	S E V	CAUSA(S) POTENCIAL / MECANISMO DE FALLA	O C U R	CONTROLES DEL PROCESO ACTUALES		D E T	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS			
										DE PREVENCIÓN	DE DETECCION						
14.10	Clasificado																
14.10.1	Clasificado	Carga incorrecta en las carretas	Corp_PFMEA	Asomala del producto observada por cliente exigentes. Ejemplo: coloracion ligera, pulido de banda de rodamiento pobre.	Llantas equivocada		2	Operador confunde la medida	6	Linea de color en rodado y estampado de la llanta	Visual Operator	8	96	Con una cámara lectora identificar el color del rodado de la llanta.			
14.10.2	Clasificado	Mal manejo de las carretas	Proceso	Puede poner en peligro el operador (máquina o proceso) sin previo aviso. O puede afectar operaciones seguras.	Mala manipulación de la carreta		10	Operador transporta carreta con fuerza excesiva.	6	Trasladar la carreta con una fuerza adecuada	NA	2	120	Automatizar el proceso del traslado de la llanta a los procesos.			
14.10.3	Clasificado	Carga incorrecta de la llanta	Proceso	Puede poner en peligro el operador (máquina o proceso) sin previo aviso. O puede afectar operaciones seguras.	Mala carga de llanta		10	Operador carga incorrectamente la llanta	5	Cargar la llanta de manera correcta	NA	2	100	Automatizar el proceso, evitando el contacto humano para la carga de la llanta			

Nota: Acosta Fallas Arienne

La **Figura 44: FMEA de Clasificado** se presenta los posibles modos de falla y efectos dentro del proceso, como lo que es la colocación de una llanta en una carreta equivocada, un ejemplo de ello es que un clasificador coloque una llanta con un rodado y tamaño distinto a las que se encuentran sobre una carreta en especifica con un rodado y tamaño especifico esta posible falla puede ser ocasionada debido a que el clasificador confunde la medida. Una manera de prevención de dicha falla es identificar la línea de color del rodado y el estampado de la llanta y una de las acciones recomendadas es la colocación de una cámara que identifique la llanta que debe de ir a la carreta.

Otro modo de falla identificado es el manejo inadecuado de la carreta para el traslado de las llantas hacia los demás procesos necesarios para su trabajo o retrabajo, la posible falla que se puede presentar dentro ella es que el operador transporte la carreta con una fuerza excesiva de la debida, una manera de prevención de la falla es de realizar dicha acción con una fuerza debida, sin generar una fuerza excesiva. Una acción de recomendación que se presenta para dicha causa es la automatización de dicha actividad para reducir la interacción humana.

Y, por último, el modo de falla identificado es la mala carga de la llanta la posible falla que se podría presentar dentro de la actividad del proceso es que el operador cargue la llanta en una mala posición generando una inadecuada carga por parte del clasificador, la prevención que se presenta para esta causa es cargar la llanta de una mejor manera para evitar la lesión para el operador. La acción recomendada para dicha falla es la automatización la actividad para reducir la interacción humana dentro de la actividad.

Análisis de las Causas

En el siguiente apartado se realizará un análisis de las causas del problema presentado dentro del proceso de clasificado en la empresa Bridgestone y el por qué se presentan las lesiones en los clasificadores, llegando a utilizar herramientas de ingeniería como lo que es el Diagrama de Ishikawa o también se le conoce como causa-efecto, así como también es la herramienta de los 5 porqués. Con cada detalle del análisis se presentarán las causas más importantes dentro del proceso de clasificado.

Diagrama de Ishikawa

Un diagrama de Ishikawa, también conocido como el diagrama causa-efecto, funciona para determinar las principales causas dentro de un problema, en este caso determinar las principales causas que se presentan dentro del problema de las lesiones dentro del proceso de clasificado en la

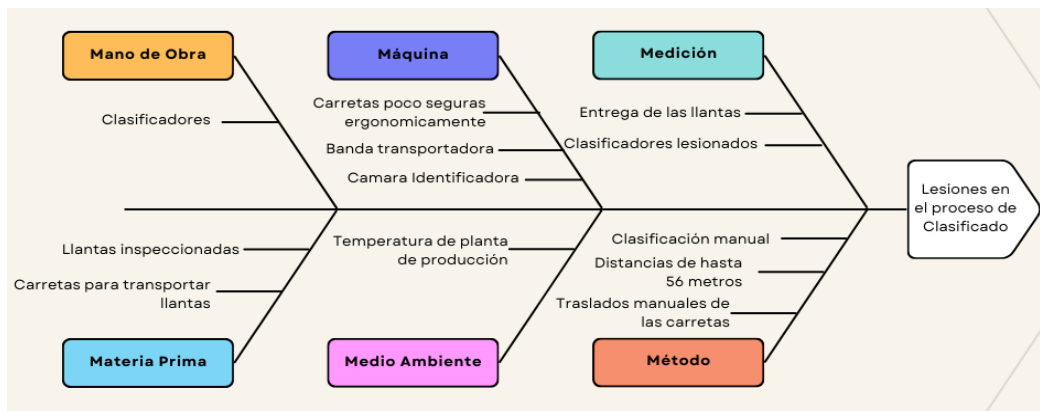
empresa Bridgestone, para ello se debe de análisis seis puntos clave los cuales son conocidos como las 6M:

- Medición
- Materia Prima
- Mano de Obra
- Medio Ambiente
- Máquina
- Método

La medición se analiza lo que se encuentra dentro del proceso y su estado, la materia prima se analiza lo que se utiliza dentro de las actividades para cumplir con el producto, la mano de obra su análisis se trata sobre el personal calificado para realizar dicho proceso, con el medio ambiente se trata sobre aspectos relacionados con el ambiente dentro del proceso, con la máquina se analiza la maquinaria con la que se cuenta para realizar el proceso y el método se analiza la forma en la que se trabaja den dicho proceso.

Al ya ser presentado en los apartados anteriores el problema dentro del departamento de inspección final, se definen las causas que se visualizarán en el diagrama de Ishikawa, gracias a la información obtenida, se realiza un análisis con cada una de las 6M mencionadas y con esto analizar de una mejor forma la causa raíz que se presenta dentro del proceso de clasificado de la llanta, en la Figura 45 se presenta el diagrama de Ishikawa y cuáles fueron las causas analizadas dentro del proceso estudiado.

Figura 45: Diagrama de Ishikawa



Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Figura 45: Diagrama de Ishikawa** se menciona sobre cada una de las 6M estudiadas, en Medición se comenta que una causa de las lesiones es la entrega de las llantas y otra es los clasificadores lesionados, ya que se encuentra en la medición debido al problema presentado. Con respecto a máquina se presenta que las carretas poco seguras ergonómicamente, debido a que es una de las causas por las cuales se presenta lesiones en los clasificadores, además de la banda transportadora en donde se llegan las llantas que deben de ser clasificadas, la misma es una banda muy corta en la que los trabajadores deben de sacar la llanta para colocarla en la carreta en la que se transportan y por último se cuenta lo que es la cámara identificadora la cual es la encargada de solamente identificar cual llanta debe de ser clasificada.

Con la mano de obra se presentan los clasificadores quienes son los más afectados debido a las lesiones presentadas, en la Materia prima se presenta las llantas inspeccionadas y que de acuerdo con la cámara identificadora son clasificadas y también se presenta las carretas para transportar las llantas clasificadas que también es una de las causas presentadas por las que se obtienen las lesiones ya que puede presentar aproximadamente 30 kilogramos por cada llanta. Con respecto al medio ambiente, se analiza y se obtiene la temperatura dentro de la planta de producción generando cansancio en los clasificadores y generando posibles lesiones y por último se tiene el método el cual se presentan que el proceso de clasificado es manual, así también como la distancia que debe de recorrer un clasificador desde su punto de trabajo hasta la máquina más larga que deben de entregar y también se presentó el traslado de las llantas en la carreta es de forma manual.

Todo el análisis realizado por el diagrama de Ishikawa, se presenta que la mayor causa es el proceso manual que presenta en dicha área de trabajo, generando que los clasificadores clasifiquen la llanta de forma manual, se llegue a trasladar con carretas con las llantas sobre ella y ejercer un esfuerzo excesivo para lograr trasladarlas, recorriendo una distancia de hasta 56 metros hasta la máquina de procesos más larga a las cuales se les entrega una carreta con las llantas, se junta a todo este proceso las condiciones climáticas que se genera dentro de la planta de producción.

El análisis realizado muestra las causas que se obtienen debido al problema presentado dentro del departamento, llegando a sumarle el hecho de las coberturas que se realizan debido a las incapacidades presentadas dentro del proceso debido a las lesiones que se originan dentro del proceso, generando costos adicionales dentro del departamento de Inspección Final.

Análisis 5 Porqués

Un análisis de los 5 porqués es utilizado para conocer la causa raíz que se presenta un problema, en este caso es utilizado para ampliar de una mejor manera la causa raíz que se presenta dentro del problema del clasificado de la llanta, al conocer mejor la causa raíz que se presenta se podrá analizar una mejor solución para el problema descrito y así presentar la propuesta a la empresa Bridgestone para su implementación y así llegar a disminuir las lesiones dentro del proceso así como también la disminución de los costos dentro del departamento debido a las incapacidades y coberturas que se realizan dentro del proceso debido a el presente problema. En la Figura 46 en la cual se presenta el análisis de los 5 porqués del problema.

Figura 46: Análisis 5 Porqués



Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Figura 46: Análisis 5 Porqués** se presenta los 5 porqués que se realizan para conocer más a fondo y analizar el problema presentado, la primera pregunta presentada es ¿Por qué se presentan lesiones e incapacidades en el proceso?, esto se debe a que existe una mala forma de trabajo, se tomó la respuesta de dicha pregunta para poder realizar la segunda pregunta la cual es ¿Por qué existe una mala forma de trabajo?, llegando a tener como respuesta que el operador debe de realizar la tarea con mucha exigencia física, se volvió a tomar esta misma respuesta para la siguiente pregunta siendo esta ¿Por qué el operador realiza la tarea con mucha exigencia?, obteniendo una respuesta que debido a las herramientas y el proceso inseguro ergonómico que presenta gracias a dicha respuesta se obtuvo la cuarta pregunta ¿Por qué las herramientas y el proceso son inseguros ergonómicamente?, porque al ser un proceso manual se realiza de dicha manera, y a ello se obtuvo la última pregunta ¿Por qué es un proceso manual?, y la respuesta que se dio es que el clasificado de la llanta se realiza de manera visual y aunque ejerce fuerza al colocarla sobre la carreta, al igual que ejerce fuerza al trasladar la carreta.

El análisis de las causas presentadas se muestra que la mayor causa por el cual se presentan las lesiones e incapacidades es debido a las herramientas utilizadas para realizar el trabajo como lo son las carretas que se utilizan para transportar las llantas a las máquinas debidas y también el bajar la llanta de la banda transportadora, ocasionando lesiones en lugares como son el hombro o lesiones lumbares, aunque también la causa principal por el cual ocurren las lesiones es debido al proceso manual que presenta el proceso, exigiendo fuerza no recomendada a los clasificadores.

CAPÍTULO V REDISEÑO

El siguiente capítulo se hablará el diseño o bien el rediseño que se le presentará a la empresa para llegar a mejorar de manera eficiente el problema presentado en el capítulo anterior con respecto a las lesiones presentadas por los operadores, además de llegar a mejorar los gastos que se presentan dentro del departamento debido a las lesiones e incapacidades. Este capítulo se desarrolla en tres etapas en donde inicialmente se desarrolla el rediseño a presentar a la empresa seguidamente se presentará el análisis económico en el cual se habla sobre los costos en los que estará relacionados para implementar el diseño y por último el plan de implementación para ejecutar el rediseño.

Rediseño

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo IV del diagnóstico de la situación actual presentada en el departamento de Inspección Final, con dicho análisis se busca la manera de realizar un rediseño dentro del proceso de clasificado, realizando mejoras dentro de ella ayudando tanto a los operadores encargados del proceso, como a la empresa y del departamento con respecto a los costos asociados a las incapacidades y coberturas, dichas mejoras se encuentran relacionadas con los objetivos planteados al inicio del trabajo.

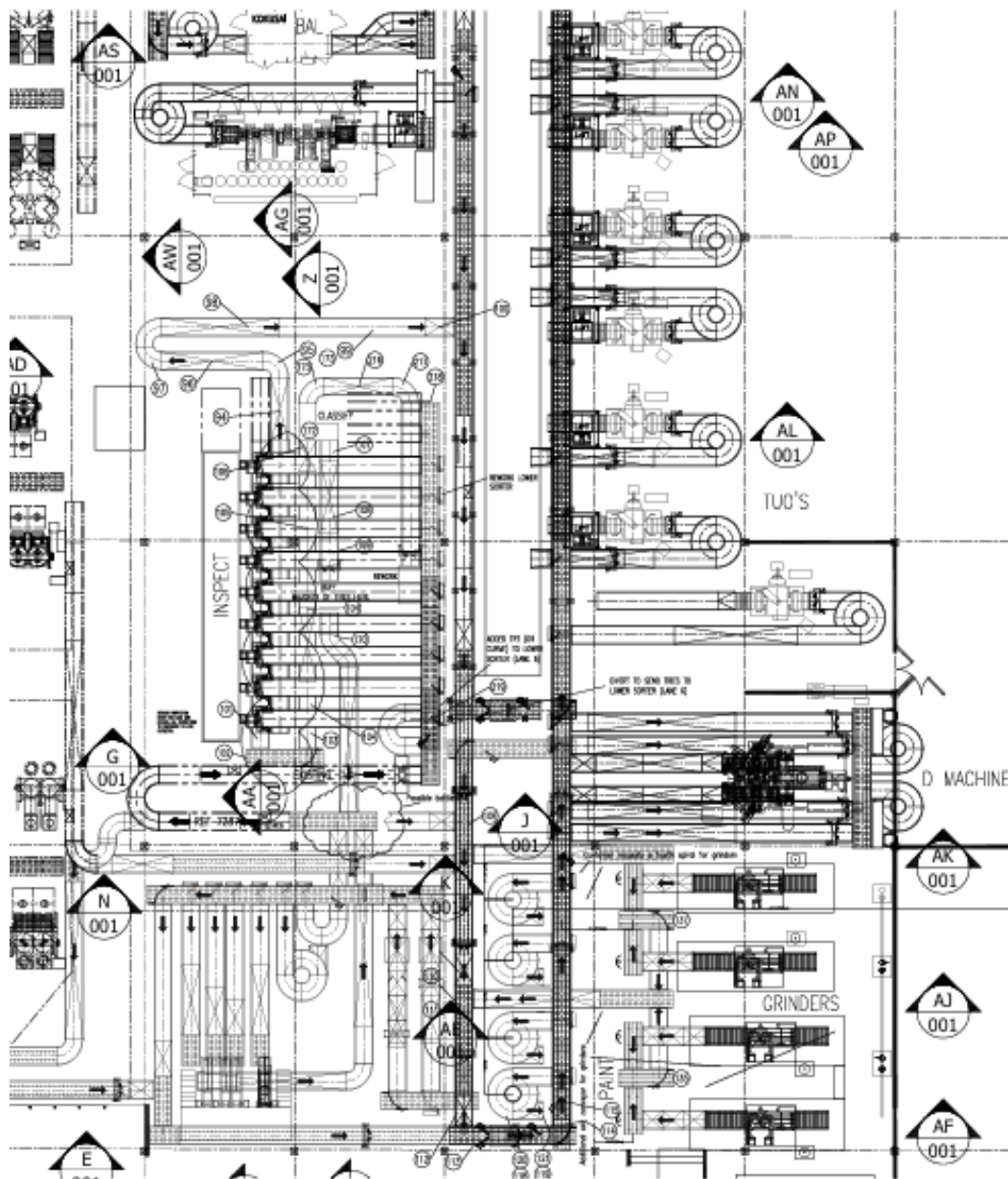
Para iniciar el rediseño de dicho proceso se debe de trabajar en la realización de un layout para lograr unir algunos procesos con las bandas transportadoras, los procesos a unir serían la inspección de las llantas, el proceso estudiado que es el clasificado, el ingreso de las llantas a las máquinas pulidoras que son las TUO, D-Machine y las Pulidoras de Banda Blanca, esto para que se encuentre en un solo anillo principal y que al ser ya inspeccionadas y pulidas sigan sus debidos siguientes procesos de trabajo.

Una vez realizado el layout, se deberá de realizar la compra de las bandas transportadoras y de una cámara lectora, la cual se encargará de realizar el proceso de clasificado de la llanta, verificando hacia cual máquina debe de ir o si bien no necesita de ser clasificada y debe de seguir el proceso siguiente, llegando a seguir el proceso dentro del anillo principal de las bandas. Además, también se realizará las cotizaciones para la instalación de las bandas transportadoras y cámara, por lo que se necesitará cotizaciones de instaladores mecánicos, eléctricos y de programación.

Layout

El layout es la manera en la que se podrá visualizar la mejora en el rediseño que se presentará a la empresa Bridgestone para disminuir las lesiones dentro del proceso de clasificado y bien las horas de incapacidades y costos relacionados con ellos dentro del departamento. Por ello, a la empresa se le presenta el rediseño del proceso de clasificado de la llanta, llegando a automatizar el proceso y llegando a eliminar así la interacción humana dentro de la actividad de trabajo. En la Figura 47 se presenta el layout en donde se encuentra el rediseño propuesto a la empresa.

Figura 47: Layout del rediseño



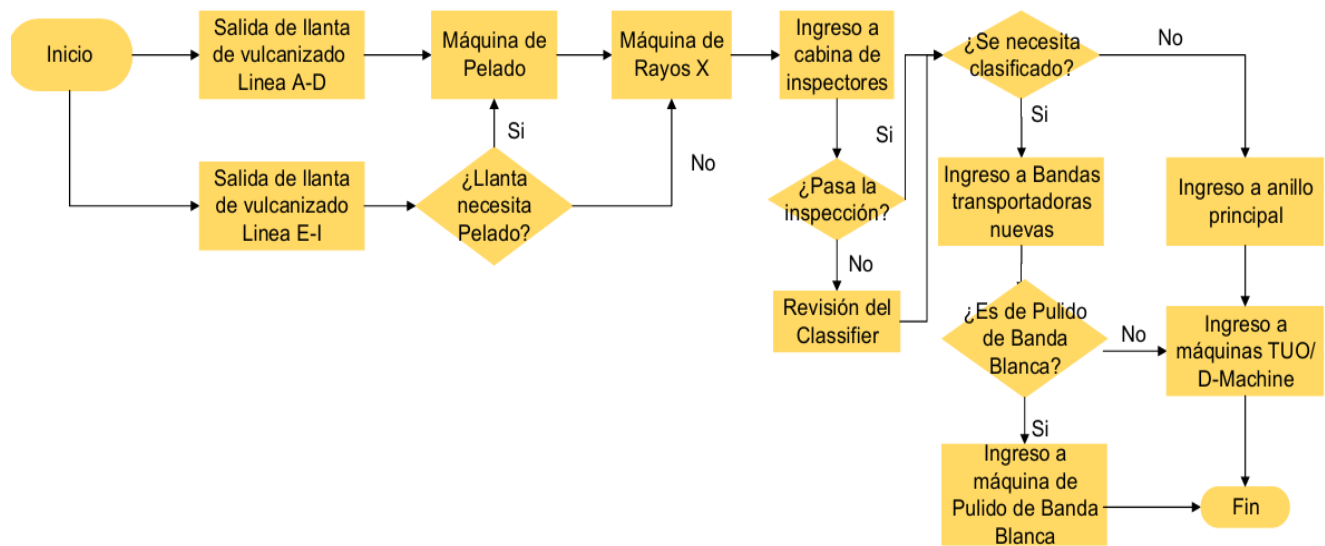
Nota: Departamento de Proyectos

La **Figura 47: Layout del rediseño** se muestra el nuevo diseño del proceso de clasificado, en donde el trabajo de clasificar la llanta que era realizado por un operador será reemplazado por bandas transportadoras y la cámara lectora. El proceso iniciaría desde la salida de las llantas de las líneas de vulcanizado, luego de ello se pasaría las llantas por la máquina de pelado, luego la máquina de rayos x para dirigirse a la cabina de inspectores, al salir de ahí la llanta entrara dentro anillo nuevo de clasificado para seguir debidos procesos.

Diagrama de flujo

Para entender de una mejor manera la nueva forma en la que se operara dentro del departamento de inspección final una vez instaladas las bandas transportadoras y la cámara lectora que se encargarán del nuevo reproceso del clasificado, se presenta la Figura 48.

Figura 48: Nuevo diagrama de flujo



Nota: Acosta Fallas Arianne

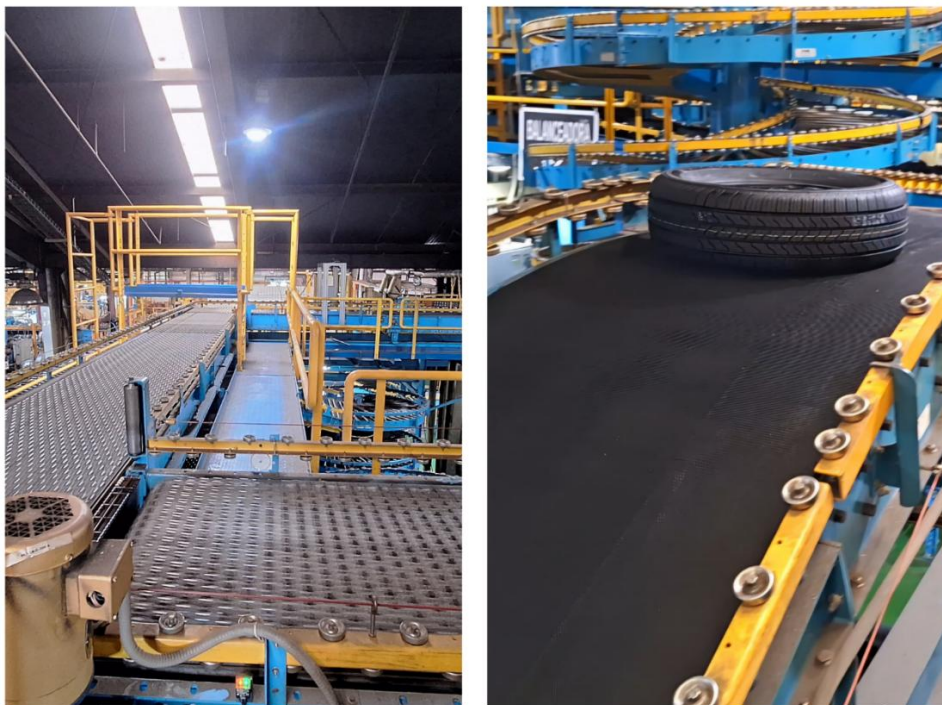
En la **Figura 48: Nuevo diagrama de flujo** se presenta el nuevo diagrama de flujo con la implementación de nuevo del rediseño del proceso, la cual inicia con la llegada de las llantas desde las líneas de vulcanización, si la llanta viene desde la línea A-D ingresas a la máquina de pelado, si vienen de la línea E-I presentan la condición de que la llanta necesiten de la máquina de pelado o no. Seguidamente las llantas pasaran hacia la máquina de Rayos X y terminan por ingresar a la cabina de inspectores.

Al ser las llantas inspeccionadas, se realiza la condición de que si necesita ser revisada por el classifier o no, al ser o no revisada la llanta deberá de ser ingresada al nuevo sistema de clasificado, en donde se presenta la condición de que si la llanta debe de ser clasificada o no, si no debe de ser clasificada la llanta debe de ingresar al anillo principal, si la llanta necesita ser clasificada debe de ingresar a las nuevas bandas instaladas y seguir el proceso hacia la nueva cámara a instalar para conocer la condición de si es una llanta con Pulido de Banda Blanca. Si es una llanta que necesite Pulido, se seguirá el traslado de esta hasta que ingrese a la máquina debida, si no es así la llanta debe de ser trasladada hacia la máquina TUO/D-Machine.

Bandas Transportadoras y Cámara lectora

Al conocer cómo se trabajará con el nuevo rediseño gracias al diagrama de flujo, así como también la presentación del layout a la empresa Bridgestone para obtener un visto bueno para la ejecución del proyecto, para iniciar el proceso de compra de las bandas transportadoras y de la cámara lectora, se les envía las especificaciones correspondientes a los proveedores para así realizar el siguiente proceso. Unos ejemplos de los conveyors que se compraran para la implementación del rediseño se presentan en la Figura 49 y Figura 50.

Figura 49: Bandas transportadoras a instalar



Nota: Acosta Fallas Arianne

Figura 50: Conveyors de gravedad

Nota: Acosta Fallas Arianne

La **Figura 49: Bandas transportadoras a instalar** y **Figura 50: Conveyors de gravedad** son un ejemplo de las bandas transportadoras que se les compraría al proveedor con las especificaciones enviadas para su cotización, con contar con un solo proveedor, se les envía toda la información necesaria para su compra para la instalación de estas. Estas bandas serán el transporte de las llantas desde su salida de la cabina de inspectores hasta el clasificado automático con el escáner, además de que ayudarán para realizar un buffer de llantas para así reducir los cuellos de botella que se pueden producir debido a la automatización del proceso.

Además, de realizar dicha compra de bandas transportadoras, se realiza la compra de cámaras especiales que se encargarán de escanear el código que presenta la llanta y ser la encargada de realizar el clasificado de la llanta, tarea que hoy en día es realizada por la interacción humana, está cámara se encargará de identificar si la llanta necesita ir hacia la máquina de Pulido de Banda

Blanca, TUO o D-Machine. Las cámaras por comprar son de la marca DATALOGIC ya que son el único modelo que presenta la empresa, por lo que se seguirá las directrices de ella. En la Figura 51 se presenta un ejemplo de ella.

Figura 51: Cámara lectora DATALOGIC



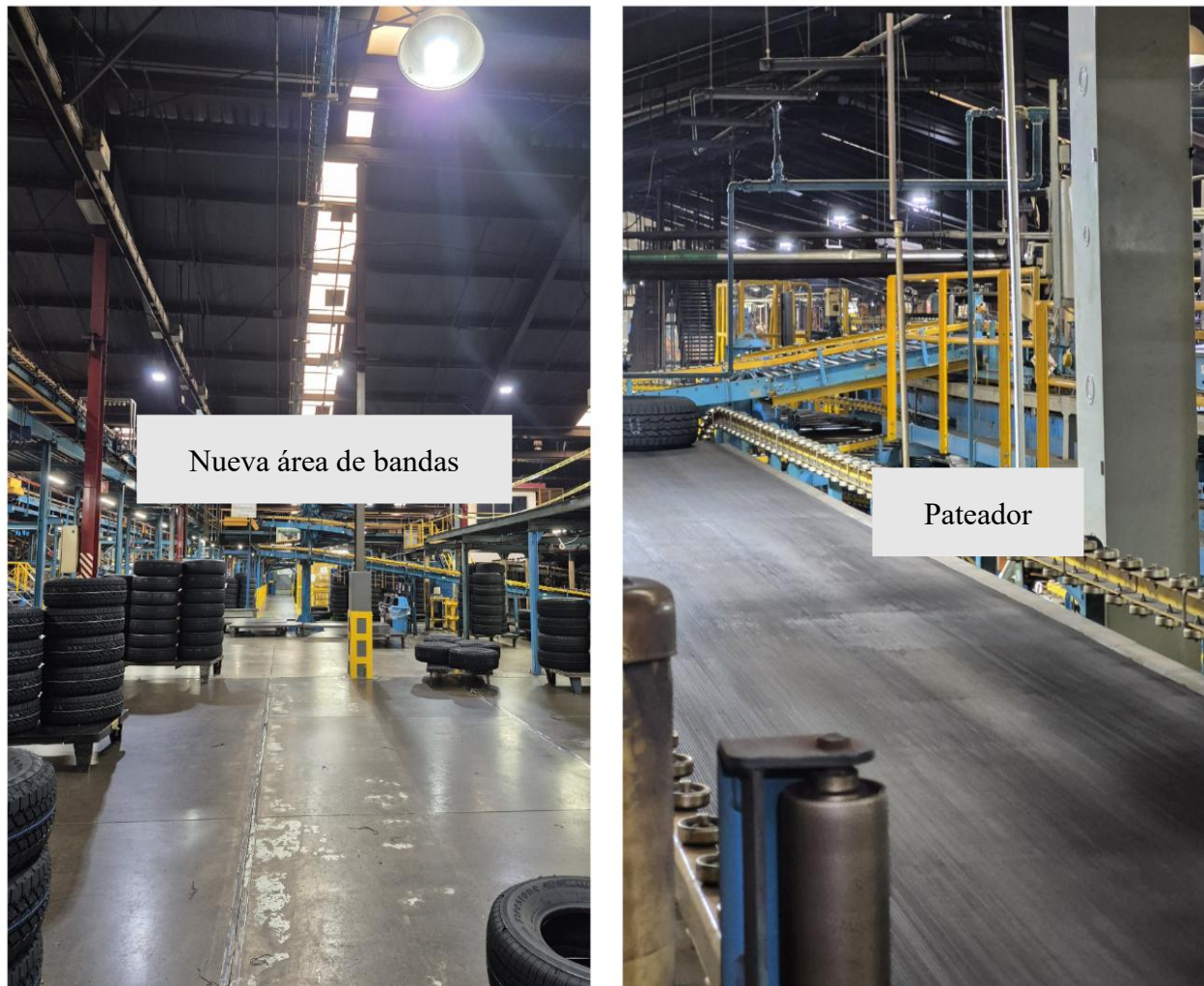
Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Figura 51: Cámara lectora DATALOGIC** se visualiza la cámara que se comprara para que sea la encargada de realizar el clasificado de manera automatizada, esto como parte de la propuesta a implementar a la empresa, con el fin de disminuir las lesiones que presentan los operadores al realizar dicha tarea. Al contar con la información y solicitudes por parte de la

empresa, se procede a realizar la compra tanto de las bandas transportadoras como la cámara lectora.

Al conocer los tipos de bandas transportadoras y la cámara lectora que se comprara, se muestran los lugares en donde se colocarán dichas bandas y cámara encargadas de la clasificación de la llanta hacia las distintas máquinas de trabajo, las primeras bandas se instalarán luego de la primera cámara que ya se encuentra instalada, la misma se instalará en el área de pasillo en el que se encuentra ahora el proceso de clasificado, uniendo el conveyor que ya existe e instalándole un nuevo pateador, que se encargará de patear la llanta que necesite su clasificación, en la Figura 52 se muestra el área en donde se instalará las nuevas bandas así como el lugar en donde se instalará el pateador.

Figura 52: Área de instalación de bandas y pateador



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 52: Área de instalación de bandas y pateador** se muestra el área en donde se instalarán las bandas transportadoras para el nuevo proceso de clasificado, dichas bandas se encontrarán a una distancia del suelo de 4 metros, misma altura a la que se encuentra la banda del anillo principal también se muestra el lugar en donde se instalará el pateador que se encarga de patear la llanta hacia las nuevas bandas, para trasladarla hacia las Pulidoras de Banda Blanca.

También se conectará la banda del anillo principal con la banda nueva instalada, para que con ello las llantas que se clasificaron se logren escanear por la cámara lectora nueva instalada para que se pueda identificar si presenta Pulido de Banda Blanca o debe de seguir hacia la TUO o D-Machine. También se instalarán bandas para lograr conectar las máquinas de Pulido de Banda Blanca y se pueda ingresar de manera automática y no de forma manual. En la Figura 53 y Figura 54 se puede observar el área para instalar las nuevas bandas de entrada para las Pulidoras y el caracol de entrada de la llanta hacia la máquina.

Figura 53: Bandas a Instalar en Pulidoras Banda Blanca



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 52: Área de instalación de bandas y pateador** Figura 53: Bandas a Instalar en Pulidoras Banda Blanca se muestra la otra área en donde también se instalarán las nuevas bandas transportadoras que se comprarán para el proyecto, las cuales se conectarán a las bandas que alimentan a la TUO#5 y la D-Machine, se instalará a una distancia aproximada desde el suelo de 4 metros, misma distancia a la que se encuentran las bandas ya instaladas, además al final de dicha banda transportadora nueva se instalará la cámara lectora nueva encargada de enviar las llantas hacia la debida máquina, ya sea las Pulidoras de Banda Blanca, TUO #5 o la D-Machine.

Figura 54: Caracol entrada hacia Pulidoras Banda Blanca



Nota: Acosta Fallas Arianne

Al igual se presenta la **Figura 54: Caracol entrada hacia Pulidoras Banda Blanca** que es un ejemplo del caracol de entrada que se instalará para que las llantas puedan ingresar a la máquina de Pulido de Banda Blanca, los caracoles se colocarán en la misma posición en la que se encuentra los caracoles de entrada de la TUO #5, esto se muestra en dicha figura. La cámara lectora que se encargada de realizar la doble verificación de la llanta será reutilizada para reemplazar una de las cámaras que se encuentran dentro del proceso que debido a su modelo se encuentra obsoleto.

Capacitación del personal

Además, de realizar un rediseño al proceso para hacer el que el trabajo sea de manera más automatizada, se realizará una capacitación al personal, esto con el fin de que conozcan como se realizará el nuevo rediseño el cual consiste en la eliminación de la interacción humana. Esto para que conozcan lo que son temas de seguridad y de calidad para su ejecución durante las jornadas laborales.

El personal que se encargaba de realizar el trabajo de clasificado, serán removidos hacia otras áreas de trabajo los cuales presentan vacantes disponibles, un ejemplo de dichos puestos son para las máquinas de TUO, Peladores, Rayos X, Kokusai, entre otras máquinas que se presentan. Se les deberá de comunicar a los encargados de Recursos Humanos en énfasis de reclutamiento y entrenamiento sobre los movimientos a realizar, esto para no realizar contrataciones para el clasificado, así como certificar a los operadores de clasificado para su nuevo puesto de trabajo.

Modelo CANVAS

Una vez presentado el rediseño a la empresa Bridgestone y obtenida su aprobación para proceder con la implementación, se llevó a cabo la elaboración de un modelo CANVAS en colaboración con el Departamento de Proyecto. Este modelo estratégico tiene como objetivo proporcionar una visión integral del proyecto, facilitando su planificación, ejecución y seguimiento. Este modelo permite identificar de manera clara y estructurada los elementos claves del proyecto, como segmentos de clientes, propuesta de valor, canales de comunicación y distribución, relación con los clientes, fuente de ingreso, recursos clave, actividad clave, socio clave y estructura de costos.

En la Figura 55 se muestra el modelo CANVAS desarrollado, el cual resume visualmente todos estos componentes mencionados y permite una mejor comprensión de la estrategia general del proyecto a implementar.

Figura 55: Modelo CANVAS**Nota: Acosta Fallas Arienne**

En la **Figura 55: Modelo CANVAS** el cual presenta los Stakeholders de proyecto algunos de ellos son Producción, Mantenimiento, Calidad, Seguridad Ocupacional, Ambiente. Se presenta las actividades claves dentro del proyecto el cual consiste en el rediseño del proceso con las bandas transportadoras y cámara lectora presentando la propuesta de valor que es la disminución de las lesiones y costos dentro del departamento. Se presentan las reuniones de seguimiento dentro del modelo, así como la evaluación del proyecto durante su ejecución para conocer la satisfacción del cliente. Dentro del modelo se presenta que el departamento del proyecto serán los inversores para la ejecución.

Con el rediseño listo, las especificaciones de las bandas transportadoras y la cámara y la capacitación del personal, se dará el siguiente paso a la implementación, se visualiza que al eliminar la interacción humana dentro de dicho proceso no solo va a disminuir los costos asociados a las incapacidades que se presentaban, así como las coberturas realizada, si no también que la eficiencia

dentro del departamento mejorará significativamente debido a que no existirán atrasos por el factor humano por las largas distancias a recoger o por la falta de cobertura por las incapacidades que se presentan por el esfuerzo excesivo.

Análisis Económico

El análisis económico es el que se encarga de realizar una evaluación de los gastos que presentará la empresa para la implementación del rediseño del proceso de clasificado dentro del departamento de Inspección Final. Estos costos que se presentarán serán relacionados a la compra de las bandas transportadoras, como de la cámara lectora encargada de clasificar la llanta, también se encontrarán las cotizaciones de los trabajos a realizar como lo que son las instalaciones mecánicas, eléctricas y de programación de los conveyors y el escáner.

Para la compra de las bandas transportadoras y la cámara lectora no se realiza una matriz de decisiones ya que la empresa cuenta con un único proveedor con el que cuenta con dichos servicios de compra, por lo que al obtener el visto bueno por parte de la empresa se les envió las especificaciones a cada uno de los proveedores encargados para obtener así la cotización debida de la implementación, con esto así realizar la inversión inicial del proyecto.

Matriz de decisiones de alternativas

Para la instalación mecánica del proyecto, los cuales los trabajos tratarán de la instalación de las bandas transportadoras y las bases para la cámara que se instalará, para esto se realizó una cotización con contratistas especializados en el área mecánica, se obtuvo la cotización de dos empresas, se realiza una matriz de decisiones para evaluar cual empresa es la mejor para la ejecución del proyecto. Antes de realizar la matriz de decisiones, se realizó una escala de decisión para tomar en cuenta a la hora de evaluar a las empresas contratistas que cotizaron. La misma se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15: Escala de decisión

1	2	3	4	5
Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente

Nota: Arianne Acosta Fallas

En la **Tabla 15: Escala de decisión** se muestra una escala de decisión en la cual se tomará como referencia para la toma de decisiones para las instalaciones mecánicas, así como las instalaciones

eléctricas y de programación. Llevando una escala de 1 a 5, en donde 1 es sin experiencia y la 5 es mucha experiencia, ahora se muestra la Tabla 16 el cual es la matriz de alternativas con respecto a la instalación mecánica.

Tabla 16: Matriz de decisiones de la instalación mecánica

Criterios	Empresa 1	Empresa 2
Costo	5	3
Tiempo de entrega	4	5
Experiencia	5	2
Total	14	10

Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Tabla 16: Matriz de decisiones de la instalación mecánica** se muestra la comparación de una empresa con otra, en donde se puede observar que la empresa 1 presenta mejor puntaje que la empresa 2. Los criterios que se evaluaron fueron el costo, tiempo de entrega y experiencia, presentando la empresa 1 un mejor puntaje que la empresa 2, el tiempo de entrega la empresa 1 baja un poco en comparación de la empresa 2 que, si realizara los trabajos dentro del tiempo establecido, pero la experiencia que presenta la empresa 1 es mucho mejor que la empresa 2. Por ello la empresa encargada de realizar dicho trabajo es la empresa 1.

Dicha decisión se tomó para la instalación eléctrica y programación del proyecto, los cuales se presentaron a la cotización dos empresas contratistas para dicha área, se utilizó la Tabla 15 como referencia para la escala de puntaje de decisión, dicha cotización se para las bandas transportadoras y la cámara lectora de clasificado. Para ello se realizó la matriz de decisión que se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17: Matriz de decisiones de la instalación eléctrica y programación

Criterios	Empresa 1	Empresa 2
Costo	4	5
Tiempo de entrega	4	5
Experiencia	5	4
Total	13	14

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 17: Matriz de decisiones de la instalación eléctrica y programación** se muestra el puntaje entre ambas empresas, presentando una mínima de diferencia entre ambas, pero siendo la empresa 2 quien realizará los trabajos de instalación de la parte eléctrica y de programación del proyecto. Se presentaron los mismos criterios en que la Tabla 16, los cuales son costo, tiempo de entrega y experiencia. El tema del costo, la empresa 2 presentaba un mejor costo que la empresa 1 aunque fue muy poca la diferencia entre ambas cotizaciones, el tiempo de entrega la empresa 2 si se acercaba más a los tiempos dispuesto para el proyecto en comparación de la empresa 1 y la experiencia la empresa 1 presentaba un poco más de experiencia que la empresa 2, pero siendo la elegida la empresa 2 para el trabajo.

Al contar con las empresas que realizarán el trabajo tanto mecánico, como lo eléctrico y programación se procede a realizar el análisis económico respectivo del proyecto en donde se evalúa la inversión inicial que realizará la empresa. Los costos de la compra de las bandas transportadoras, la cámara lectora y los trabajos que realizarán las por las empresas contratistas se observa en la Tabla 18.

Tabla 18: Costos de inversión

Compra	Costo	Tiempo de entrega
Bandas Transportadoras	\$523,112.00	22 a 24 semanas
Cámaras lectoras	\$22,000.00	14 a 17 semanas
Trabajos mecánicos	\$52,550.00	Proceso de compras
Trabajos eléctricos y programación	\$41,682.00	Proceso de compras
Salarios base de los operadores	\$423.00	-
Total	\$639,767.00	-

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Tabla 18: Costos de inversión** se muestra los costos relacionados con la inversión para la ejecución del proyecto del rediseño del proceso de clasificación, iniciando con el costo de la compra de las bandas transportadoras los cuales tienen un monto de \$523,112.00 con un tiempo de entrega de 22 a 24 semanas, la cámara lectora presenta un costo de \$22,000.00 y un tiempo de entrega de 14 a 17 semanas.

Se cuenta con el monto final de las cotizaciones de los trabajos que debe de ejecutar las empresas contratistas ganadoras del proyecto, el cual presenta un monto de \$52,550.00 para los trabajos mecánicos y \$41,682.00 para los trabajos eléctricos y de programación. Su tiempo de entrega está de acuerdo con las fechas del proyecto, más para que inicien el trabajo se debe de realizar el proceso de compras, el cual se tarda entre 4 a 6 semanas para entregar la Orden de Compra del proyecto. Además, se agrega el salario base de los operadores que serán removidos a otros puestos de trabajo, siendo así la inversión total por parte de la empresa es de \$639,767.00 para la ejecución del proyecto.

Análisis financiero (VAN, TIR, Tiempo de recuperación)

Para conocer si el rediseño a implementar dentro de la empresa Bridgestone de Costa Rica será rentable se realiza un análisis financiero en donde se tendrá el Valor Actual Neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el tiempo en el que la empresa recuperará la inversión que realizó para poder ejecutar dicho proyecto. Con esta información será viable el conocer la rentabilidad del proyecto. Dicha información se mostrará en la Figura 56.

Figura 56: VAN, TIR

Inversión inicial	\$ 639,767.00	11.5%
Año 0	\$ -481,100	
Año 1	\$ -383,071	
Año 2	\$ 237,386	
Año 3	\$ 237,386	
Año 4	\$ 237,386	
Año 5	\$ 237,386	
Año 6	\$ 237,386	
Año 7	\$ 237,386	
Año 8	\$ 15,257	
VAN	\$ 69,588.73	
TIR	13.92%	

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 56: VAN, TIR** se muestra los flujos de caja que otorga la empresa, los cuales dichos datos dados son confidenciales por parte de la empresa, pero se puede observar que durante el año 0 y 1 se obtienen datos negativos debido a que son gastos que tendrá la empresa por la implementación del proyecto, más a partir del año 2 la empresa presentará ganancias en ella y así en los años siguientes. Por lo que al realizar el respectivo análisis se obtiene que el VAN es de \$69,588.73 y el TIR de 13.92% llegando a mostrar que la inversión para dicho proyecto es rentable para la empresa.

Además, se realiza el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión por parte de la empresa a la hora de realizar dicho proyecto, el mismo se presenta en la Figura 57. Se toma en cuenta que para la empresa una recuperación de inversión por más de 10 años, el proyecto no es rentable para su ejecución.

Figura 57: Tiempo de recuperación

Inversión inicial	\$ 639,767.00	11.5%
Año 0	\$ -481,100	
Año 1	\$ -383,071	\$ -383,071
Año 2	\$ 237,386	\$ -145,686
Año 3	\$ 237,386	\$ 91,700
Año 4	\$ 237,386	\$ 329,086
Año 5	\$ 237,386	\$ 566,471
Año 6	\$ 237,386	\$ 803,857
Año 7	\$ 237,386	\$ 1,041,243
Año 8	\$ 15,257	\$ 1,056,500
VAN	\$ 69,588.73	
TIR	13.92%	
Tiempo de recuperación	5.31 años	

Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con el cálculo realizado y como se muestra en la **Figura 57: Tiempo de recuperación** el tiempo de recuperación de la inversión para la empresa es de 5.31 años, siendo así un tiempo prudente para la recuperación, así como también no supera más de los 10 años que indica la empresa para que el proyecto deje de ser rentable para su inversión.

Al presentar la inversión inicial para la ejecución del proyecto, así como la presentación de la rentabilidad que se tiene con el proyecto siendo efectiva para realizar el proyecto dentro de la empresa, por lo que se debe de seguir con el siguiente paso, conocer los tiempos de ejecución del proyecto y los tiempos de entrenamiento para los operadores para sus nuevos puestos de trabajo. Los cuáles serán trasladados debido al rediseño garantizado dentro de la empresa.

Plan de Implementación

El plan de implementación trata de conocer los tiempos de ejecución que se llevará a cabo dentro del proyecto, así como los tiempos para el entrenamiento de los operadores para su nuevo puesto de trabajo. También durante el plan de implementación se tendrá el plan de monitoreo el cual consiste en cómo se realizará el seguimiento del proyecto una vez se haya ejecutado, el cual dará a conocer el mejoramiento que se presentó dentro de la empresa una vez se haya realizado el rediseño dentro del proceso de Inspección Final.

Cronograma de ejecución del proyecto

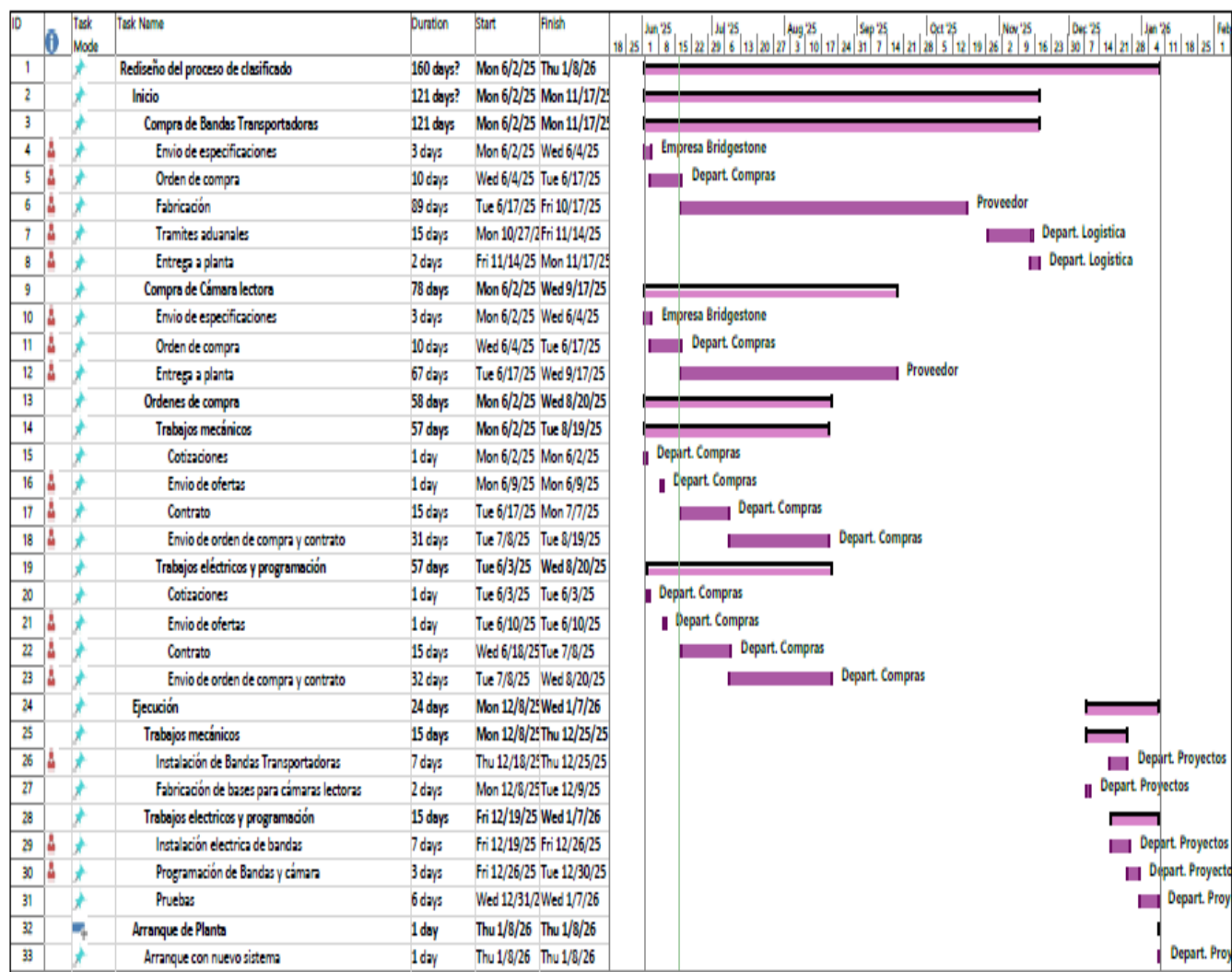
El cronograma de ejecución del proyecto se presenta en la Figura 58, el cual consiste en todo el proceso que se llevará a cabo para la ejecución del proyecto. Iniciando con la recolección de las especificaciones para ser enviadas a el proveedor, una vez enviadas el proveedor enviara la cotización para que el departamento de compras realice la orden de compra para que se inicie la fabricación de las bandas, las cuales duraran entre 22 a 24 semanas para ser entregadas a la empresa, también se toma en cuenta los trámites aduanales y la entrega que realiza el departamento de Logística.

También se presenta los tiempos para la entrega de la cámara lectora, iniciando igualmente con la recolección de las especificaciones para ser enviados al proveedor, esto también para que se envíe la cotización y se realice la debida orden de compra para que se realice la fabricación de esta, la cámara llegara a la empresa dentro de 14 a 17 semanas y deberá de ser entregada por el mismo proveedor a la empresa. También dentro del cronograma se presenta el proceso para la cotización

y realización de la orden de compra en conjunto del contrato para las empresas contratistas encargadas de realizar el proyecto.

Para realizar la ejecución de este proyecto se tiene analizado que se realizará en el paro de diciembre que realiza la empresa todos los años, llegando a iniciar los trabajos el 18 de diciembre del 2025 y se finalizará el 08 de enero del 2026. Iniciando con los trabajos mecánicos, una vez la empresa contratista de los trabajos mecánicos finalizan, la empresa contratista eléctrica iniciará con sus debidos trabajos y cuando se termine toda la instalación ingresará el programador para realizar la programación de las bandas transportadoras y la cámara lectora, se tomará 6 días para realizar pruebas con los debidos departamentos involucrados para conocer su funcionamiento.

Figura 58: Cronograma de ejecución



Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 58: Cronograma de ejecución** se muestra las fechas exactas en las que se estará trabajando el proyecto, el cual inicio el pasado 02 de junio con la recolección de la recolección y envío de las especificaciones de las bandas transportadoras y la cámara lectora a sus respectivos proveedores. Se presentó una cantidad de 10 días por parte del departamento de compras enviara la orden de compra a los proveedores para que se iniciara la fabricación de las bandas y la cámara lectora. La llegada de ambas se tiene estimado que se llega el 17 de noviembre las bandas transportadoras y el 17 de septiembre la llegada de la cámara lectora.

También se muestra el proceso que se debe de realizar para la contratación de las empresas contratistas para la ejecución del proyecto. Para iniciar la implementación del rediseño del proceso se tiene que se trabajará en el paro que presenta la planta en el mes de diciembre, en donde se aprovechara que la planta de producción se encuentra detenida para así implementar el proyecto, el cual se iniciara en el día 18 de diciembre con el montaje de las bandas transportadoras en los lugares indicados, una vez los mecánicos se encuentra terminado la instalación ingresa la empresa contratista encargada de la parte eléctrica iniciara sus trabajos, para que ambos trabajos terminen para el día 26 de diciembre del 2025.

La parte de la programación de las bandas transportadoras y la cámara lectora se iniciarán una vez todos los trabajos mecánicos y eléctricos hayan finalizado, para ello los trabajos de programación iniciarían el día 26 de diciembre y su finalización se tiene prevista para el día 30 de diciembre, para así iniciar pruebas desde el día 31 de diciembre hasta el día 07 de enero del 2026, iniciando el arranque en el área de inspección final el día 08 de enero con el nuevo rediseño en el proceso.

Existe el riesgo dentro del proyecto que los tiempos en la instalación mecánica, eléctrica o en la programación que los trabajos se puedan atrasar, por ello en la reunión que se realizó para la contratación de los servicios para la ejecución del proyecto se les entrego un cronograma para que conocieran la fecha de entrega a la planta, ya que la planta estaría arrancando el día 06 de enero, pero en el departamento de Inspección Final arrancará hasta el día 08 de enero. Además, para dicha fecha se debe de tener entrenados a los operadores que se encargaban del clasificado en otros puestos de trabajo.

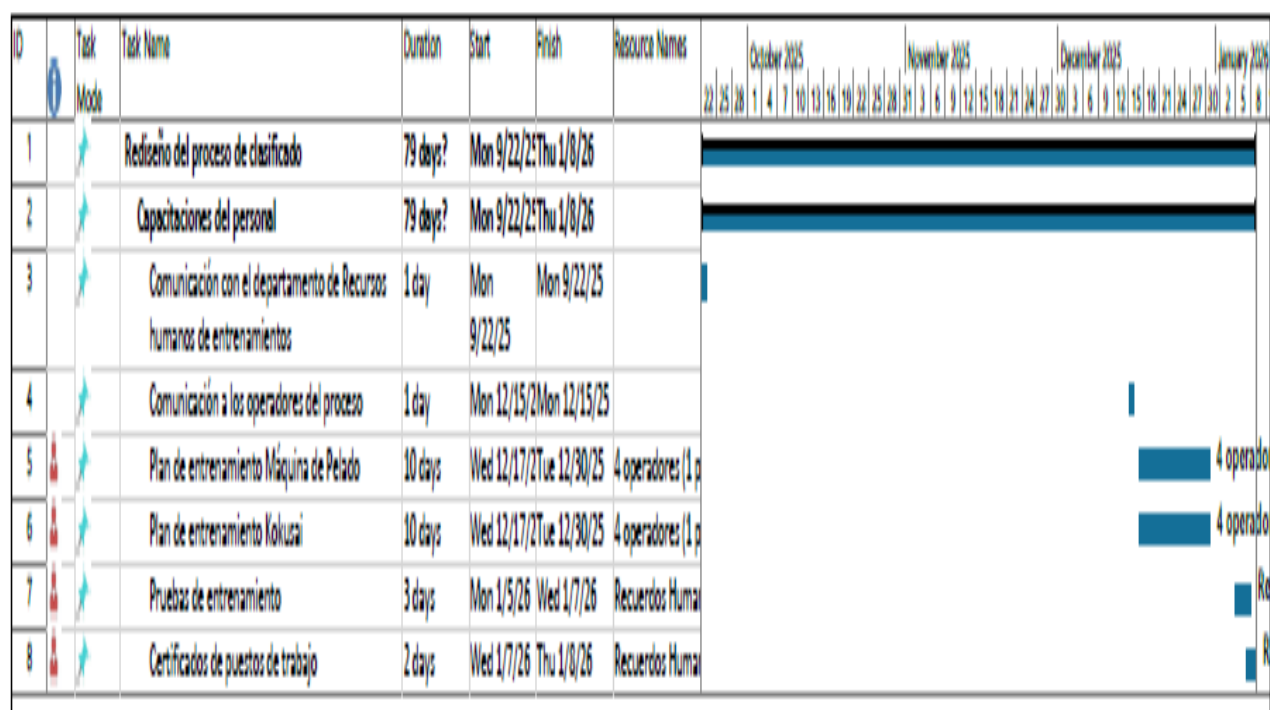
Cronograma de Entrenamiento

Se presenta un diagrama de Gantt en donde se muestran las fechas para la realización de los debidos entrenamientos que se deberán de hacer a los operadores que se encargaban de clasificar la llanta

y trasladarlas a las distintas máquinas como lo que son las máquinas de Pulido de Banda Blanca, dichos operadores serán relocalizados en otras máquinas de trabajo y serán certificados para que puedan ejecutar los trabajos debidos.

Se le comunicara al departamento de Recursos Humanos los cambios que se realizarán dentro del departamento de Inspección Final, se les hará saber que para el proceso de Clasificado no va a necesitar más personal, por lo que no se deberá de contratar a más operadores y los operadores que ya se encuentran en dicha área deberán de ser relocalizados en donde el departamento de Recursos humanos recomienda que las máquinas en donde se podrían relocalizar es a la máquina de Pelado y la máquina de Balanceo Dinámico Kokusai, en la Figura 59 se muestra el cronograma propuesto para realizar los entrenamientos y las nuevas certificaciones de puestos.

Figura 59: Cronograma de entrenamiento



Nota: Acosta Fallas Arianne

De acuerdo con la **Figura 59: Cronograma de entrenamiento** se realizará el entrenamiento del personal de clasificado en relación con las nuevas máquinas a las que serán relocalizados desde el día 17 de diciembre hasta el 30 de diciembre. Al con 8 operadores para el proceso de clasificado se dividirán en 4 operadores que se certificarán en

la máquina de Pelado y 4 operadores se certificarán en la máquina de balanceo dinámico kokusai. Se les realizará sus debidas pruebas de conocimiento el día 05 de enero hasta el 07 de enero para así obtener su certificado para poder utilizar la máquina asignada el día 08 de enero.

Se obtienen los planes de entrenamiento que son utilizados para realizar la certificación de los operadores en los puestos de trabajo mencionados, dichos planes de entrenamientos son los que los operadores encargados del proceso de clasificado deberán de realizar para así el día 08 de enero inicien en su respectivo puesto en el tueno indicado. El entrenamiento de los operadores se realizará durante los días que la planta se encuentra en el paro por lo que su producción no se verá afectada. Los planes de entrenamiento se presentan en la Figura 60 y Figura 61 los cuales fueron otorgados por el Departamento de Recursos Humanos.


Figura 60: Plan de entrenamiento Máquina de Pelado

PLAN DE ENTRENAMIENTO PARA CERTIFICACIÓN EN:				
Puesto: Elaborado por: Nombre del asociado: # Asociado:	CLASIFICADOR	Departamento:	IF	
	David Montoya Campos	Horas de entreno:	386	
		FECHA INICIO:		
			DE 1.00 A 2.00	DE 2.01 A 2.9
# DE ITEM	TAREAS - CONOCIMIENTOS - RESPONSABILIDADES	NO CUMPLE	REQUIERE MEJORA	CUMPLE ESPECVTATIVA
1	Nomenclatura de la llanta			
2	Defectos más comunes			
3	Estándares de Inspección (especificaciones)			
4	Manejo de Llantas con Paquete Descentrado SR133/084			
5	Retroalimentación de examen teórico de Calidad			
6	Pelar llantas radiales y angulares de acuerdo a los requerimientos de calidad establecidos			
7	Conocimiento de seguridad en uso de máquina de pelado angular y radial			
8	Control del panel de pelado radial			
9	Método de pelado de llanta angular y radial			
10	Recorte de rebaba en llantas PSR y LTR			
11	Características de calidad según la Práctica Estándar			
12	Recorte de Ventilias y Microventilas PSR y LTR			
RESULTADO DE LA EVLUACIÓN		3.0		
FECHA: _____		DE 1.00 A 2.00	DE 2.01 A 2.9	DE 3.0 A 3.9
FIRMA DEL ENTRENADOR: _____				
FECHA: _____				
FIRMA DEL COLABORADOR: _____				

Nota: Departamento de Recursos Humanos

En la **Figura 60: Plan de entrenamiento Máquina de Pelado** se muestra el plan de entrenamiento que el Departamento de Recursos humanos presenta para la realizar la certificación del puesto para utilizar la máquina de Pelado, 4 de los operadores que se encargaban de realizar el trabajo de clasificado se certificarán para el puesto, dicho puesto es el encargado de detectar los defectos más comunes en la llanta, reconocer los estándares de inspección y realizar una retroalimentación del examen teórico de calidad, conocer la seguridad para el uso de la máquina de pelado angular y radial y entre otras funciones que se encuentran relacionadas con la certificación del puesto de trabajo.

Figura 61: Plan de entrenamiento Balanceo Dinámico Kokusai

PLAN DE ENTRENAMIENTO PARA CERTIFICACIÓN EN:				
 Puesto: _____ Elaborado por: _____ Nombre del asociado: _____ # Asociado: _____	BALANCEADOR		Departamento:	IF
	David Montoya Campos		Horas de entreno:	386
			FECHA INICIO:	24-09-24
			DE 1.00 A 2.00	DE 2.01 A 2.9
	TAREAS - CONOCIMIENTOS - RESPONSABILIDADES	NO CUMPLE	REQUIERE MEJORA	CUMPLE ESPECVTATVA
1	Objetivo: Realizar el balanceo estatico en las llantas			
2	Cheques de inicio de turno: lubricante de la maquina,Impleza en la estacion de balanceo			
3	y llantas patron			
4	Procesar llantas patron cada inicio de turno con sus respectivos valores especificos			
5	para cada llanta			
6	Interpretar los resultados de las pruebas			
7	Completar el documento con los resultados de cada una de las llantas patron F-133-18 R3			
8	Manipular de forma manual los conveyor			
9	Uso de la maquina en forma automatica			
10	Calibracion de llantas patron posterior al cambio de aro Documento F-133-28 R2			
11	Revisar llantas apartadas con el tecnico			
12	Marcar llanta rechazada			
13	Ingresar llanta rechazada al sistema			
14	Retrabajar llanta con cemento C-4269			
15	Repasar llanta en la kokusai			
16	Liberar llanta de retrabajo			
17	Pintar reparacion con pintura RQ-196			
18	Sistema de lubricación			
19	Selección de llantas por código de barras (Panel de afuera)			
20	Llanta de Prueba de Rayos X			
21	Llantas patron y calibracion de la Kokusai			
22	Retrabajo del rechazo de llantas de la Kokusai			
23	Pulido de Rodado			
24	Coberturas de Etiquetado			
30	Ajustar destalonador			
31	Repasar llantas Rechazadas			
32	Pasar llanta para chequeo por TSIS para modo Batch o Mixed			
33	Cambiar plato de acuerdo a la llanta a revisar			
34	Chequear protuberancias y depresiones			
35	Chequear protuberancias y depresiones en maquina manual			
36	Llenado de Walk Thru en Hojas y Electrónico			
37	Proceso de Etiquetado			
38	Uso de la kokusai			
39	Interpretación de resultados			
RESULTADO DE LA EVLUACIÓN			0.0	
FECHA: _____		DE 1.00 A 2.00	DE 2.01 A 2.9	DE 3.0 A 3.9
FIRMA DEL ENTRENADOR : _____				
FECHA: _____				
FIRMA DEL COLABORADOR : _____				

Nota: Departamento de Recursos Humanos

Y en la **Figura 61: Plan de entrenamiento Balanceo Dinámico Kokusai** es el otro puesto de trabajo que el departamento de Recursos Humanos recomendó para la relocalización de los otros 4 operadores de clasificado, dicho plan de entrenamiento se muestra los puntos necesarios para obtener el certificado para el puesto de trabajo, los puntos que se evalúan para el puesto es realizar el chequeo de inicio de turno, realizar una limpieza en la estación de balanceo, también pasar las llantas patrón cada inicio de turno, reconocer los resultados de las pruebas obtenidas durante los chequeos de inicio de turno, y los demás puntos de chequeo por parte de los capacitadores.

Plan de Monitoreo

El plan de monitoreo que se implementara en el proyecto va a consistir en la forma en la que se va a monitorear el proceso una vez que haya realizado la implementación dentro del departamento, se utilizarán los monitoreos que se realizan dentro de la empresa como lo son los monitoreos SMS y las 5s. En la Figura 62 y Figura 63 se muestran los monitoreos a realizar.

Figura 62: Monitoreo SMS

BRIDGESTONE SMS Check List

Name:	Area:	Area 6 - Inspección Final
Department:	133	Level: P

Control Points

- La llanta es leída correctamente por la Cámara 1 y es clasificada hacia las bandas transportadoras correspondientes. De no ser así reportarlo al supervisor de turno.

Result:

Meets Standard?
- La llanta presenta el código de barras correcto y legible para ser clasificado o bien seguir su siguiente proceso.

Result:

Meets Standard?
- Las bandas transportadoras cuenta con sus respectivos dispositivos de seguridad, sus procedimientos de LOTO y su etiquetado, de no ser así comunicárselo al supervisor de turno

Result:

Meets Standard?
- Verificar que el procedimiento LOTO, F-900-10-07-06, se encuentran con su versión actualizada, de no ser así comunicárselo al supervisor del turno.

Result:

Meets Standard?
- Verificar que el sensor de calidad presente en la cámara lectora realiza su función de escanear y verificar la llanta escaneada F-133-09, de no ser así informarle al Ing. De Calidad.

Result:

Meets Standard?

Nota: Acosta Fallas Arienne

Figura 63: Monitoreo 5s



Código:		Estado:	Monitoreo
Revisión:	0	Nombre:	5s Clasificado
Tipo:	5s	Fecha creación:	19/06/2025
Departamento:	Inspección Final	Usuario creación:	Arianne Acosta
Máquina:	Clasificado	Fecha actualización:	
Área:	Clasificado	Usuario actualización:	

Orden	Nombre Item	Descripción	Imagen
1	PASARELAS DE BANDAS TRANSPORTADORAS	Limpeza en el área de los conveyors, no encontrar desechos de material extraño y el área ordenada. Verifique que la cámara se encuentre en función.	
2	ACCESO A LAS BANDAS TRANSPORTADORAS	Acceso libre sin obstáculos, área limpia, sin material extraño.	
3	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	Verifique que los dispositivos de bloqueo de las bandas se encuentren con su respectivo procedimiento LOTO y etiquetado. Limpieza en la zona, procedimiento legible.	
4	ALMACENAMIENTO DE LLANTAS RETENIDAS	Verificar que las llantas que han sido retenidas durante el proceso se encuentran almacenadas en su respectivo lugar e identificadas. Limpieza y orden en la zona de almacenamiento.	
5	WALK THRU	Verificar que el Walk Thru se encuentre completo de verificación de actividades y la firma correspondiente. En caso de que no esté completo realicé la observación al operador	

Nota: Acosta Fallas Arianne

En la **Figura 62: Monitoreo SMS** el cual consiste en un monitoreo que realiza la empresa y es propia de ella, por lo que se recomendó la utilización de ella para este proyecto, dicho monitoreo consiste en verificar que el nuevo diseño que se realizó dentro de departamento de Inspección Final funcione de la mejor manera. Se monitoreará que la llanta sea leída por la cámara 1 correctamente y que sea clasificada a las bandas transportadoras de no ser que no se segreguen correctamente se deberá de informar al supervisor. Igual se va a monitorear que en los dispositivos de seguridad que presentan las bandas cuenten con su respectivo procedimiento de LOTO y su etiquetado, si no se cuenta con ello debe de ser informado al supervisor del turno. Estas fueron 2 de los 5 puntos que se monitorearan dentro del proyecto durante su ejecución en producción regular.

Además, en la **Figura 63: Monitoreo 5s** se utilizará para mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo, en este caso en el área de clasificado, aunque al ser un rediseño automatizado se debe de mantener el orden y la limpieza, por ello se muestra los lugares en donde se debe de monitorear una de ellas es en las pasarelas de las bandas transportadoras en ellas no se debe de encontrar material extraño o desechos, además se debe de verificar que la cámara se encuentra en funcionamiento. Así como verificar que el acceso hacia las bandas no debe de contar con obstáculos, así como el área limpia sin material extraño.

También se realiza el monitoreo de las 5s se tiene que los dispositivos de seguridad deben de contar con su respectivo procedimiento de LOTO y etiquetado, el área debe de encontrarse limpia y el procedimiento legible, al igual del almacenamiento de llantas retenidas, esto debido a las llantas que podrán ser retenidas ya sea por las pruebas o bien llantas rechazadas por alguna de las máquinas del proceso, se deben de encontrar en su lugar de almacenamiento e identificadas y por último se debe de verificar que el Walk Thru se encuentre completo con sus respectivas firmas, si no se encuentra así debe de comunicárselo al supervisor.

Al conocer el rediseño que se le presentó a la empresa, el cual ayuda a que las incapacidades o bien las lesiones que se presentaban dentro del proceso de clasificado disminuyan significativamente, debido a que la interacción humana ha sido eliminada, por lo que los costos que existía dentro del departamento disminuirán y de acuerdo a el VAN que se muestra en la Figura 56 la empresa presentará ganancias a partir del año 2, generando una mejor efectividad dentro del departamento de Inspección Final en la empresa Bridgestone.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante del capítulo VI y último del trabajo final de graduación dentro de la empresa Bridgestone de Costa Rica se muestran las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron de acuerdo a los objetivos específicos que se plantearon al inicio del trabajo, las cuales se mostrarán desde la descripción del problema presentado hasta la implementación del rediseño dentro de la planta, así como las recomendaciones las cuales saldrán de las conclusiones planteadas. Llegando a mostrar la automatización que se presentó dentro de la empresa y bien como darle el seguimiento a el proyecto implementado.

Conclusiones

El análisis realizado para describir los factores que provocan las lesiones dentro del proceso de clasificado se logra identificar múltiples factores que afectan negativamente a los operadores encargados de realizar el trabajo de clasificado, en primer lugar el cargar y manipular las llantas, que presentan un promedio de 30 kilogramos, de manera manual durante una jornada de 8 horas más las horas que pueden existir de coberturas, el levantamiento constante para llegar a acomodar las llantas dentro de la carreta.

Asimismo, el traslado de las carretas con la cantidad de 20 llantas a una distancia de 50 metros durante un turno presentaba una fuente continua para el esfuerzo excesivo que presentaban los operadores de área, con un trabajo al ser meramente manual. Durante el periodo analizado, el periodo del segundo semestre del 2024 y los dos meses del 2025, se registra más de 400 horas de incapacidad relacionadas directamente a los clasificadores generando un costo estimado de ₡87 675 973.44 millones, costos que presenta la empresa debido a las incapacidades presentadas por las lesiones, las cuales presenta más de un 60% de lesión en el lugar del hombro, esto debido por el levantamiento indebido y transporte repetitivo debido al proceso.

Además gracias a las herramientas utilizadas para medir las consecuencias que provocan las lesiones dentro del proceso, dichas herramientas fueron el análisis de riesgos y el análisis de modo de fallas y efectos (FMEA), con el análisis de riesgos se permitió identificar los eventos que presentan amenazas directas para la ergonomía de los operadores, uno de los factores identificados el traslado manual de las carretas con un aproximado de 600 kilogramos, 30 kilogramos por cada llanta transportada, esto en turno de 8 o 12 horas, además a este factor identificado se le suma las distancias recorridas.

También con el FMEA se observó que las posibles fallas dentro del proceso además de las lesiones que puede presentar el clasificador, se puede llegar a afectar a la productividad y presentar costos adicionales, así como los modos de falla identificados se presenta la manipulación inadecuada de las carretas, así como la mala postura que podría presentar el operador una vez toma la llanta desde la banda transportadora y la posibilidad de presentar errores de clasificado debido a la fatiga o la sobrecarga laboral.

Con el análisis de las causas presentadas de acuerdo con el problema con las herramientas del diagrama de Ishikawa y los 5 porqués se permitió profundizar la comprensión de la gravedad que presentan las lesiones dentro del proceso. Las principales causas identificadas fueron las carretas sin un diseño ergonómico, una distribución desalineada debido a las largas distancias que debe de realizar el operador. Un ejemplo de ello es que al no presentar una lectura automatizada de la llanta esto implica que las llantas deben de ser clasificadas de manera manual desde la banda transportadora.

Además, otras de las causas presentadas y que generan la fatiga y las lesiones en los operadores es el ambiente térmico que presenta la planta de producción como lo es la Bridgestone, así como los horarios extendidos que se realiza debido a las coberturas por las lesiones y esto genera un desgaste físico hacia los trabajadores. Esta evidencia permitió confirmar que el rediseño del proceso de clasificado no solamente debía de enfocarse en la automatización dentro del departamento, sino llegar a obtener una reestructuración del flujo ayudando no solo a la producción diaria de la empresa sino también a los trabajadores.

A partir de las causas identificadas gracias a los tres primeros objetivos planteados, se desarrolla una solución para el proceso el cual se enfoca en la automatización y el rediseño del proceso del clasificado de la llanta, con un nuevo sistema de bandas transportadoras que se encargaran de trasladar las llantas hacia su debida máquina de trabajo o retrabajo, así como la instalación de una nueva cámara lectora que se encarga de leer los códigos de barras de las llantas y así identificarlas y dirigirlas automáticamente hacia su siguiente proceso, ingreso de las llantas hacia las TUO, D-Machine o bien Pulido de Banda Blanca, con ello se eliminaría la interacción humana dentro del proceso.

El rediseño fue presentado con un análisis económico y financiero, en donde se muestra las cotizaciones de los trabajos y equipos a comprar, las matrices de decisiones y sus cronogramas de

implementación de los trabajos, los cuales se menciona que se realizarían hasta el mes de diciembre en el paro de producción que realiza la empresa. Con una inversión total del proyecto de \$639,767.00 y se proyecta que la recuperación de la inversión para la empresa es de 5.31 años, esto para la empresa es bueno ya que no supera los 7 años en donde para ellos no es rentable la inversión. Con un VAN de \$69,588.73 y un TIR de 13.92% ando a mostrar que la inversión es rentable.

No menos importante, al eliminar la interacción humana en el proceso de clasificado, los operadores se deberán de relocalizar hacia un nuevo puesto de trabajo, además de comunicarle al Departamento de Recursos Humanos para hacer contrataciones para dicha área. Se presenta un cronograma para los entrenamientos en donde dan las fechas desde el 18 de diciembre para inician los entrenamientos, hacia las máquinas de peladoras y Balanceo Dinámico Kokusai, esto promoviendo una transición que evitara despidos y aumentara la experiencia hacia el personal.

Y finalmente, se presenta un plan de monitoreo esto para establecer indicadores de control, son monitoreos que se realiza dentro de la empresa los cuales son los monitoreos SMS y las 5s, este tipo de monitoreo se verifica y se mide el desempeño que presenta el rediseño una vez ha sido implementado dentro del Departamento de Inspección Final, vigilar diariamente el desempeño que presenta las bandas transportadoras instaladas, que su flujo sea continuo y no presente cuellos de botella, así como la cámara lectora se lea correctamente el código que igual que las bandas transportadoras no genere un cuello de botella.

Recomendaciones

Con el problema presentado en este proyecto y ejecutado el rediseño del proceso de clasificado con la instalación de las bandas transportadoras y la cámara lectora, se establezca un monitoreo de seguimiento para conocer sostenibilidad operativa y la efectividad del rediseño, que se encuentre operando conforme a los parámetros establecidos durante la implementación, realizar inspecciones mensuales después de un periodo de 3 meses desde su implementación.

También, se recomienda realizar un análisis en otras áreas del proceso de Inspección Final, no solo limitarse en el rediseño del clasificado, expandir el modelo de una automatización a proceso como el retrabajo, inspección de la llanta y Re-inspección de llanta, esto para identificar nuevas oportunidades de eliminación de trabajos manuales en los que se puede generar lesiones, fatiga, errores humanos o tiempo improductivos dentro de la producción regular de la empresa.

En conjunto con el Departamento de Seguridad Ocupacional y el Departamento de Producción, se sugiere desarrollar un programa de conciencia sobre los trabajos ergonómicos, postura, levantamiento seguro de las llantas y pausas activas especialmente para los trabajadores que aún se encuentran en trabajos en las que se presenta una interacción humana durante el turno de trabajo, esto para evitar posibles lesiones, fatiga y bien incapacidades por un mal manejo del trabajo, además también para evitar más costos hacia el departamento.

Con el layout trabajado, se sugiere realizar una auditoría de recorrido para medir nuevamente las distancias que recorrerá la llanta ahora con el nuevo sistema y observar las distancias que recorría el operador con la carga de las llantas y la carreta poco ergonómica, esto permitirá realizar una comparación y justificar con datos y costos la mejora realizada dentro del departamento, esto ayudando a dar un inicio para el mejoramiento en otros procesos del departamento.

Con la evaluación financiera realizada para el proyecto, se sugiere establecer una revisión financiera anual del proyecto esto permitiendo comparar y evaluar los resultados obtenidos, como lo que son las reducciones de las incapacidades, ahorro en las coberturas, el aumento en la eficiencia y las disminuciones en las lesiones, con las que se proyectaron financieramente durante la fase de evaluación del VAN y TIR.

Además, dado a que la automatización realizada en el proceso de clasificación se eliminó la interacción humana que había y el que se haya relocalizado a los operadores de manera proactiva a los puestos de Balanceo Dinámico Kokusai y Peladores, se recomienda con el Departamento de Recursos Humanos y Producción dar un seguimiento por 3 meses a los operadores en sus nuevas áreas de trabajo, realizar sesiones de retroalimentación en caso de ser necesario esto para detectar oportunidades de mejora para un futuro. Además de presentar indicadores en los que se muestre la curva de aprendizaje, desempeño en el nuevo rol y nivel de satisfacción postentrenamiento.

Con el tema de los monitoreos implementados para el proyecto, se recomienda que una vez sea implementado el rediseño el monitoreo SMS y 5s sea subido a la plataforma correspondiente y así sea asignado y evaluado semanalmente, esto para fortalecer tableros visuales que permitan registrar métricas claves en tiempo real como lo que sería la cantidad de llantas clasificadas por turno, como la tasa de error que se presenta por la clasificación automática y los tiempos de no producción debido a fallas en mantenimiento.

Al ser un proyecto que es liderado por el Departamento de Proyectos, se presenta lo que es toda la parte documental del proyecto requerimientos de los departamentos involucrados, el alcance del proyecto, planos, liberaciones, plan de mantenimiento preventivo, cotizaciones, cronogramas, capacitaciones, monitoreos y demás información relevante para el proyecto. A la hora de finalizar el proyecto, se recomienda difundir los resultados del proyecto en espacios internos dentro de la empresa, esto para futuros proyectos en los que se requiera de referencia, además de mostrar los resultados en reuniones de alta gerencia y mostrar las buenas prácticas establecidas, esto fortalece la innovación y mejora continua dentro de la empresa.

Todas estas recomendaciones son el punto de partida que podría utilizar Bridgestone para futuros rediseños dentro de la empresa o bien dentro del departamento de Inspección Final, asegurar los logros obtenidos a la hora de implementar el rediseño y se convierta en un ejemplo tangible para la transformación responsable. Además de darle seguimiento a la implementación del rediseño de clasificado, mostrando la efectividad dentro del departamento, que ha existido una disminución en las lesiones, incapacidades, coberturas y los costos.

El reto que presenta Bridgestone de Costa Rica ahora es mantener el impulso de querer mejorar eficientemente, la evidencia muestra que cuando el bienestar laboral se convierte en prioridad estratégica, los procesos no solo mejoran si no que transforman a la empresa.

APÉNDICES

Apéndice A: Datos de lesiones del mes de julio a noviembre del 2024

FECHA	PUESTO	LOCALIZACION	DIA INICIO MOLESTIA
1/7/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
1/7/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
1/7/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
2/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
3/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
5/7/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
8/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
9/7/2024	INSPECTOR	HOMBRO	3ER D. DIA
9/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
10/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
11/7/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
15/7/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
15/7/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	
15/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
15/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
16/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
17/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
17/7/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
18/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
19/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
22/7/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
22/7/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
22/7/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
23/7/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
24/7/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
24/7/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	
26/7/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
29/7/2024	INSPECTOR	DORSAL	3ER D. DIA
30/7/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
31/7/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
31/7/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	
1/8/2024	CLASIFICADOR	LUMBAR	LIBRE
1/8/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
5/8/2024	INSPECTOR	DORSAL	3ER D. DIA
5/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
6/8/2024	INSPECTOR	DORSAL	3ER D. DIA
6/8/2024	CLASIFICADOR	LUMBAR	3ER D. DIA

7/8/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
7/8/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
7/8/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. NOCHE
8/8/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
8/8/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	
8/8/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
8/8/2024	CLASIFICADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
9/8/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
9/8/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
9/8/2024	CLASIFICADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
12/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
12/8/2024	CLASIFICADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
13/8/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
14/8/2024	OPERADOR MASTER T.U.O.	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
14/8/2024	CLASIFICADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
14/8/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
14/8/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
19/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
19/8/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
26/8/2024	INSPECTOR	LUMBAR	3ER D. DIA
27/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSAL	3ER D. NOCHE
28/8/2024	INSPECTOR	LUMBAR	3ER D. DIA
28/8/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
28/8/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
29/8/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
29/8/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	
29/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
30/8/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
30/8/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
2/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
2/9/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
2/9/2024	INSPECTOR	HOMBRO	3ER D. NOCHE
2/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	
3/9/2024	INSPECTOR	LUMBAR	3ER D. DIA
3/9/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
3/9/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	
3/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
5/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
5/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
5/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
5/9/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA

6/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
6/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
9/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	
9/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
9/9/2024	OPERADOR MASTER T.U.O.	CERVICODORSAL	
9/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
10/9/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
11/9/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
12/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
12/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
13/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	HOMBRO	3ER D. NOCHE
16/9/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
16/9/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
17/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	
17/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
18/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
18/9/2024	INSPECTOR	HOMBRO	3ER D. DIA
18/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
18/9/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
18/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
19/9/2024	INSPECTOR	HOMBRO	3ER D. DIA
20/9/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
20/9/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
23/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. NOCHE
23/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
23/9/2024	INSPECTOR	HOMBRO	
23/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
24/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
24/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
24/9/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	
24/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
24/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
25/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
25/9/2024	CLASIFICADOR	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
25/9/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
25/9/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	LIBRE
25/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
25/9/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
26/9/2024	INSPECTOR	HOMBRO	3ER D. DIA
26/9/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
27/9/2024	RETRABAJADOR	DORSAL	3ER D. DIA

27/9/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	HOMBRO	3ER D. DIA
30/9/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
1/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
1/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
1/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	HOMBRO	3ER D. DIA
2/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
2/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	4TO D. DIA
2/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
3/10/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
3/10/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
8/10/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
9/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	EXTREMIDAD INFERIOR	
9/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	DORSOLUMBAR	
9/10/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
9/10/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
9/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
10/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
11/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
14/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	
14/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
15/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
15/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
16/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
17/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	
18/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	HOMBRO	3ER D. DIA
18/10/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
21/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	DORSOLUMBAR	3ER D. NOCHE
21/10/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
21/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
23/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
24/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
24/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
24/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	3ER D. DIA
24/10/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
24/10/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	HOMBRO	3ER D. DIA
25/10/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
25/10/2024	BALANCEADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
5/11/2024	INSPECTOR	CERVICODORSAL	
6/11/2024	INSPECTOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
6/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
7/11/2024	RETRABAJADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE

8/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
11/11/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
11/11/2024	CLASIFICADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
12/11/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	DORSAL	
13/11/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	
13/11/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
13/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	
18/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	LIBRE
18/11/2024	CLASIFICADOR	EXTREMIDAD SUPERIOR	3ER D. DIA
19/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	DORSOLUMBAR	
21/11/2024	OPERADOR BANDA BLANCA	CERVICODORSAL	3ER D. DIA
21/11/2024	RETRABAJADOR	HOMBRO	3ER D. DIA
22/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	
25/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICAL	LIBRE
26/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
26/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICAL	LIBRE
27/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	CERVICODORSAL	
28/11/2024	OPERADOR T.U.O. / ETIQUETADOR	EXTREMIDAD INFERIOR	

Apéndice B: Datos de lesiones del mes de enero y febrero 2025

Puesto	Departamento	Especialidad	Diagnóstico	Detalle	Indicaciones	Localización	Otras Clasificaciones
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia brazo izquierdo	Ultrasonido, electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
BALANCEADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la muñeca	Secuelas dolorosas y pérdida de ROM por Corte 3, 4 y 5 dedo	Ultrasonido, COCA, TMO	EXTREMIDAD SUPERIOR	Terapia Manual Ortopédica

			y de la mano	mano izquierda por labores externas			
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA. Gonalgia izquierda y mialgia brazo izquierdo	Electroterapia, ultrasonido	CERVICO DORSAL	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos del codo	Epicondilitis izquierda por deporte	Ultrasonido, electroterapia, kinesiología	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Fractura en el ámbito de la muñeca y de la mano	Qx postquirúrgico FX radio y ulna derecha por SOA	COCA, TMO, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Terapia Manual Ortopédica
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha por actividad repetitiva	Electroterapia, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia
BALANCEADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones	Corte en 3 y 4 dedo mano izquierda en labores externas con	Ultrasonido, TMO, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Terapia Manual Ortopédica

			iones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	pérdida de ROM			
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados del antebrazo	Mialgia extensores del carpo izquierdo por deporte	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Fractura en el ámbito de la muñeca y de la mano	SOA postquirúrgico fractura radio y ulna derecha con 6 meses de evolución. Limitación supinación y pronación	COCA, TMO, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Terapia Manual Ortopédica
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince	SOA gonalgia izquierda	Ultrasonido,	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia

			y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	y mialgia brazo izquierdo	electroterapia		
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular	Preventivo espalda	Masaje	CERVICODORSAL	Terapia Manual Ortopédica
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia brazo izquierdo	Electroterapia, ultrasonido	LUMBAR	Electroterapia
OPERADOR MASTER TUO	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha por actividad repetitiva	Ultrasonido, electroterapia, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	Preventiva . Msls	Presoterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Presoterapia

PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA. Gonalgia izquierda y antebrazo izquierdo	Electroterapia y ultrasonido	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR MASTER TUO	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha por sobrecarga levantando llantas	Electroterapia, ultrasonido, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia brazo izquierdo	Ultrasonido, electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucren los sistemas nervioso y osteomuscular	Preventivo. Espalda	Masaje	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica

CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Electroterapia, ultrasonido	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Preventivo Espalda	Liberación miofascial, TMO	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA Gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Ultrasonido y electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligament	SOA gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Electroterapia, ultrasonido	LUMBAR	Electroterapia

			os de la rodilla				
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Tendinitis de Quervain y ulnar derecha por actividad repetitiva	Electroterapia, kinesiología	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia extensores del carpo izquierda	Electroterapia, ultrasonido	CERVICO DORSAL	Electroterapia
RETRABAJADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la columna lumbar y de la pelvis	Lumbociática derecha al realizar movimiento al cambio de dirección caminando	Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia
RETRABAJADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros trastornos del sistema	Ciatalgia izquierda de origen insidioso	Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia

			nervioso periférico	que va de zona lumbar hacia pantorrilla			
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
RETRABAJADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la columna lumbar y de la pelvis	Lumbalgia por movimiento brusco en trabajo	Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros trastornos del sistema nervioso periférico	Ciatalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia	OTRO (detallar en la nota médica)	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligament	SOA gonalgia izquierda	Electroterapia, ultrasonido	HOMBRO	Electroterapia

			os de la rodilla				
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular	Ciatalgia izquierda	Electroterapia	OTRO (detallar en la nota médica)	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Deportiva. Capsulitis 1 MTCF derecha y tendinitis peroneo derecho	Electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo	Ultrasonido, electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha	Electroterapia, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia

OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros trastornos del sistema nervioso periférico	Ciatalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia	OTRO (detallar en la nota médica)	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda	Electroterapia, ultrasonido	CERVICO DORSAL	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA Gonalgia izquierda y mialgia antebrazo izquierdo por sobrecarga muscular	Electroterapia, ultrasonido	LUMBAR	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	Preventivo MsIs	Presoterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Presoterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros trastornos del sistema nervioso periférico	Ciatalgia izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince	SOA gonalgia izquierda	Ultrasonido,	CERVICO DORSAL	Electroterapia

			y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla		electroterapia		
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Preventivo. Espalda	Liberación miofascial	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	PREVENTIVO. MsIs	Presoterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Presoterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda	Electroterapia, ultrasonido, COCA	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	Tendinitis peroneo derecho	Electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Dorsalgia	Liberación miofascial	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura	SOA gonalgia izquierda	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia

			a de articulaciones y ligamentos de la rodilla				
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Preventivo o espalda	TMO	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia izquierda	Electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Capsulitis 3 MTCF derecha	Electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA Gonalgia izquierda	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia

			iones y ligamentos de la rodilla				
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia bilateral por actividad repetitiva	Electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados del pie y del tobillo	Tendinitis peronea derecha.	Electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Dorsalgia	Liberación miofascial	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	SOA gonalgia izquierda	Ultrasonido, electroterapia, COCA, kinesiología	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Preventivo. Espalda	TMO	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligament	Gonalgia izquierda por trauma SOA	Ultrasonido, electroterapia, kinesiología	CERVICO DORSAL	Electroterapia

			os de la rodilla				
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla	Gonalgia izquierda por secuelas de trauma SOA	Electroterapia, ultrasonido, kinesiología	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Dorsalgia por actividad repetitiva	Liberación miofascial	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular	Mialgia gastrocnemio lateral izquierdo por deporte	Electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
RETRABAJADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la columna lumbar y de la pelvis	Dolor a nivel lumbosacro derecho por movimiento que hizo en deporte	TMO, Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince	Gonalgia izquierda por SOA	Electroterapia, ultrasonido	HOMBRO	Electroterapia

			y torcedura de articulaciones y ligamentos de la rodilla		do, kinesiotaping		
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Secuelas postoperatorio muñeca derecha	Electroterapia, crioterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Capsulitis 3 MTCF mano derecha por deporte	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Ultrasonido
CLASIFICADOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y	SOA esguince LCM rodilla izquierda, tendinitis semimem	Electroterapia, kinesiotaping	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia

			ligamentos de la rodilla	branoso izquierdo			
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Capsulitis 3 MTCF mano derecha	Electroterapia, ultrasonido	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular	Preventivo dorsal	Electroterapia	DORSAL	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	Preventivo MsIs	Presoterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Presoterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligament	Tendinitis anserina izquierda	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia

			os de la rodilla				
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Capsulitis 1 MTCF mano derecha	Ultrasonido, electroterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Artralgia muñeca izquierda por actividad repetitiva	Electroterapia, kinesiología	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Trastorno interno de la rodilla	Gonalgia derecha	Electroterapia, ultrasonido, MTPC	EXTREMIDAD INFERIOR	Electroterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucren los sistemas nervioso	Preventivo espalda	Masaje	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica

			y osteomuscular				
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha	Electroterapia	HOMBRO	Electroterapia
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Dorsalgia	Liberación miofascial	DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
PULIDOR & VITACAP	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos en el ámbito de la muñeca y de la mano	Artralgia muñeca derecha por actividad repetitiva	Electroterapia, crioterapia	EXTREMIDAD SUPERIOR	Electroterapia
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Lesiones del hombro	Omalgia derecha.	Electroterapia, kinesiotaping	HOMBRO	Electroterapia
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros traumatismos y los no especificados de la pierna	Sobrecarga muscular en MsIs por deporte	Presoterapia	EXTREMIDAD INFERIOR	Presoterapia
OPERADOR T.U.O. / ETIQUET	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Dorsalgia	Preventivo o masaje	Liberación miofascial	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
OPERADOR BANDA BLANCA	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de	Lumbalgia	Terapia manual ortopédica	LUMBAR	Terapia Manual Ortopédica

			articulaciones y ligamentos de la columna lumbar y de la pelvis				
INSPECTOR	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Otros síntomas y signos que involucran los sistemas nervioso y osteomuscular	Preventivo espalda	Liberación muscular	CERVICO DORSAL	Terapia Manual Ortopédica
JEFE DE DIVISIÓN	INSPECCIÓN FINAL	Fisioterapia	Luxación, esguince y torcedura de articulaciones y ligamentos de la columna lumbar y de la pelvis	Lumbalgia por ejercicio específico lumbares	Electroterapia	LUMBAR	Electroterapia

REFERENCIAS

Artículos Científicos

- Aldea, A. (2021). *Influencia del rediseño de los procesos productivos de una empresa de envolturas flexibles basado en la mejora continua*. *Revistas de Investigación UNMSM*, 24(1), 7-22. doi:10.15381/19616
- Alfaro, G. (2023). *Reingeniería de Procesos como una Herramienta para la Mejora de la Productividad en las Empresas*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 1623-1641. doi:10.37811/7835
- Bustamante, I. (2022). *Nueva metodología orientada a la mejora de procesos*. *Revista Multidisciplinar*, 6(4), 3030-3056. doi:10.37811/4.2810
- Olivera, B., Solís, H., y Chica, L. (2023). *La reingeniería de los procesos en las industrias manufactureras en tiempos de postpandemia*. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 6(12), 64-78. doi:10.46296/0104
- Ortiz, R. (2022). *Reingeniería de procesos*. *Revista CEA*, 6(1), 104-122. <https://revistas.uns.edu.ar/>

Páginas Web

- Bridgestone. (2017). Bridgestone Costa Rica. Bridgestone Latinoamérica Norte, BS-LAN.: <http://informebridgestone.com/Bridgestone2016/Bridgestone2016/costa-rica-historia.php>
- Bridgestone. (2022). Misión y Valores. Bridgestone.co.cr: <https://www.bridgestone.co.cr/corporativo-bridgestone/mision-y-valores/>
- Bridgestone Américas. (s.f.). El futuro de la movilidad tiene un pasado legendario. Bridgestone Américas, Inc.: https://www.bridgestoneamericas.com/es_US/company/foundations/history#1900s
- Bridgestone. (s.f.). Terminología de neumáticos. Bridgestone Américas, Inc.: https://www.bridgestoneamericas.com/es_US/company/safety/tires-101/tire-terminology

Libros

- Alarcón, G., & Alarcón, P. (2022). *La nueva concepción: fundamentos, conceptos y principios de la gestión por procesos* (Primera ed.). La Caracola Editores. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/>

- Argüelles, J. (2021). *Proyectos Seis Sigma* (Segunda ed.). Editorial Reverté.
https://www.google.co.cr/books/edition/Proyectos_seis_sigma/TPo1EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0&kptab=overview
- Bataller, A. (2016). *Gestión de Proyectos* (Primera ed.). Editorial UOC.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/57720>
- Bautista, J. (2022). *Planificación de Proyectos en Ingeniería* (Primera ed.). Dextra Editorial S.L.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/228503>
- Bocángel, G., Rosas, C., Bocángel, G., Perales, R., y Hilario, J. (2021). *Ingeniería Industrial - Ingeniería de Métodos I* (Primera ed.). La Bliiblioteca Nacional del Perú.
<https://infolibros.org/libros-pdf-gratis/ingenieria/ingenieria-industrial/>
- Boero, C. (2020). *Mantenimiento Industrial* (Primera ed.). Jorge Sarmiento Editor - Universitas.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/172523>
- Carrera, C., Manobanda, W., Castro, D., y Vallejo, H. (2019). *Mejoramiento Continuo de Procesos de Calidad* (Primera ed.). Grupo Compás. <https://repositorio.grupocompas.com/>
- Castañeda, A. (2019). *Mejoramiento de la confiabilidad* (Primera ed.). Ecoe Ediciones.
<https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/126576/>
- Chancusing, M., Yauli, G., López, G., Andrade, J., y López, J. (2024). *Estadística Descriptiva aplicada en Python para la Investigación Científica en Ciencias Sociales y Educativas* (Primera ed.). Editorial Investigativa Latinoamericana. <https://www.google.co.cr/books>
- Chu, M. (2016). *Finanzas para no financieros* (Quinta ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas S. A. C.
https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/41266?as_title_name=finanzas__para__no__financieros&as_title_name_op=unaccent__icontains&prev=as
- Contreras, F., Olaya, J., y Matos, F. (2017). *Gestión por Procesos, Indicadores y Estándares para unidades de información* (Primera ed.). Depósito Legal en la Biblioteca Nacional de Perú.
<http://eprints.rclis.org/31012/1/Gesti%C3%B3n%20por%20procesos%2C%20indicadores%20estandares.pdf>

- Crriollo, J., Tixi, N., Espinoza, P., Quilligana, L., Soria, D., y Siza, L. (2021). *Gestión de la Producción Industrial* (Primera ed.). (Binario, Ed.) Ecuador. <https://binario.com.ec/>
- De Rus, G. (2021). *Análisis Coste-Beneficio* (Cuarta ed.). Antoni Bosch editor. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/189595>
- Gallardo, J. (2022). *Diseño de grandes almacenes: claves para un layout exitoso* (Primera ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas S. A. C. https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/227737?prev=as&as_all=layout&as_all_op=unaccent__icontains
- Gillet, F. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad* (Primera ed.). Grupo Editorial Patria. https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39347?as_title_name=Herramientas__control__de__calidad&as_title_name_op=unaccent__icontains&prev=as
- Hernandez, R., Fernandez, C., y Baptista, M. (2018). *Matodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mc Graw Hill Educación. <https://www.esup.edu.pe/>
- Mar Ortiz, J. (2019). *Fundamentos de ingeniería; Sistemas de Manufactura* (Primera ed.). Universidad Autónoma de Tamaulipas. Obtenido de <https://libros.uat.edu.mx/index.php/librosuat/catalog/download/193/163/475->
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., y Castillo, R. (2023). *Metodología de Investigación* (Primera ed.). Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. <https://editorial.inudi.edu.pe>
- Peréz, J. (2020). *Metodología de Análisis de Riesgos* (Primera ed.). Dirección General de Alianzas Público Privadas. <https://dgapp.gob.do/wp-content/>
- Proaño, W. (2020). *Estadística Descriptiva e Inferencial* (Primera ed.). Universidad de Azuay. <https://publicaciones.uazuay.edu.ec>
- Rey, F. (2020). *Las 5S, Orden y limpieza en el puesto de trabajo* (Primera ed.). FC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/273702>
- RIB, S. (2016). *Estructura de Desglose del Trabajo EDT* (Primera ed.). Presto. Obtenido de <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/EDT-Estructura-de-Desglose-del-Trabajo.pdf>

- Rodríguez, L., Araujo, I., Navarrete, M., y Duque, R. (2023). *Estadística Aplicada* (Primera ed.). Editorial CID. <https://biblioteca.ciencialatina.org>
- Roldán, J. (2021). *Prevención de riesgos laborales y medioambientales en el montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas* (Primera ed.). Paraninfo. https://www.google.co.cr/books/edition/Prevenci%C3%B3n_de_riesgos_laborales_y_medio/d7hVEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0
- Sanclemente, A., Escobar, C., Sarria, M., Aragón, A., Castillo, A., y Correa, M. (2021). *Lean Six Sigma: Aplicación en mipymes de calzado y marroquinería* (Segunda ed.). Programa Editorial Univer. https://editorial.unicatolica.edu.co/omp/index.php/Sello_Editorial/catalog/book/107
- Socconini, L. (2020). *Lean Six Sigma Green Belt* (Primera ed.). Marge Books. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/172850>
- Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Yellow Belt* (Primera ed.). ICG Marge, SL. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/188715>
- Zapata, M., Topón, L., y Tipán, E. (2021). *Fundamentos de Automatización y Redes Industriales* (Primera ed.). Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://repositorio.uti.edu.ec/>

Tesis

- Ávila, B., Carvajal, E., y Castro, E. (2022). *Rediseño de la gestión operativa del proceso productivo en el Área de Moldeo de Flex Costa Rica [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, Costa Rica]*. <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/17674>
- Barrios, D. (2021). *Rediseño del proceso de producción de armado de llantas del Departamento de Armado en la empresa Bridgestone de Costa Rica [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr/collections>
- González, K. (2023). *Rediseño del proceso de Producción de cajas plegadizas en una empresa litográfica [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala]*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/>

Ortega, M. (2024). *Rediseño de los procesos de producción del área de corte en la empresa Folding SK [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr/handle/123456789/3895>

Venegas, J. (2024). *Rediseño del proceso de llenado de stick la línea de Mediseal de la empresa Gutis Limitada [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr/handle/123456789/39>