

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Mecánico Automotriz

PROYECTO TÉCNICO:

“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA LÍNEA DE
FABRICACIÓN DE KARTING APLICANDO LAS 5 S”

AUTORES:

Braulio Fernando Sanango Jerez

Jonathan Efraín Villalta Noriega

TUTOR:

Ing. Diego René Urgilés Contreras. Mstr.

CUENCA – ECUADOR

2018

CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR

Nosotros, Braulio Fernando Sanango Jerez con cédula de identidad N°. 0302641758 y Jonathan Efraín Villalta Noriega con cédula N°.1900353929, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE KARTING APLICANDO LAS 5 S”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico Automotriz en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2018.



Braulio Fernando Sanango Jerez

CI: 0302641758



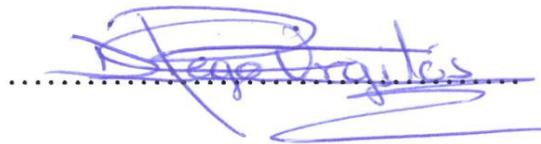
Jonathan Efraín Villalta Noriega

CI: 1900353929

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “**ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE KARTING APLICANDO LAS 5 S**”, realizado por Braulio Fernando Sanango Jerez y Jonathan Efraín Villalta Noriega, obteniendo el Proyecto Técnico, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2018.



Ing. Diego René Urgilés Contreras. Mstr

CI: 0104431374

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Braulio Fernando Sanango Jerez** con cédula de identidad No. **0302641758** y **Jonathan Efraín Villalta Noriega** con cédula No. **1900353929**, autores del trabajo de titulación “**ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE KARTING APLICANDO LAS 5 S**”, certificamos que el total contenido del Proyecto Técnico es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2018.



Braulio Fernando Sanango Jerez

CI: 0302641758



Jonathan Efraín Villalta Noriega

CI: 1900353929

DEDICATORIA

El presente documento de titulación dedico a todos mis familiares que me han apoyado y han estado presentes a lo largo de la carrera universitaria.

En especial dedico este trabajo a mis papás Luis y Rosario quienes han estado siempre conmigo en todas las circunstancias que se han presentado en mi vida y etapa estudiantil, quienes siempre se han esforzado, luchado y sacrificado por darme lo mejor como padres. A ellos, que con su ejemplo me han enseñado a valorar y aprovechar cada oportunidad que se presenta en la vida.

A mis hermanos William, Darwin y Joel quienes han estado motivándome a seguir adelante y quienes han estado a mi lado llenándome de alegría en momentos duros y difíciles de la vida universitaria.

A mis amigos con quienes compartí responsabilidades en las tareas diarias estudiantiles y a las personas que formaron parte de este ciclo universitario, quienes con su apoyo y motivación me han impulsado a continuar progresando.

Braulio

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a mi madre Liz que ha hecho la labor de papá y mamá durante todos estos años y que ha sabido apoyarme y darme todo su cariño en cada paso y decisión que he tomado a lo largo de mi vida personal y universitaria.

Dedico este trabajo también a mi hermana Cisne y a mi querida abuela Teresa que han sido mi motivación diaria para poder culminar esta carrera universitaria; de la misma manera a toda mi familia y amigos, especialmente a mi amigo John Heriberto Morocho Cajamarca, que ha sido como un hermano apoyándome en los momentos difíciles de mi vida.

Por último, hago una mención especial a mi padre Efraín y a mi abuelo Pablo que desde el cielo me brindan su bendición y me acompañan en todo paso que doy.

Efraín

AGRADECIMIENTO

Como no estar agradecido con Dios, por guiarme y darme las fuerzas para nunca renunciar a mis sueños los que algún día me propuse, además por cuidar y brindarle de salud a toda mi familia.

A mis tíos, primos y amigos que estuvieron apoyándome con palabras de ánimo, aconsejándome a lo largo de la vida universitaria y quienes en algún momento con calidez me abrieron las puertas de sus hogares.

A mis hermanos quienes son mi motivación para salir adelante y en especial a mis padres que les debo todo. Por ello infinitamente agradecido, ya que creyeron y pusieron toda su confianza en mí para alcanzar este logro que producto del esfuerzo lo hemos conseguido juntos.

Al Ing. Diego Urgilés quién nunca se negó a ayudarnos en este proyecto de titulación y además quién tuvo el tiempo y paciencia para guiarnos en el desarrollo de este proyecto.

Al grupo “Desing & Manufacturing” dirigido por el Ing. Wilmer Contreras, quiénes facilitaron la información y tuvieron la predisposición para atendernos y brindar sus conocimientos para llevar a cabo el presente proyecto.

Braulio

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a mi madre Liz que ha hecho un gran esfuerzo para que yo haya podido culminar mis estudios con esta investigación.

De igual manera, agradezco al Ing. Diego Urgilés que tuvo la mejor predisposición para ayudarnos y aclarar cualquier duda a lo largo de esta investigación; de igual manera al Ing. Wilmer Contreras que supo brindar su apoyo e información muy importante para establecer la propuesta brindada en este trabajo.

Por último, agradezco al Ing. Fernando Chica que nos ayudó para realizar el anteproyecto del tema presentado en esta investigación y al grupo “Design & Manufacturing”, especialmente al Ing. Johnny Jérez que colaboraron de manera muy significativa para la realización de este proyecto.

Efraín

Resumen

Este proyecto surge a partir del hecho que, dentro de la Universidad Politécnica Salesiana se dispone de una área de fabricación y ensamblaje para vehículos kart, en el cual los estudiantes guiados por los docentes plasman sus ideas y diseños en la construcción de este tipo de vehículos para participar en carreras a nivel interinstitucional y nacional entre las diferentes Universidades. Pero en las diferentes etapas de fabricación, no se cuenta con una correcta correlación de áreas de trabajo y departamentos de fabricación, además que el tiempo y costos de construcción del kart resultan ser elevados, ya que dentro de esta línea de fabricación no se cuenta con una estrategia implementada que mejore sus procesos.

En el presente proyecto, se desarrolla como primera instancia un análisis sobre el estado del arte para la aplicación de las 5 S en procesos de fabricación, donde se conocerá cada uno de los conceptos y ventajas que ofrece la estrategia de las 5S al implementarlas en alguna empresa o lugar de trabajo.

Luego de esto, se realiza un análisis del estado actual sobre la fabricación de vehículos kart en la Universidad Politécnica Salesiana, esto con el fin de conocer los procedimientos, técnicas y secuencias que siguen los docentes y estudiantes para efectuar la fabricación del vehículo kart.

Posteriormente, se identifica una metodología que será la que brinde orientaciones para lograr una correcta distribución y correlación de las diferentes áreas de trabajo en la fabricación de vehículos kart que permita optimizar tiempo y recursos.

Finalmente, se establece la propuesta con cada una de las herramientas o estrategias de las 5S al área de trabajo de fabricación de vehículos kart, la misma que ya estará distribuida correctamente según la metodología utilizada y aplicada.

Abstract

This project arises from the fact that, within the Universidad Politecnica Salesiana has an area of manufacturing and Assembly for kart hire, in which students led by teachers embody their ideas and designs in the construction of this type of vehicle to participate in Racing at institutional and national levels between different universities. But in the different stages of manufacture, is there a proper correlation of work areas and manufacturing departments, in addition resulting time and construction costs of the kart be high, since this line of manufacturing there is an implemented strategy that improves your processes.

In this project, an analysis of the State of the art for the application of the 5S is developed as first instance in manufacturing processes, where learn about is each of the concepts and benefits offered by the 5S strategy to deploy them in any enterprise or workplace.

After this, an analysis of the current state on the hire kart manufacturing is done at the Universidad Politécnica Salesiana, this in order to learn the procedures, techniques and sequences that follow the teachers and students to make the kart vehicle manufacture.

Subsequently, a methodology which will be which provides guidelines to achieve a proper distribution is identified and correlation of different areas of work in the manufacture of vehicles kart allowing to optimize time and resources.

Finally, the proposal with each of the tools or strategies of the 5S to hire kart manufacturing work area, is set, the same one that is properly distributed according to the methodology used and applied.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción	1
CAPÍTULO 1	2
1. Recopilación del estado del arte para la aplicación de las 5 S en procesos de fabricación	2
1.1. El sistema productivo de Toyota.....	2
1.2. ¿Qué es una línea de fabricación?	2
1.3. Tipos de distribución en las líneas de fabricación	3
1.4. Objetivos de la distribución en una línea de fabricación.....	3
1.5. Ciclo PDCA.....	4
1.5.1. Planificar.	5
1.5.2. Ejecutar.	5
1.5.3. Evaluar.	5
1.5.4. Actuar.	5
1.6. La herramienta de las 5S.....	5
1.6.1. Seiri: Clasificar.	6
1.6.2. Seiton: Ordenar.	6
1.6.3. Seiso: Limpieza.	7
1.6.4. Seiketsu: Estandarizar.	7
1.6.5. Shitsuke: Disciplina.	8
1.7. Objetivos de las 5S	8
1.8. Proyectos de Implementación de 5S	8
1.8.1. Proyectos de Implementación de 5S a nivel mundial.	9
1.8.2. Proyectos de Implementación de 5S a nivel regional.	10
1.8.3. Proyectos de Implementación de 5S a nivel nacional.	11
1.8.4. Proyectos de Implementación de 5S en Cuenca.	12
CAPÍTULO 2	14
2. Análisis del estado actual sobre la fabricación de vehículos kart en la carrera de Ingeniería Automotriz, sede Cuenca.....	14
2.1. Mapeado de la cadena de valor VSM	14
2.2. Objetivos del VSM.....	14
2.3. Beneficios del VSM.....	15
2.4. Mapeo del estado actual del área de fabricación de vehículos kart	15
2.4.1 Situación actual del área de fabricación de vehículos kart.	15

2.4.2 Flujograma de las operaciones dentro del área de fabricación de kart.....	16
2.5 VSM del estado actual del diseño y construcción de vehículos kart	20
2.6 Resultados obtenidos del análisis del estado actual sobre la fabricación de vehículos kart en la Universidad Politécnica Salesiana, dentro de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.....	22
CAPÍTULO 3	39
3. Identificación de una metodología para aplicación de las 5 S en procesos de fabricación de kart.....	39
3.1 Metodologías para la ejecución de las 5S.....	39
3.1.1 Auditoría Inicial.	39
3.1.2 Ejecución de la Primera S Seiri (Clasificar).	40
3.1.3 Ejecución de las Segunda S Seiton (Ordenar).....	44
3.1.4 Ejecución de la Tercera S Seiso (Limpiar).	45
3.1.5 Ejecución de la Cuarta S Seiketsu (Estandarizar).	47
3.1.6 Ejecución de la Quinta S Shitsuke (Disciplinar).	48
3.2 Conceptos para la ejecución de las metodologías DFMA y AMEF.....	49
3.2.1 Conceptos para la ejecución de la metodología DFMA.	49
3.2.2 Conceptos para la ejecución de la metodología AMEF.....	53
CAPÍTULO 4	58
4. Elaboración de una propuesta de optimización para la fabricación de vehículos kart	58
4.1 Espacio designado para la fabricación de vehículos kart.....	58
4.2 Diseño de la distribución de las áreas de trabajo	59
4.3 Pasos a seguir para la distribución de una planta.....	60
4.3.1 Materiales y cantidades.	60
4.3.2 Secuencia de operaciones.....	60
4.3.3 Relación entre las diferentes operaciones.	62
4.3.4 Diagrama de relación entre las diferentes operaciones.....	63
4.4. Disposición de espacios	64
4.4.1 Zona de corte.....	64
4.4.2 Zona de doblado.....	65
4.4.3 Zona de soldadura.....	65
4.4.4 Zona de montaje.	66
4.4.4 Zona de pintado.	66
4.5 Propuesta final para las áreas de trabajo	67
4.6 VSM Actual VS VSM Futuro del proceso de fabricación de vehículos kart.....	71
4.7 Diseño para la fabricación y montaje DFMA.....	75

4.7.1 DFMA para el Chasis.....	76
4.7.2 DFMA para el Sistema de dirección.....	77
4.7.3 DFMA para el Motor.	78
4.7.4 DFMA para la Trasmisión.....	79
4.7.5 DFMA para los Sistemas auxiliares, varillaje o cables para pedales.	80
4.7.6 DFMA para el asiento.....	81
4.7.7 DFMA para el sistema de frenos.....	82
4.7.8 DFMA para el pintado.	83
4.8 Análisis del modo y efecto de falla AMEF	83
4.9 Pronóstico de resultados con la ejecución de 5S.....	85
4.9.1 Cálculo de la media aritmética o promedio de porcentaje de disminución de tiempos de producción.	87
4.9.2 Cálculo de la media aritmética o promedio de porcentaje de disminución de costos de producción.	88
4.9.3 Cálculo de la varianza de disminución de tiempos de producción.....	88
4.9.4 Cálculo de la varianza de disminución de costos de producción.....	88
4.9.5 Cálculo de la desviación estándar de disminución de tiempos de producción. 88	
4.9.6 Cálculo de la desviación estándar de disminución de costos de producción. ...	89
Conclusiones	89
Recomendaciones	91
Trabajos futuros.....	91
ANEXO 1	92
ANEXO 2	95
ANEXO 3	103
BIBLIOGRAFÍA.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tiempos tabulados del proceso de fabricación del vehículo karting.	30
Tabla 2 Costos de fabricación del vehículo karting.	32
Tabla 3 Ponderación de las tareas efectuadas al fabricar el vehículo karting.	34
Tabla 4 Asignación de las áreas de trabajo.	36
Tabla 5 Propuesta de preguntas a plantearse para la ejecución de la Auditoría Inicial.	39
Tabla 6 Propuesta de Tarjeta Roja para el área de diseño y construcción de vehículos karting.	42
Tabla 7 Documento de especificación para determinar el concepto de diseño en la metodología DFMA.	49
Tabla 8 Documento de alternativas para establecer el concepto de diseño en la metodología DFMA.	51
Tabla 9 Espacio total y espacio utilizado para el almacenaje de materiales.	59
Tabla 10 Símbolos utilizados para la representación de pasos a seguir en la secuencia de operaciones.	60
Tabla 11 Ponderación de relaciones entre departamentos.	63
Tabla 12 Dimensiones de equipos de la zona de corte.....	65
Tabla 13 Dimensiones de equipos de la zona de doblado.....	65
Tabla 14 Dimensiones de equipos de la zona de soldadura.	66
Tabla 15 Dimensiones de equipos de la zona de montaje.....	66
Tabla 16 Propuesta de AMEF para la fabricación de vehículos karting.	84
Tabla 17 Resultados de la disminución de costos y tiempos de producción a nivel mundial con la ejecución de 5S.....	86

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama. 1 Distribución de operaciones de fabricación actual.	17
Diagrama. 2 VSM del estado actual de la línea de fabricación de vehículos karting.	21
Diagrama. 3 Secuencia para la ejecución de la primera S Seiri (Clasificar).	41
Diagrama. 4 Secuencia para la ejecución de la segunda S Seiton (Ordenar).	44
Diagrama. 5 Secuencia para la ejecución de la tercera S Seiso (Limpiar.)	46
Diagrama. 6 Secuencia para la ejecución de la cuarta S Seiketsu (Estandarizar). ...	48
Diagrama. 7 Flujo de procesos de fabricación de vehículos karting.	61
Diagrama. 8 Etapas de montaje para la fabricación de vehículos karting.	62
Diagrama. 9 Tabla cuadrículada de las zonas de fabricación de vehículos karting..	63
Diagrama. 10 VSM actual sin la aplicación de 5S.	73
Diagrama. 11 VSM ideal con la aplicación de 5S.	74
Diagrama. 12 Propuesta de DFMA para el proceso de diseño, manufactura y ensamblaje.....	76
Diagrama. 13 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del sistema de dirección.....	77
Diagrama. 14 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del motor.	78
Diagrama. 15 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje de la transmisión.	79
Diagrama. 16 Propuesta de DFMA para los sistemas auxiliares.....	80
Diagrama. 17 Propuesta de DFMA para el proceso de selección del asiento.	81
Diagrama. 18 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del sistema de frenos.....	82
Diagrama. 19 Propuesta de DFMA para el proceso de pintado.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 Sistema de Producción de Toyota.	2
Figura. 2 Ciclo PDCA.	4
Figura. 3 Esquema explicativo de las 5S.	5
Figura. 4 Respuestas pregunta 1.	23
Figura. 5 Respuestas pregunta 2.	23
Figura. 6 Respuestas pregunta 3.	24
Figura. 7 Respuestas pregunta 4.	24
Figura. 8 Respuestas pregunta 5.	24
Figura. 9 Respuestas pregunta 6.	25
Figura. 10 Respuestas pregunta 7.	25
Figura. 11 Respuestas pregunta 8.	25
Figura. 12 Respuestas pregunta 9.	26
Figura. 13 Respuestas pregunta 10.	26
Figura. 14 Respuestas pregunta 11.	26
Figura. 15 Respuestas pregunta 12.	27
Figura. 16 Respuestas pregunta 13.	27
Figura. 17 Respuestas pregunta 14.	27
Figura. 18 Respuestas pregunta 15.	28
Figura. 19 Respuestas pregunta 16.	28
Figura. 20 Respuestas pregunta 17.	28
Figura. 21 Respuestas pregunta 18.	29
Figura. 22 Respuestas pregunta 19.	29
Figura. 23 Respuestas pregunta 20.	29
Figura. 24 Respuestas pregunta 21.	30

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen. 1	Espacio asignado para la fabricación de vehículos karting.....	15
Imagen. 2	Área de Almacenaje.	18
Imagen. 3	Área de Corte.	19
Imagen. 4	Área de montaje de elementos.	19
Imagen. 5	Almacenaje de elementos en el espacio para la fabricación de vehículos karting.	37
Imagen. 6	Estado Actual de los espacios de trabajo.	103
Imagen. 7	Propuesta de distribución de áreas de trabajo.	103

Introducción

La industria de vehículos Hyundai es considerada la más grande a nivel mundial y está situada en Ulsan, Corea del Sur, con un área de 1,5 millones de metros cuadrados, donde trabajan 34.000 personas y producen un vehículo cada 13 segundos, es decir 5.600 unidades al día y 1.5 millones de vehículos al año. (Escribano, 2018). Todo esto gracias a las distintas líneas de ensamblaje que cuentan con distribuciones por proceso, en donde el automóvil se desplaza por cada uno de los diferentes departamentos para ser ensamblado las diferentes partes y sistemas del vehículo. (Goncalves, 2018). Actualmente en Ecuador, se cuenta con cinco ensambladoras según la Cámara de Industrias Automotrices del Ecuador (Cinae), y las mismas aspiran a ensamblar 40.000 unidades al año. (Pacheco, 2018).

Pero, la fabricación de numerosas unidades de vehículos a nivel nacional y mundial no fuese posible sin una correcta distribución y organización de las instalaciones de las ensambladoras; es por ello, que se atribuye énfasis en la distribuciones de una planta para que haya relación entre, máquinas, herramientas, operadores, áreas de trabajo que conlleven a la eficiencia y supervivencia de una empresa.

Sin importar el tipo y número de vehículos que se requiriesen fabricar, lo que una empresa busca es optimizar; es por ello, que la investigación de este documento se centra específicamente en la línea de fabricación de vehículos monoplaza kart que diseña y fabrica la Universidad, aunque no se trata de una producción de vehículos por proceso. En esta investigación, se va hacer un estudio acerca de la distribución de espacios de trabajo conjuntamente con las 5S, todo esto con el único fin de crear prácticas eficientes en los operarios, disminuir costes y tiempos de producción; además de crear orden físico de las instalaciones, espacios necesarios para movimientos de insumos, almacenamiento de materiales y herramientas. (Muther, Distribución en planta, 1970)

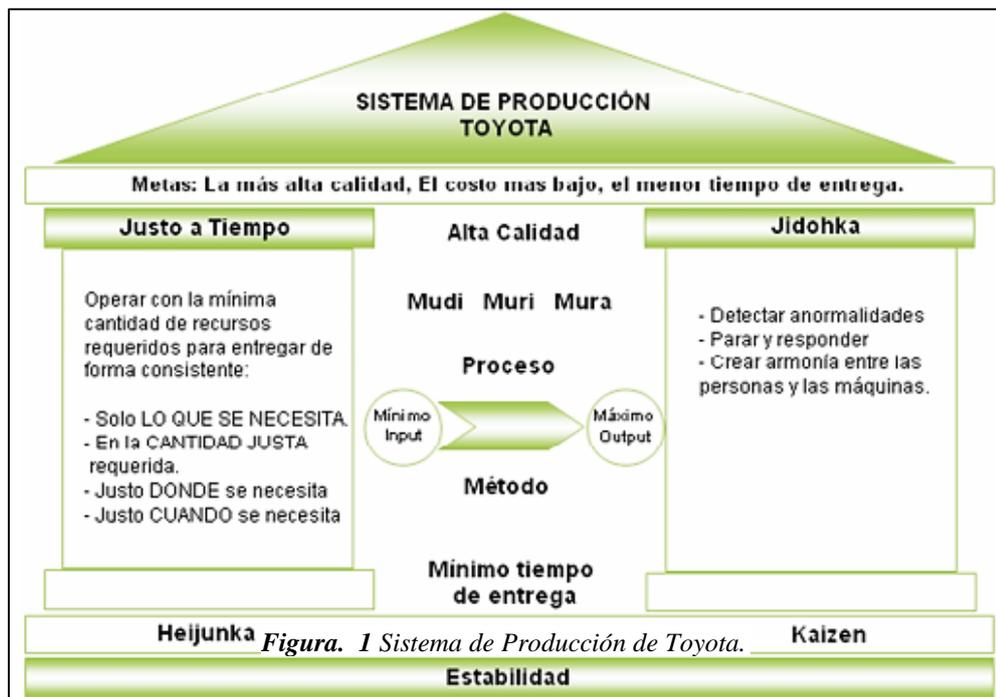
CAPÍTULO 1

1. Recopilación del estado del arte para la aplicación de las 5 S en procesos de fabricación

1.1. El sistema productivo de Toyota

Según el testimonio de un ingeniero de la compañía Toyota llamado Taiichi Ohno, las industrias Americanas de automóviles fabricaban vehículos en serie lo que permitía reducir costos de producción de pocos modelos, mientras que la aspiración de los Japoneses era reducir costos de muchos modelos de vehículos fabricados en pequeñas cantidades, lo que fue posible gracias al sistema que aplicó Toyota.

Este sistema de Toyota se basa en el mejoramiento de manufactura y servicios, centrándose en la eliminación de desperdicios, con lo cual se logra alcanzar productividad, competitividad y rentabilidad. Este sistema posteriormente se publicó como “Lean Manufacturing” que consiste en una serie de herramientas orientadas a la producción ajustada debido a menores recursos utilizados en grandes procesos de producción. (Müller, 2018)



Fuente: (Müller, 2018)

1.2. ¿Qué es una línea de fabricación?

Se entiende como línea de fabricación o producción a la correcta relación que se guarda entre; hombre, maquinaria y materiales, para que de esta manera se trabaje simultáneamente y se modifique algún material en cuanto a características con el fin de disponer de un producto final y de comercialización.

1.3. Tipos de distribución en las líneas de fabricación

Entre los tipos de distribución existentes en las líneas de fabricación de alguna empresa o planta, se destacan las siguientes:

Distribución por posición fija: Dónde, el material no se mueve es decir se mantiene fijo mientras que las máquinas, herramientas y operarios son quienes recurren a él.

Distribución por proceso o función: Cada proceso dispone de su propia área de trabajo ya que están agrupadas por zonas, es decir áreas para; pintura, soldadura, corte, etc.

Distribución por producción en cadena: Aquí el material esta en movimiento, mientras que las máquinas están fijas, por lo tanto el material va desplazándose a lo largo del proceso según las operaciones que se deban ejecutar para alcanzar el producto final. (Muther, Distribución en planta, 1970)

El tipo de distribución que permitiría conseguir el objetivo planteado en el presente proyecto corresponde a; una distribución denominada posición fija ya que según la bibliografía consultada es la distribución que más se apega al espacio designado para la fabricación del vehículo kart. También, al tratarse de un vehículo de peso considerable no se puede manipular fácilmente, por lo que resulta conveniente mantener el vehículo en posición fija en una zona de montaje, mientras los operarios, máquinas y herramientas recurren al mismo para realizar cualquier operación de ensamblaje y montaje de piezas.

1.4. Objetivos de la distribución en una línea de fabricación.

Entre los objetivos que se destacan al tener una buena distribución en una línea de fabricación, se enumeran las siguientes:

- Incrementar la seguridad y bajar la probabilidad de adquirir enfermedades por parte de los operarios.
- Mantener la moral alta y el agrado del operario por su lugar de trabajo.

- Incrementar el nivel de producción.
- Disminuir el tiempo en procesos de producción.
- Reducir áreas ocupadas y brindar un correcto almacenaje de materiales.
- Mejorar la utilización de maquinaria, mano de obra y servicios.
- Establecer el uso de la cantidad correcta del material en el desarrollo de cada proceso.
- Acortar trabajos indirectos y administrativos.
- Fiscalizar las instalaciones de manera fácil y mejor.
- Rebajar la aglomeración de materiales evitando confusión.
- Bajar el riesgo de perder la calidad del material.
- Facilitar ajustes a cambios de situaciones. (Muther, Distribución en planta, 1970)

1.5. Ciclo PDCA

El ciclo PDCA (Planificar, desarrollar, controlar, actuar), es también conocido como el círculo de Deming cuyo objetivo apunta hacia una mejora continua partiendo desde una planificación y basándose en repeticiones cíclicas para mejorar un determinado producto de manera constante hasta alcanzar los resultados esperados.

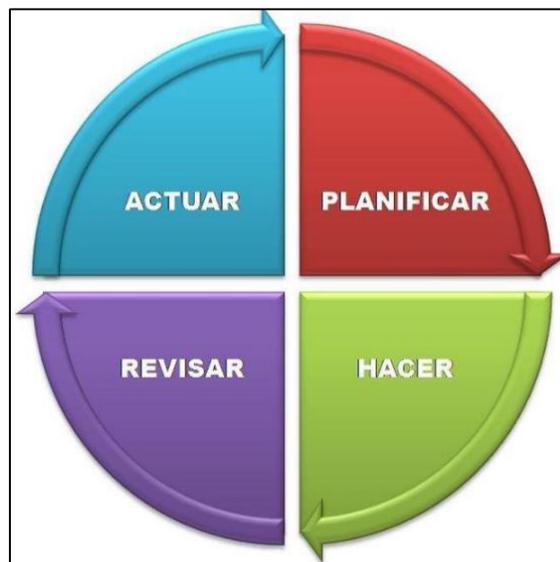


Figura. 2 Ciclo PDCA.
Fuente: (Metodoss, 2018)

A continuación se describen las etapas del ciclo PDCA:

1.5.1. Planificar.

Consiste en establecer los objetivos, procesos, personas, recursos y materiales para alcanzar los resultados esperados.

1.5.2. Ejecutar.

Se refiere a poner en práctica lo estipulado en la primera etapa concerniente a la planificación.

1.5.3. Evaluar.

En esta etapa hay que comparar los objetivos ejecutados con los planificados, para ello hay que evaluar los datos adquiridos del proceso ejecutado.

1.5.4. Actuar.

Radica en ejecutar medidas correctivas desde la planificación, para que de esta manera se vuelva a producir de manera cíclica el proceso y con ello alcanzar los objetivos planteados. (Gestión, 2018)

1.6. La herramienta de las 5S

Las 5S nacen por Deming a partir de los años 60 y 70 en Japón, cuyo objetivo apunta a la calidad total, después de los años 70 la empresa de origen Japonesa Toyota desarrolla esta metodología con el fin de mejorar de manera prolongada el nivel de organización, orden y limpieza de sus instalaciones.

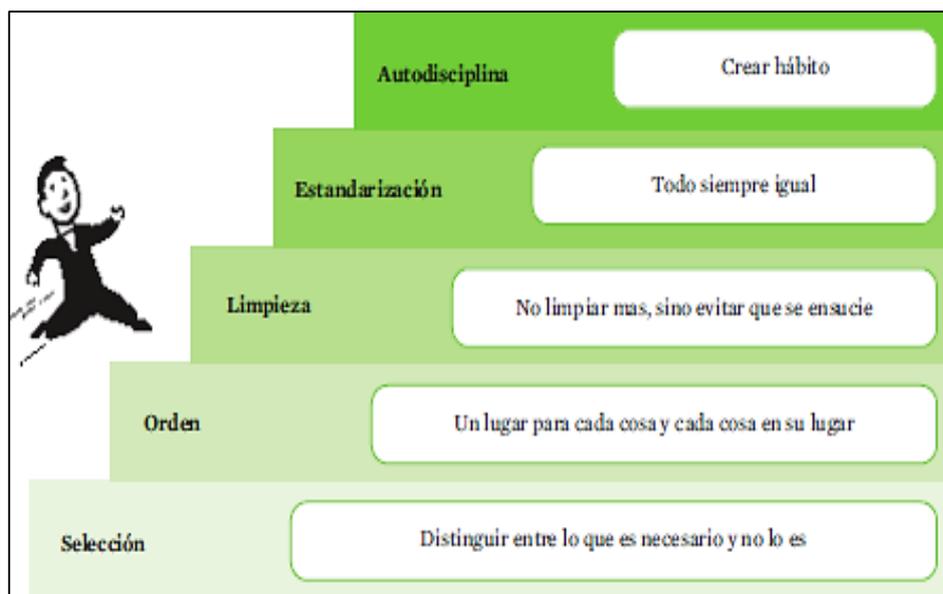


Figura. 3 Esquema explicativo de las 5S.

Fuente: (Hernández Matías, 2013)

Sin embargo, el origen de las 5S nacen a partir de una visita por parte de Sakichi Toyota, fundador de Toyota, su hijo Kiichiro y el ingeniero Taiichi Ohno, a la línea de montaje de Ford en Estados Unidos. Los visitantes durante la inspección se sorprendieron por los enormes equipos de mecanizado, desperdicios generados y tiempos de espera que había entre el paso de una operación a otra. Con el fin de mejorar estos inconvenientes y partiendo de este problema se desarrollaron las 5S. (Müller, 2018)

La herramienta de las 5S al ser aplicadas, producen resultados visibles y cuantificables, además el personal que está involucrado en una organización cambia por actitudes positivas y gusto por las actividades que ejecuta, porque visualiza la importancia de esta herramienta que rompe con los procedimientos tradicionales, al establecer nuevas culturas y técnicas que garantizan el orden, limpieza, higiene y sobre todo seguridad en la producción y operarios. (Hernández Matías, 2013)

1.6.1. Seiri: Clasificar.

Esta etapa tiene como objetivo la priorización de elementos cuya incidencia es primordial en los procesos de fabricación, para que se consiga suprimir los elementos que no inciden significativamente, consiguiendo eliminar todos aquellos materiales que ocupen espacio. (Hernández Matías, 2013). Entre los métodos recomendados para aplicar el Seiri es, eliminar aquellos materiales que no se utilizan durante los últimos treinta días, o mediante el uso del “Diagrama de Pareto” el cual interpreta que, como un promedio aproximado los elementos que se utilizan representan el 20%, mientras que los elementos que no se utilizan representan un 80%. Los elementos que son innecesarios en cuanto se refiere a; documentos, herramientas y materiales tendrán que etiquetarse con tarjetas rojas para visualizar el espacio que estos ocupan y eliminarlos. (Juárez Gómez, 2018)

En el área de fabricación de vehículos kart de la Universidad, el Seiri puede aportar espacio para movimiento de los operarios, de materiales e insumos, al eliminar objetos que no aporten al desarrollo de los procesos y elementos que únicamente estén almacenados y sin utilidad en la cadena productiva.

1.6.2. Seiton: Ordenar.

El Seiton radica que se define un lugar de ubicación para cada herramienta o material, cuyo propósito será eliminar tiempos de búsqueda de las mismas y además

facilitar el retorno a su posición de origen luego de ejecutar un trabajo. (Hernández Matías, 2013). Para esta fase de la segunda S, se tendrá que clasificar los elementos de acuerdo a su uso y tipo de herramienta como puede ser de golpe, corte, perforación, etc. (Juárez Gómez, 2018)

El Seiton en el área de fabricación de vehículos kart ayudará a que se dispongan las herramientas necesarias para efectuar los trabajos de ensamblaje en un tiempo y momento preciso.

1.6.3. Seiso: Limpieza.

Consiste en conservar el espacio y equipos de trabajo en buenas condiciones higiénicas que brinden garantía en cuanto a la salubridad y resguardo a los operarios. Al efectuar esta tarea de manera diaria, semanal o mensual conforme indique las políticas de una organización también se podrá identificar las averías que están propensas a sufrir las máquinas, herramientas e instalaciones de una determinada empresa. (Hernández Matías, 2013).

Como aporte al área de fabricación de vehículos kart el Seiri permitirá que los operarios se sientan cómodos, disminuya su contaminación visual y aumente su rendimiento y productividad en el trabajo.

1.6.4. Seiketsu: Estandarizar.

La estandarización se refiere a mantener la limpieza del equipo de protección personal del operario y mantener la organización de las instalaciones de una empresa de forma constante y permanente, para ello se podrá establecer reglas a los trabajadores de cómo deben dejar y conservar sus puestos de trabajo en el desarrollo y concluida su jornada laboral. (Hernández Matías, 2013). Para tener éxito en esta fase se recomienda:

- a) Orden y limpieza adecuados, ya que un ambiente limpio y seguro orienta y hace pensar que la persona que está trabajando allí cuida su higiene personal.
- b) Consulta y prevención, haciendo que los operadores participen en charlas de seguridad, calidad, riesgos y planes preventivos. (Juárez Gómez, 2018)

Referente al aporte del Seiketsu en el proyecto que se desarrolla en la Universidad se puede decir que mediante la estandarización se creará hábitos y prácticas eficientes

por parte de los operarios para mantener y conservar cada área de trabajo de forma agradable y pulcra ante cualquier visita o inspección inesperada.

Además la estandarización será oficial y general para todos los trabajadores una vez que aplicada él; Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar) y Seiso (Limpieza), hayan generado resultados óptimos y esperados dentro de una organización.

1.6.5. Shitsuke: Disciplina.

Se basa en convertir en práctica, las normas que ya han sido establecidas por parte de una organización para mantener el estado de las cosas tal y como recomienda las herramientas de las 5 S (Hernández Matías, 2013). Sin el Shitsuke, no importa el énfasis que se pongan en las 5S porque al omitir esta disciplina las instalaciones de una empresa volverían a ser ambientes desorganizados, sucios y generadores de fatiga para los operarios. Es por ello, que para mantener la disciplina hay que dar entrenamiento a las facultades mentales y físicas para que desarrollen a la persona y operarios dentro del Shitsuke. (Juárez Gómez, 2018).

Aplicando la Disciplina al proyecto que trata el presente documento, se podrá cambiar la visión de los trabajadores, donde cada proceso y etapa de fabricación se la realizará con mayor calidad y beneficio tanto para operarios, empresa y clientes.

1.7. Objetivos de las 5S

Entre algunos objetivos que se destacan de las 5S luego de la implementación en alguna empresa, sin importar el tipo y tamaño, son evitar:

- La suciedad del espacio de trabajo de máquinas e instalaciones.
- Desorden en pasillos y espacios de fabricación.
- Equipos e insumos rotos.
- Capacidad limitada de los operarios.
- Fallas y averías inesperadas.
- Indisciplina en los procesos de producción por parte del personal.
- Traslado indebido de operarios, insumos y herramientas.
- Aglomeración de materiales. (Hernández Matías, 2013)

1.8. Proyectos de Implementación de 5S

Las 5S es una técnica muy eficiente y últimamente muy utilizada a nivel mundial; es por eso, que muchas empresas las están implementando en sus procesos de

producción, generando la optimización de tiempos y recursos a la hora de elaborar sus productos; además permite el adiestramiento del personal de producción en cada una de las áreas de trabajo de la empresa.

1.8.1. Proyectos de Implementación de 5S a nivel mundial.

Cabe indicar que, los tres proyectos citados a continuación a nivel mundial utilizan la metodología “Lean Manufacturing”. En el cual, los dos primeros proyectos trabajan específicamente con la herramienta de las 5S y el tercer proyecto utiliza la filosofía Kaizen, el ciclo de Deming (PDCA) y las herramientas de las 5S.

Proyecto de Implementación de 5S en Wisconsin, Estados Unidos.

Este proyecto realizado en el año 2010 en la Universidad de Wisconsin, buscaba la utilización adecuada de los espacios de trabajo, de las máquinas y de las herramientas utilizadas en el laboratorio de un convertidor de vasos flexibles de la misma Universidad; esto con el fin de mejorar la imagen y reducir los tiempos de ciclo de trabajo.

Como resultados alcanzados del proyecto fueron; mejor imagen del laboratorio, agilización de los procesos, mejoramiento del ambiente laboral y una correcta eliminación de residuos producto del proceso de fabricación. (Ameya, 2018)

Proyecto de Implementación de 5S en Helsinki, Finlandia.

La Universidad Metropolitana de Ciencias aplicadas de Helsinki en el año 2016, buscó incrementar el rendimiento de sus trabajadores y elevar la capacidad de entrega de sus encomiendas del Grupo Transval, el cual se dedicaba a la distribución de productos y mercancías en ese país.

Entre los resultados obtenidos están; que los operadores tomaron conciencia de lo importante que es la ejecución de la metodología de las 5S, ya que con éstas su trabajo se facilitaba, dando como resultado comodidad en los trabajadores con un mejor ambiente laboral. Esta información se obtuvo mediante resultados de encuestas realizadas a los operarios y referente a entregas por parte del Grupo Transval, se logró un incremento de 1,25 más paquetes almacenados y una entrega de 2,75 paquetes en comparación a la situación anterior de la empresa. (Immonen, 2018)

Proyecto de Implementación de 5S en Valencia, España.

Este proyecto realizado por parte de la Universidad de Sevilla en el año 2014, lo que buscaba es la utilización adecuada de los espacios de trabajo, en las instalaciones del Registro de la Propiedad respecto a; orden, agilidad, velocidad de respuesta, satisfacción para el cliente y aprovechamiento del espacio disponible.

Como resultado obtenido en el departamento del Registro de la Propiedad en España fueron, cubrir los objetivos propuestos ya que mediante encuestas realizadas se cuantificó valores de los resultados obtenidos que afirmaban que se obtuvo mejoras en; orden, limpieza y seguridad dentro de las instalaciones. (Muñoz Nebot, 2018)

1.8.2. Proyectos de Implementación de 5S a nivel regional.

La metodología aplicada en los tres proyectos mencionados a nivel regional se basa en “Lean Manufacturing”, específicamente en la utilización de la herramienta de las 5S.

Proyecto de Implementación de 5S en Guanajuato, México.

Este proyecto realizado en el año 2015 por parte del Instituto Politécnico Nacional de México, tuvo como meta optimizar tiempos y costos en una empresa de zapatos.

Terminada la ejecución de las 5S, los resultados indicaron que un trabajador tardaba entre 19 a 35 minutos en la elaboración de zapatos, y con la implementación de 5S, tardaba entre 1 a 2 minutos; dando como resultado, aproximadamente 25 minutos de disminución en tiempo y ahorro de \$15 dólares por cada par de zapato producido. (Flores, Gutiérrez, Martínez, & Maycot, 2015)

Proyecto de Implementación de 5S en Cartagena, Colombia.

En el año 2010 la Universidad de Cartagena, realizó un proyecto que consistió en optimizar tiempos y recursos en las Industrias Metalmecánicas denominada San Judas Ltda.

Una vez ejecutadas las 5S, los resultados indicaron que se consiguió mejoras en el espacio físico de un 6% y mejora en los tiempos de ciclos totales, dando una reducción del mismo en porcentaje aproximando del 19,6%. (Benavides & Castro, 2010)

Proyecto de Implementación de 5S en Veracruz, México.

Este proyecto realizado en el año 2009 en la Universidad Veracruzana, buscaba dentro de la organización de cobros de la subdelegación Veracruz Norte del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), una mejora continua a mediano y largo plazo para mantener el departamento limpio, ordenado y con un ambiente agradable.

Como evaluación final se obtuvieron resultados favorables, mientras que mediante fotografías se pudieron comparar el antes con el después de implementar la metodología en el IMSS, con lo cual se pudo constatar la mejora en cuanto al orden, limpieza dentro de este departamento. (Juárez Gómez, 2018)

1.8.3. Proyectos de Implementación de 5S a nivel nacional.

Los proyectos desarrollados a nivel nacional referente a los citados en este apartado utilizan “Lean Manufacturing”, concretamente la herramienta de las 5S.

Proyecto de Implementación de 5S en Guayaquil.

Este proyecto realizado en el año 2011 en la Universidad de Guayaquil, consistía en obtener un mejor ambiente de trabajo para la optimización de tiempos y recursos en la línea de pintura de una empresa productora de cocinas.

Aplicada la metodología de 5S al área deseada, se logró mejorar el espacio físico del lugar en un 42% y una optimización de tiempos de producción del 23%. Dando como resultado un ahorro de \$ 50.647 en la elaboración de sus productos. (Arguello Rosero, 2011)

Proyecto de Implementación de 5S en Machala.

Este proyecto desarrollado en el 2016 en la Universidad Técnica de Machala, consistió en optimizar en logística interna de micro pequeñas empresas constructoras, específicamente, en la ejecución de la obra de regeneración urbana de la Av. República Tramo I, para la disminución de las fuentes de pérdidas ocasionadas por el inadecuado comportamiento organizacional.

Los resultados mostraron que al implementar la metodología, el cumplimiento de las tareas en los trabajadores aumentó del 20% al 50% en sólo 19 días, indicando un gran avance en un tiempo relativamente corto. Además, mejoró la productividad de los trabajadores dando mejores resultados en la obra realizada. (Nagua, 2016)

Proyecto de Implementación de 5S en Quito.

Este proyecto realizado en la Universidad de las Américas en el año 2010, buscaba dentro de la organización en el área del taller y secciones enfocadas al mantenimiento de grúas y canastillas de la empresa eléctrica de Quito optimizar funcionamientos de equipos, elevar el nivel de organización, orden, limpieza para mejorar los procesos.

Los resultados fueron, que se consiguió un ahorro mensual de \$195,51 y se redujeron tiempos de preparación de máquinas y mantenimiento de las mismas. (Yugcha & Stramh, 2018)

1.8.4. Proyectos de Implementación de 5S en Cuenca.

Los métodos utilizados en el primer proyecto desarrollados en la Universidad Politécnica Salesiana citado a continuación se basa en “Lean Manufacturing” con la ayuda de la herramienta “TOC” que hace referencia a la Teoría de la Restricción y mientras que los dos proyectos siguientes utilizaron la herramienta de las 5S.

Proyectos de Implementación de 5S en Cuenca dentro de la U.P.S

Proyecto 1

El proyecto realizado en la Universidad Politécnica Salesiana en el año 2014, hizo un estudio en la empresa Continental Tire Andina S.A dentro del área de Calandria en Zeta, este estudio tenía como objetivo ejecutar las 5S para controlar el nivel de desperdicios y mejorar el control de inventarios en el departamento de programación y control.

Una vez elaborada la propuesta con las metodologías antes mencionadas, se estimó que se optimizará recursos, tiempos y el exceso de inventarios. (Arce Lazo, 2018)

Proyecto 2

El proyecto realizado en la Universidad Politécnica Salesiana en el año 2010, buscaba brindar asesoría respecto a; mantener un ambiente de trabajo agradable, motivar a empleados y mejorar la imagen empresarial en la industria manufacturera “Antonella” que realizaba tarjetas para compromisos sociales.

Como resultados después de elaborar la asesoría, se estimó que tanto los valores del VAN y TIR resultaban ser beneficiosos para esta empresa, por lo cual la empresa implementó el estudio dentro de su organización. (Riera & Roman, 2018)

Proyecto 3

La Universidad Politécnica Salesiana en el año 2012, elaboró un estudio para incrementar la eficiencia de los procesos de fabricación, en la fábrica Induglob. Los resultados según el estudio realizado puntuaban que se podía mejorar los niveles de desperdicios en las líneas manufactureras de su producción. (Jara Verdugo, 2012)

Una vez mencionada las bondades, objetivos y proyectos desarrollados con la metodología “Lean Manufacturing” en su gran mayoría con las herramientas de las 5S se pudo constatar la mejora en procesos de producción con optimización.

Ahora, respecto al proyecto de titulación desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana, según el testimonio del docente y estudiantes involucrados en el diseño y construcción de vehículos kart, no se ha logrado una correcta utilización y definición de los espacios de trabajo, al igual que los recursos para dicho proceso; lo que ha generado contaminación visual, sobreproducciones y movimientos innecesarios.

En base a lo mencionado a lo largo de este capítulo, se llega a determinar que es pertinente elaborar una propuesta con la utilización de 5 S para determinar los materiales que se tendrían que desechar, la ubicación de las herramientas y la correcta correlación de las áreas de trabajo.

Es por esto que, como desarrollo inicial del presente proyecto se recopila información relacionada con las 5 S en procesos de fabricación, para posterior a ello identificar el estado actual de la fabricación de vehículos kart dentro de la Universidad. Para esto se utilizará la metodología PDCA, que proporciona pautas puntuales para una mejora continua. Posteriormente, se utilizará las técnicas y recomendaciones de las 5 S en la que cada una ayudará a establecer la clasificación, organización de las tareas, herramientas y materiales.

CAPÍTULO 2

2. Análisis del estado actual sobre la fabricación de vehículos kart en la carrera de Ingeniería Automotriz, sede Cuenca

Este capítulo se centra en el estudio de la secuencia, orden y procedimientos que se realizan en el área de fabricación de vehículos kart actual; para ello, se realizó inspecciones visuales en el área de fabricación de este tipo de vehículos; además, se recurrió a técnicas de investigación, tales como entrevistas a estudiantes y docente involucrado dentro de este grupo de investigación. Esto con el fin de conocer, como fluyen las actividades afines al proceso de diseño y construcción de este tipo de vehículos.

2.1. Mapeado de la cadena de valor VSM

El mapeo de la cadena de valor VSM es una herramienta que está dentro de la metodología de “Lean Manufacturing” y sirve para conocer la secuencia de las operaciones que se dan dentro de un proceso productivo ya sea este generador o no, de aporte de valor en una operación que se realice.

2.2 Objetivos del VSM

El objetivo primordial del VSM, es eliminar aquellas operaciones que generen desperdicios y no agreguen ningún valor a un producto final. Entre los desperdicios que se pueden generar dentro de una organización se destacan las siguientes:

Sobreproducciones: Dado por malas instrucciones a los operaciones e ideologías antiguas, que llevan a producir en exceso incrementando costos de producción.

Tiempos muertos: También conocidos como tiempos muertos, se refiere al tiempo perdido en el cuál hay que esperar para continuar con una operación en algún proceso productivo, debido a una mala correlación y secuencias entre departamentos

Transporte y almacenaje: Pérdidas de recursos económicos en el transporte interno de materiales e insumos. Igualmente el almacenaje inadecuado de productos dificulta el traslado de materiales que conllevan a interrupción de operaciones.

Tiempos de procesos innecesarios: Procesos ineficientes que se ejecutan al realizar algún producto y que no agregan valor.

Inventarios: Cualquier acumulación de materiales e insumos que no generan ingresos y que solo estén dentro del Stock por pensamientos y culturas tradicionales erróneas.

Movimientos: Instrucciones innecesarias que disminuyen la operación de las máquinas y rendimiento de los operarios.

Defectos: Referente a elementos que deben ser corregidos y reemplazados debido a un mal proceso productivo.

2.3 Beneficios del VSM

Entre las bondades del mapeo de la cadena de valor se enumeran:

- Incremento de la productividad
- Mayor calidad
- Oportunidades de mejora
- Incremento de la flexibilidad
- Disminución de costes. (Cabrera Calva, 2018)

2.4 Mapeo del estado actual del área de fabricación de vehículos kart

Para realizar el mapeo del área de fabricación de vehículos kart, se utiliza la herramienta VSM, la cual ayuda a conocer la secuencia y sincronización que se da entre las diferentes etapas de fabricación del kart.

Además, mediante una inspección visual al área dispuesta para la fabricación del kart, se determina el proceso que se desarrolla para elaborar este tipo de vehículos.

2.4.1 Situación actual del área de fabricación de vehículos kart.



Imagen. 1 Espacio asignado para la fabricación de vehículos karting.

Fuente: [Autores]

En la imagen 1, se aprecia el estado actual del área de fabricación de vehículos kart, dónde no existen áreas especificadas para cada actividad que debe realizarse en el diseño y construcción de dichos automotores.

Al realizar una inspección visual, es evidente que existe desorganización en el área antes mencionada, por lo tanto, al no tener una buena relación ni asignación entre áreas de trabajo, habrá incremento de tiempos y recursos en la fabricación de vehículos kart dentro del grupo de diseño y construcción de vehículos kart denominado “Desing & Manufacturing”

2.4.2 Flujograma de las operaciones dentro del área de fabricación de kart.

En el diagrama 1, se detalla el orden de procesos que se sigue para fabricar el vehículo kart, partiendo desde los pasos previos para obtener los recursos para dicho proceso, definiéndose los mismos como; el personal, elementos, documentos habilitantes y recursos a punto.

Una vez listos todos los elementos y debidamente aprobados por parte de las autoridades competentes de la Universidad, se continúa con el proceso de fabricación concerniente a las diferentes etapas que se tiene que seguir para obtener el producto final.

Cabe recalcar, que la distribución de operaciones de fabricación actual que se presentan en el diagrama 1, se obtuvo mediante una entrevista realizada al docente encargado del grupo de fabricación de kart, quien manifestó que para llegar al orden de procesos de fabricación actual, se tuvo que pasar por dos o tres flujogramas, ya que inicialmente no se contaba con ninguno; mucho menos con una orden o pasos a seguir para ejecutar las tareas en la fabricación de este tipo de vehículos.

Sin embargo, aunque se dispuso el orden de operaciones del diagrama 1, en el que se indica cada paso a seguir dentro del proceso de fabricación de vehículos kart; mediante inspección visual, se logró constatar que el flujograma no guarda estrictamente la relación en cuanto al proceso de fabricación presentado en diagrama 1, debido a que en el área de fabricación claramente se puede observar una desincronización de actividades e interrupción entre las mismas, provocadas por el mal almacenaje de materiales, herramientas y los mismos vehículos.

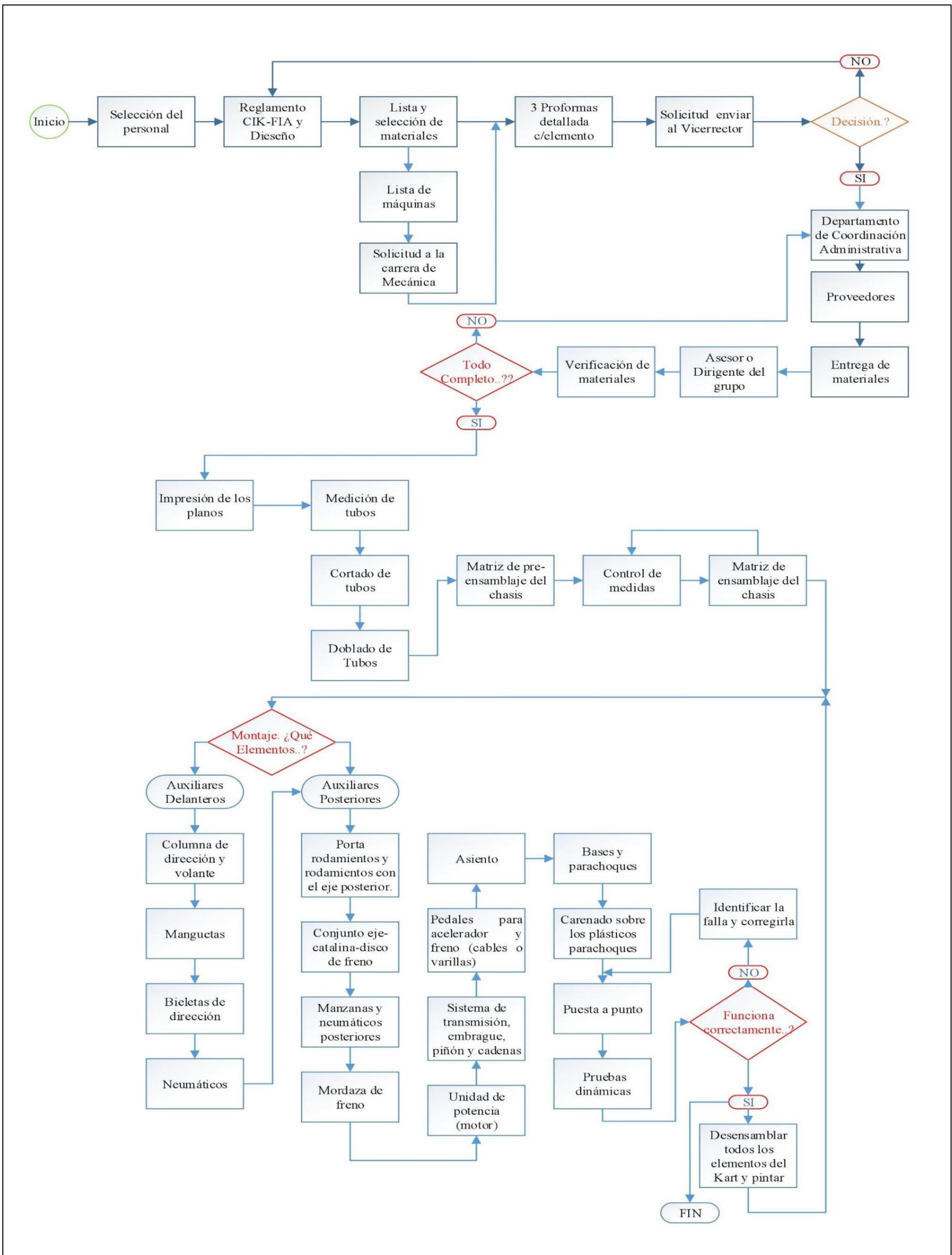


Diagrama. 1 Distribución de operaciones de fabricación actual.

Fuente: Ing. Contreras. W, Sanango. B, Villalta E.

A continuación, se describe brevemente y de forma general el área de fabricación de vehículos kart que se dispone dentro de la Universidad:

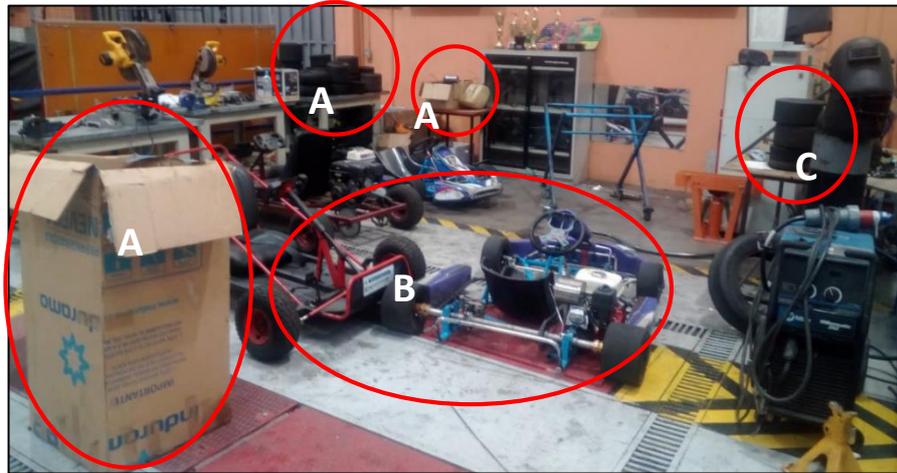


Imagen. 2 Área de Almacenaje.

Fuente: [Autores]

De acuerdo al flujograma u orden de operaciones que se presentó en el diagrama 1, y al compararla con la situación actual de la imagen 2 en cuanto al proceso de diseño y construcción de vehículos kart, se observa que hay desincronización de las actividades debido a que:

- A) En la imagen 2, se observa que cajas de cartón son utilizados para el almacenaje de piezas del vehículo kart, situados en un lugar donde puede generar retrasos a la hora de mover insumos y materiales; de igual manera, los neumáticos se almacenan sobre y debajo de la mesa de trabajo generando desorden, dando oportunidad a la pérdida de materiales y herramientas; así como también, el aumento del tiempo de búsqueda de los mismos.
- B) De igual manera, en la parte central del área de fabricación, se observa el espacio que se asigna para guardar los vehículos ya ensamblados, los mismos que obstaculizan la circulación de los operarios al ejecutar tareas.
- C) Además, se puede observar que el área asignada para soldadura, contiene almacenada neumáticos del vehículo kart sobre la mesa de trabajo que se utiliza para el pre-ensamblaje y ensamblaje del chasis.



Imagen. 3 Área de Corte.

Fuente: [Autores]

D) En la imagen 3, se observa que para realizar el corte de los materiales de fabricación del kart, no existe el correspondiente espacio para movilidad del operario y además no existe la distancia adecuada entre máquinas de corte, lo que dificulta la ejecución de esta tarea. Adicional a esto, se puede apreciar que la mesa de trabajo donde se realiza el corte de los tubos del chasis del kart existe otros elementos ajenos a esta área.



Imagen. 4 Área de montaje de elementos.

Fuente: [Autores]

E) En la imagen 4, se aprecia la mesa móvil utilizada para trasladar y ensamblar el kart con todos sus componentes, pero la misma se encuentra obstaculizada por los mismos vehículos que se almacenan en el espacio asignado para la

fabricación de estos. Además en caso de querer movilizar el kart hacia alguna zona para acoplar los demás elementos se tendría retardos por la obstaculización presentada anteriormente.

En el área que se dispone para fabricar el kart, no se cuenta con un área de doblado para la elaboración del chasis, por lo que este proceso tiene que ser ejecutado fuera de la Universidad, lo que produce que el tiempo y los costos de fabricación tiendan a incrementarse.

2.5 VSM del estado actual del diseño y construcción de vehículos kart

Ahora se muestra un VSM del estado actual de la fabricación de vehículos kart, dónde se parte desde la selección del personal o grupo que se dedicará a la fabricación de vehículos kart y que participará dentro del proceso productivo.

Luego, se tendrá una planificación para determinar la secuencia de operaciones a seguir, para construir los vehículos de acuerdo al tiempo que se ha establecido dentro del grupo; además, este departamento será el encargado de contactar a los proveedores y verificar todo lo concerniente a la fabricación de los vehículos kart.

Una vez contactado a los proveedores por parte de planificación, se adquiere los materiales, se los almacena y se sigue las diferentes etapas concernientes al proceso de fabricación del vehículo kart. Cabe recalcar que dentro del grupo “Desing & Manufacturing”, según el testimonio de las personas involucradas en este grupo, se desconocen los tiempos de las diferentes etapas que lleva fabricar el vehículo kart, ya que el tiempo que se toma en realizar alguna operación de las diferentes tareas dependerá estrictamente de la habilidad y destreza del estudiante, según el testimonio de las personas entrevistadas.

Es por ello, que se presenta a continuación el VSM del estado actual, pero con el cajetín de diferentes procesos en blanco, debido que por parte del grupo no se lleva ningún tipo de registro en el proceso de fabricación.

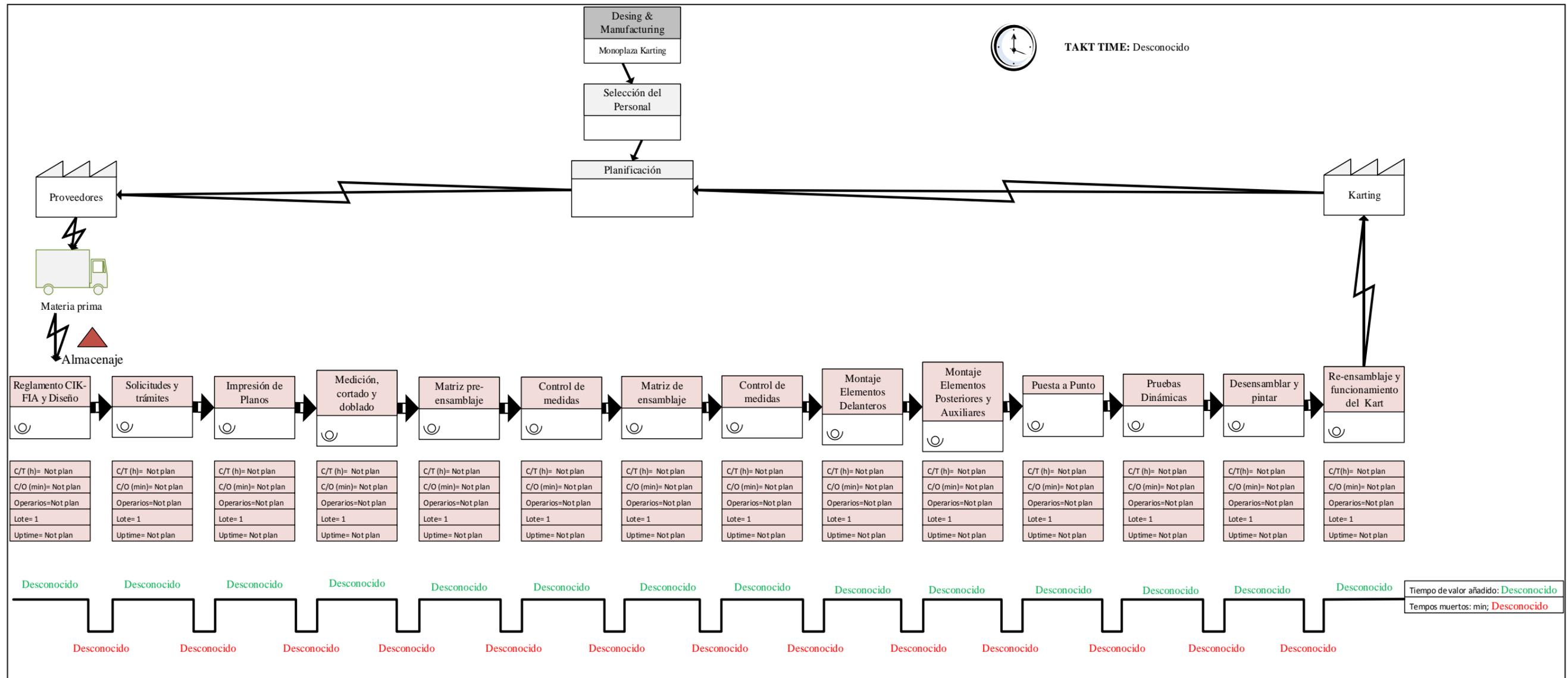


Diagrama. 2 VSM del estado actual de la línea de fabricación de vehículos karting.

Fuente: [Autores]

2.6 Resultados obtenidos del análisis del estado actual sobre la fabricación de vehículos kart en la Universidad Politécnica Salesiana, dentro de la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

Conclusiones del estado de actual de la fabricación de los vehículos kart en base a los datos obtenidos

En cuanto al estado actual de la fabricación de los vehículos kart, concluimos que:

- No existen áreas especificadas de trabajo, lo que conlleva a la generación de desorden. Por ejemplo, en las mesas de trabajo se puede apreciar que están ubicados materiales y herramientas, donde no se determina su utilidad específica, dando cabida a la generación de tiempos muertos y sobreproducciones que representan un aumento en los costos de producción y tiempos de fabricación.
- Otro aspecto a tomar en cuenta es la señalización inadecuada, que dificulta la fabricación y ensamblaje del kart, debido a falta de asignaciones de espacios específicos de trabajo para realizar cada tarea y, además, no existen áreas de circulación para los trabajadores, generando excesiva acumulación de herramientas y dificultando la movilidad del personal de trabajo.
- La poca estructuración del área de fabricación que se describió en los puntos anteriores, dan como resultado la falta de organización en las instalaciones, provocando contaminación visual en las áreas de trabajo, lo que podría generar desmotivación y estrés en los involucrados en el proyecto.
- Otro problema detectado, está en las tareas que se ejecutan para el diseño, fabricación y ensamblaje de los vehículos que se hacen a prueba y error; es decir, no existe un proceso estandarizado en el que se especifiquen los pasos que se deben realizar para cada trabajo, disminuyendo la garantía que en cada vehículo terminado se iguale o mejore los resultados obtenidos anteriormente.
- Por último, se notó que el personal involucrado en el proyecto, no tiene el entrenamiento y capacitación continua que apoye a los procesos de mejora, dando como resultado el aumento paulatino de errores y desperdicios durante la fabricación.

Presentación de tiempos de fabricación de los vehículos kart en función de los datos obtenidos

Para obtener los resultados de los tiempos que se tarda en fabricar el vehículo Kart dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, se recurrió a plantear y aplicar una encuesta. (Anexo 1).

La misma que fue revisada, corregida y llenada como validación por parte del tutor encargado de la fabricación de vehículos kart y además fue aplicada a cinco de las ocho personas involucradas en este proyecto. Los resultados de las encuestas realizadas en Google Drive se muestran posteriormente.

Cuánto tiempo considera usted, tarda en realizar las siguientes actividades:

- 1. ¿Realizar el análisis FEM del chasis junto con el diseño completo del kart en un software CAD?**

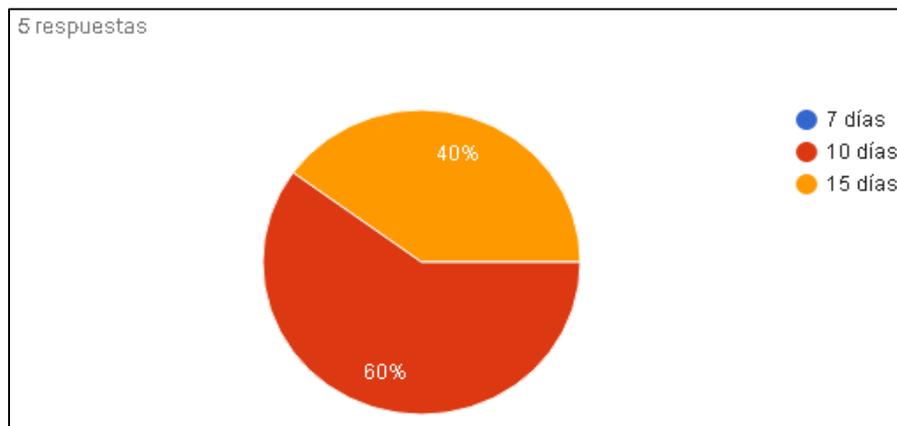


Figura. 4 Respuestas pregunta 1.

Fuente: [Google Drive]

- 2. ¿Imprimir los planos del vehículo kart una vez realizado todo el diseño?**

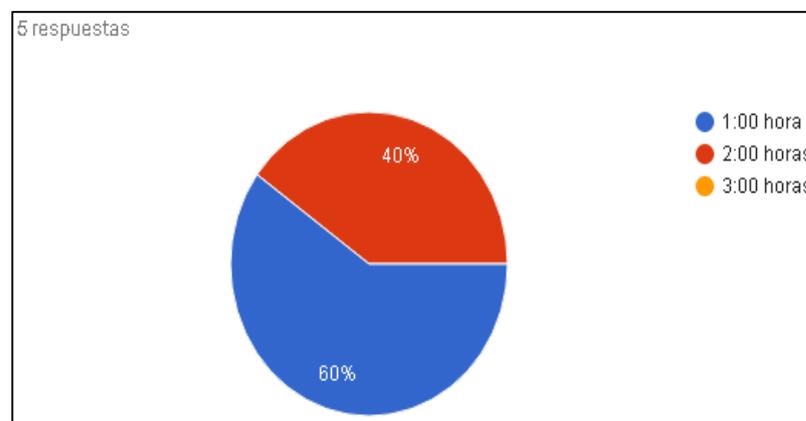


Figura. 5 Respuestas pregunta 2.

Fuente: [Google Drive]

3. **¿Realizar las mediciones, el cortado y doblado de los tubos del chasis para la fabricación del kart?**

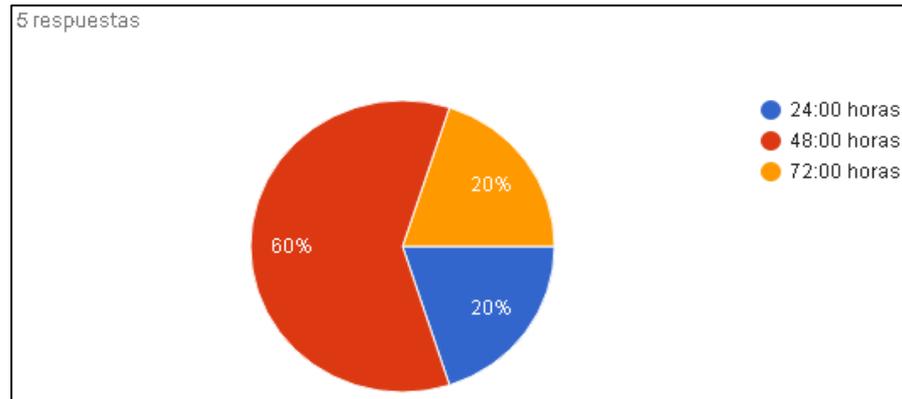


Figura. 6 Respuestas pregunta 3.
Fuente: [Google Drive]

4. **¿Hacer el pre-ensamblaje del chasis (punteados de soldadura)?**

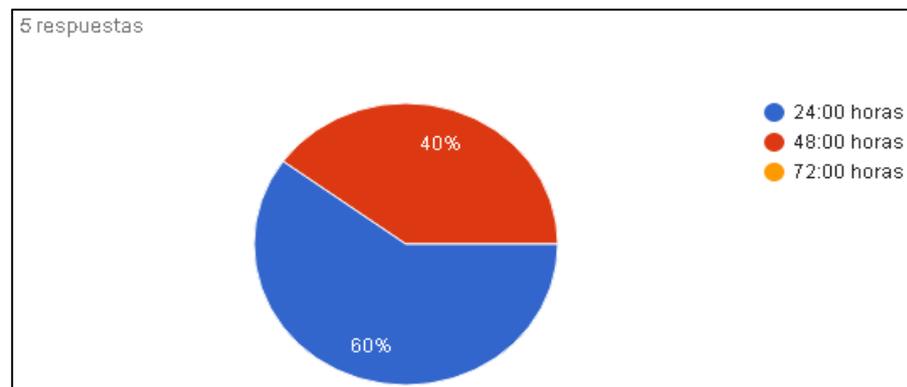


Figura. 7 Respuestas pregunta 4.
Fuente: [Google Drive]

5. **¿Efectuar el control de medidas una vez hecho el pre-ensamblaje del kart?**

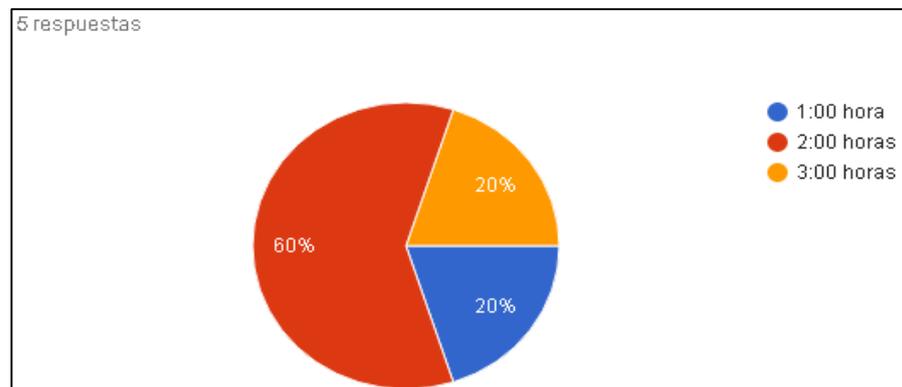


Figura. 8 Respuestas pregunta
Fuente: [Google Drive]

6. **¿Ejecutar el re-soldado del chasis del vehículo kart?**

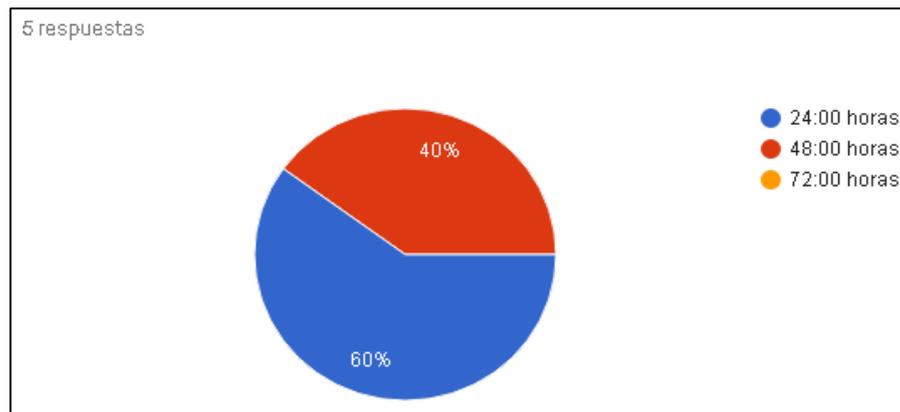


Figura. 9 Respuestas pregunta 6.

Fuente: [Google Drive]

7. **¿Ensamblar los elementos delanteros del vehículo kart como: la columna de dirección, volante, manguetas, bieletas de dirección y neumáticos?**

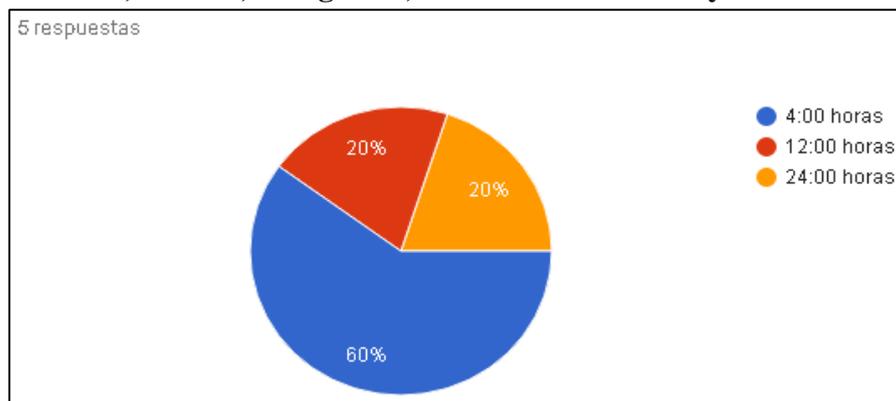


Figura. 10 Respuestas pregunta 7.

Fuente: [Google Drive]

8. **¿Acoplar los porta-rodamientos y rodamientos, junto con el eje posterior?**

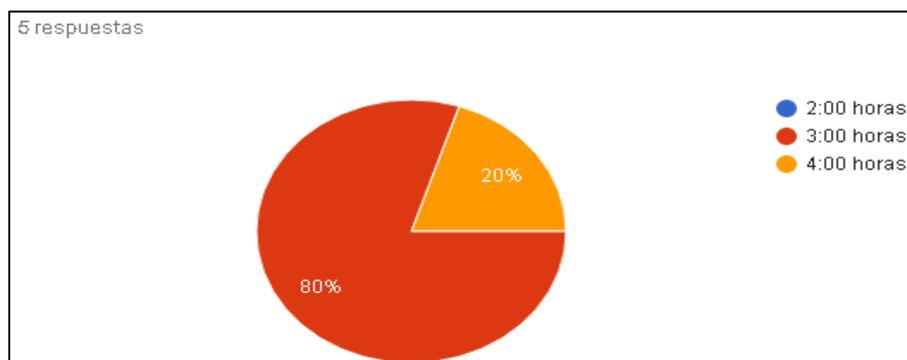


Figura. 11 Respuestas pregunta 8.

Fuente: [Google Drive]

9. ¿Montar la porta-catalina y catalina?

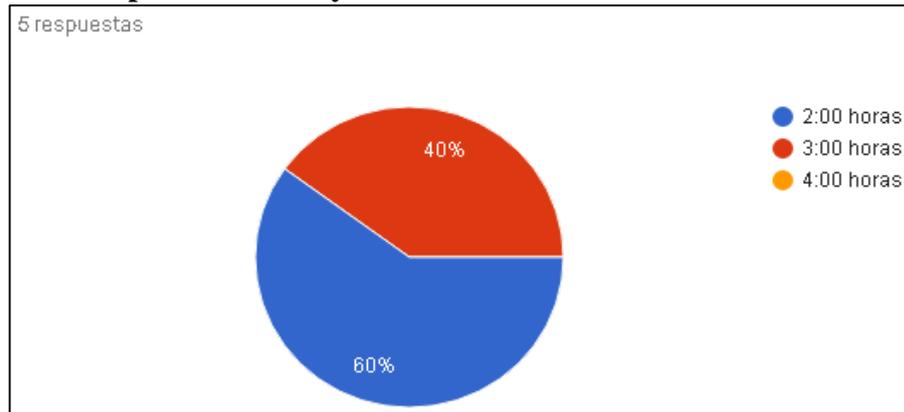


Figura. 12 Respuestas pregunta 9.
Fuente: [Google Drive]

10. ¿Acoplar el soporte de la mordaza, mordaza, porta-disco y disco de freno?

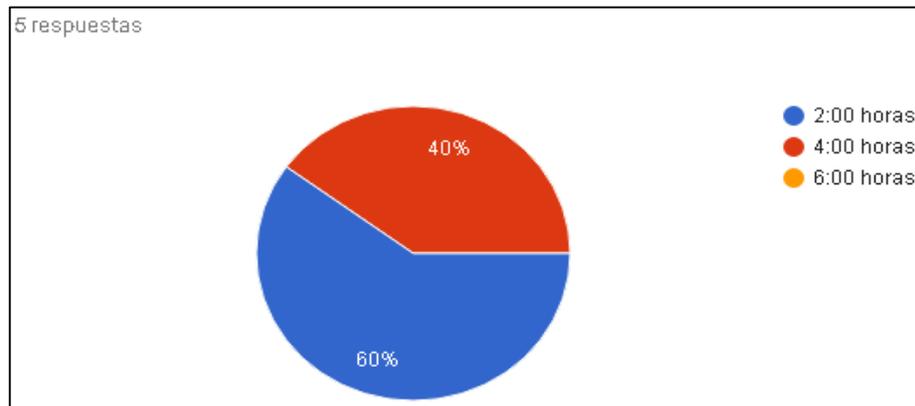


Figura. 13 Respuestas pregunta 10.
Fuente: [Google Drive]

11. ¿Ensamblar las manzanas y neumáticos posteriores?

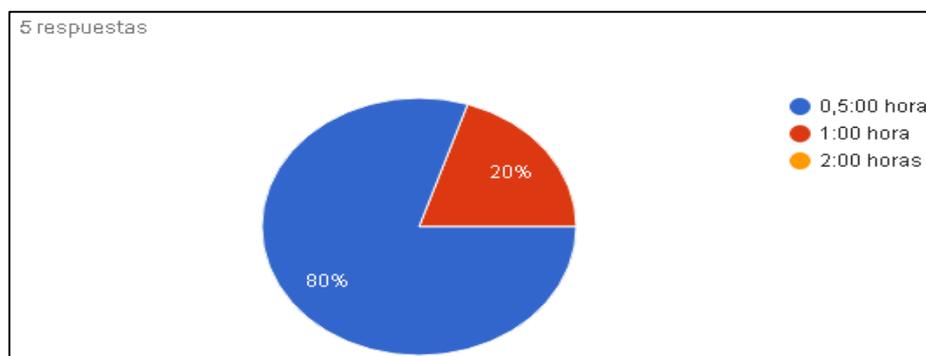


Figura. 14 Respuestas pregunta 11.
Fuente: [Google Drive]

12. ¿Montar el motor del kart?

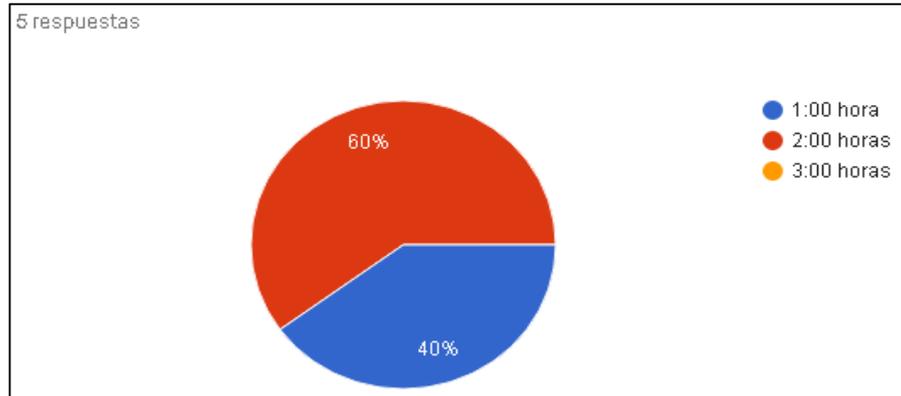


Figura. 15 Respuestas pregunta 12.
Fuente: [Google Drive]

13. ¿Acoplar el sistema de transmisión (embrague, piñón y cadena)?

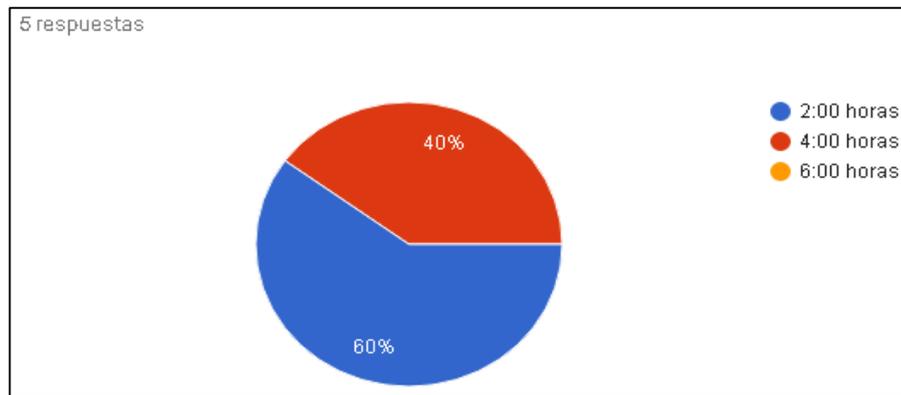


Figura. 16 Respuestas pregunta 13.
Fuente: [Google Drive]

14. ¿Conectar los pedales del acelerador y freno con el respectivo cableado o varillaje del mismo?

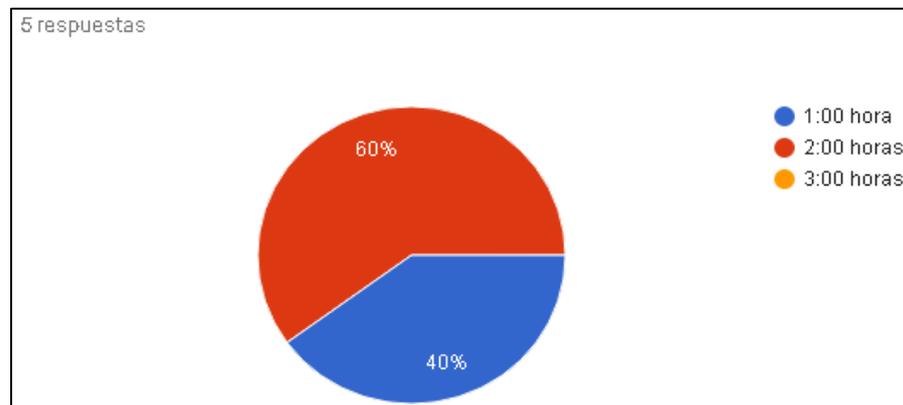


Figura. 17 Respuestas pregunta 14.
Fuente: [Google Drive]

15. ¿Fijar el asiento del kart?

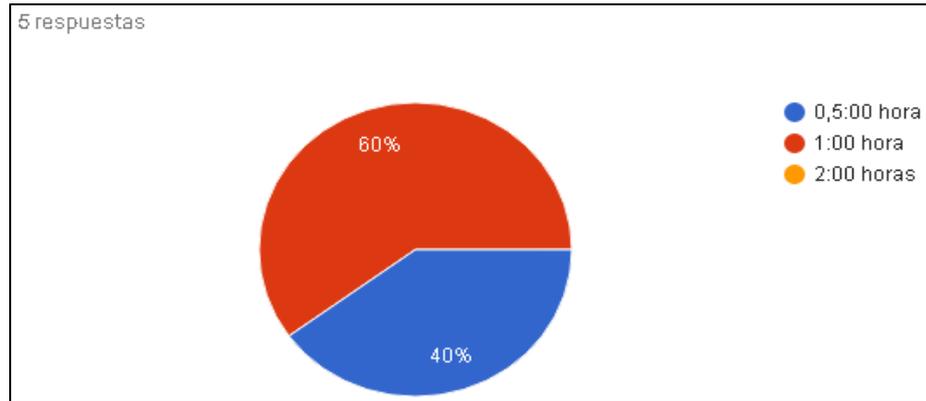


Figura. 18 Respuestas pregunta 15.

Fuente: [Google Drive]

16. ¿Ensamblar las bases y parachoques?

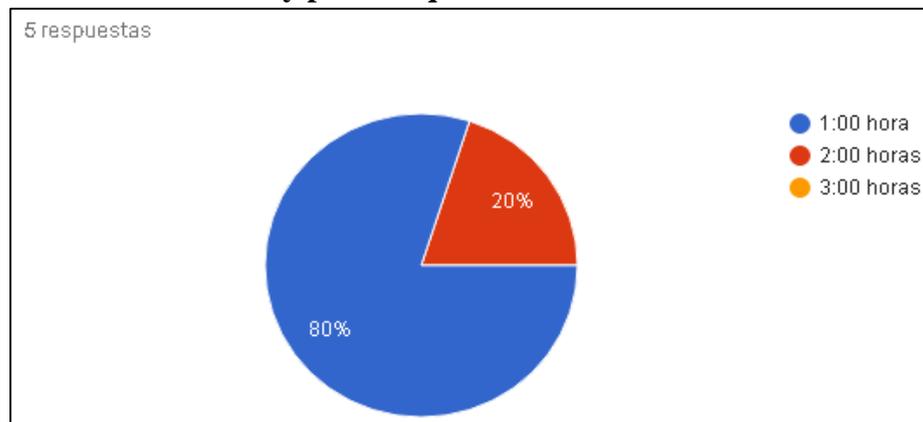


Figura. 19 Respuestas pregunta 16.

Fuente: [Google Drive]

17. ¿Ejecutar el carenado sobre los plásticos del parachoque?

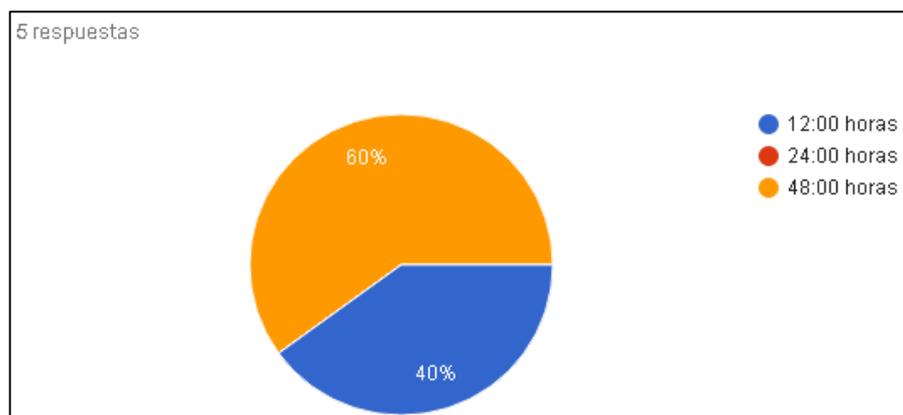


Figura. 20 Respuestas pregunta 17.

Fuente: [Google Drive]

18. ¿Efectuar la puesta a punto del vehículo kart?

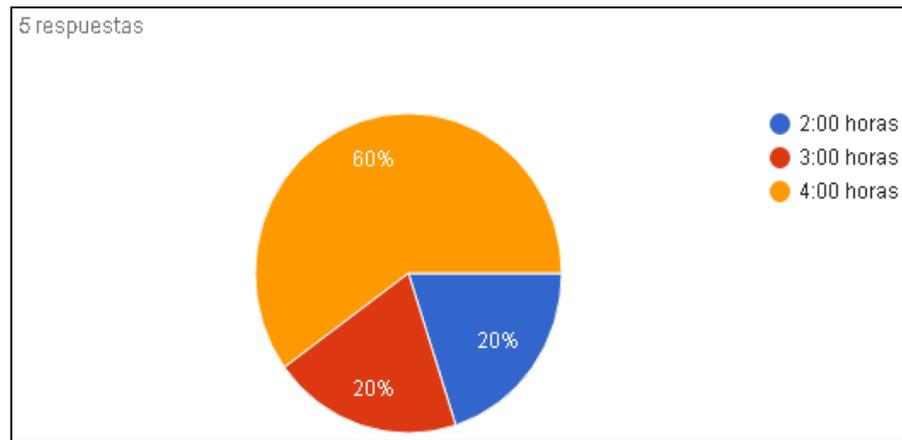


Figura. 21 Respuestas pregunta
Fuente: [Google Drive]

19. ¿Realizar las pruebas dinámicas?

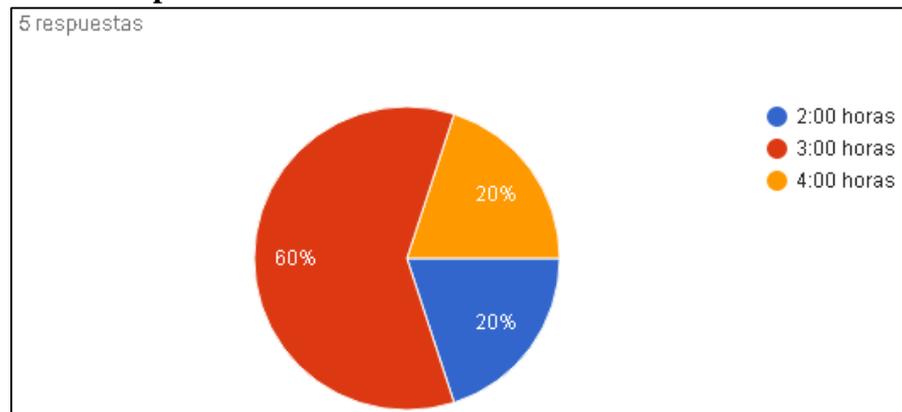


Figura. 22 Respuestas pregunta 19.
Fuente: [Google Drive]

20. ¿Desensamblar los componentes del kart para pintar todos sus elementos?

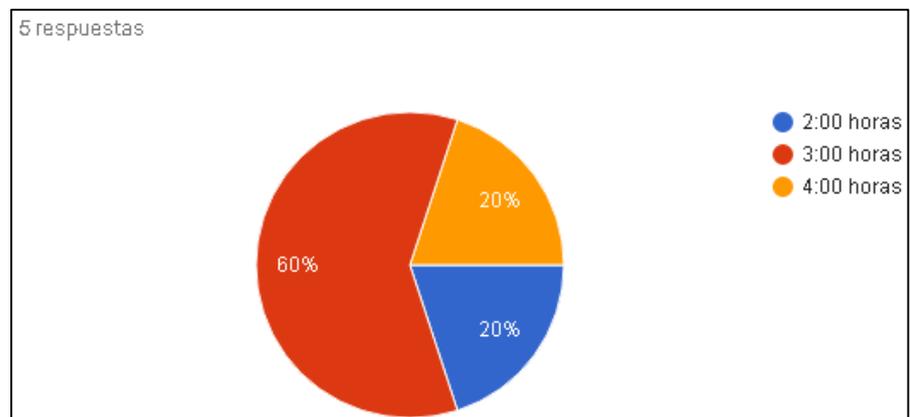


Figura. 23 Respuestas pregunta 20.
Fuente: [Google Drive]

21. ¿Re-ensamblar el kart una vez pintados todos sus componentes y efectuar la puesta a puesto, con las respectivas pruebas dinámicas?

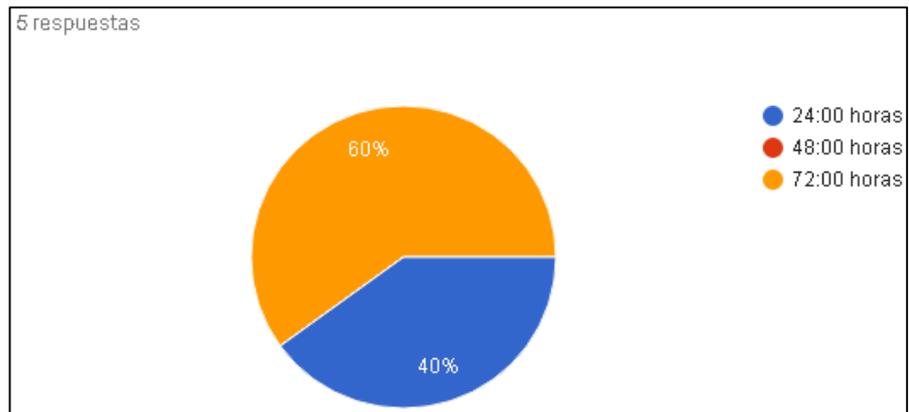


Figura. 24 Respuestas pregunta 21.

Fuente: [Google Drive]

A continuación, en la siguiente tabla se aprecian las tabulaciones de tiempos de cada etapa de fabricación del kart ejecutadas por parte del grupo “Desing & Manufacturing” para realizar totalmente el vehículo. Los mismos que se obtuvieron según las encuestas realizadas.

Tabla 1 Tiempos tabulados del proceso de fabricación del vehículo karting.

Fuente: [Autores]

Operación	Tiempo (h)
Realizar el análisis FEM del chasis junto con el diseño completo del kart en un software CAD	240:00
Imprimir los planos del vehículo kart una vez realizado todo el diseño	1:00
Realizar las mediciones, el cortado y doblado de los tubos del chasis para la fabricación del kart	48:00
Hacer el pre-ensamblaje del chasis (punteados de soldadura)	24:00
Efectuar el control de medidas (pre-ensamblaje)	2:00
Ejecutar el re-soldado del chasis del vehículo kart	24:00
Efectuar el control de medidas (re-soldado)	2:00
Ensamblar los elementos delanteros del vehículo kart como: la columna de dirección, volante, manguetas, bieletas de dirección y neumáticos	4:00
Acoplar los porta-rodamientos y rodamientos, junto con el eje posterior	3:00

Montar la porta-catalina y catalina	2:00
Acoplar el soporte de la mordaza, mordaza, porta-disco y disco de freno	2:00
Ensamblar las manzanas y neumáticos posteriores	0,5:00
Montar el motor del kart	2:00
Acoplar el sistema de transmisión (embrague, piñón y cadena)	2:00
Conectar los pedales del acelerador y freno con el respectivo cableado o varillaje del mismo	2:00
Fijar el asiento del kart	1:00
Ensamblar las bases y parachoques	1:00
Ejecutar el carenado sobre los plásticos del parachoque	48:00
Efectuar la puesta a punto del vehículo kart	4:00
Realizar las pruebas dinámicas	3:00
Desensamblar todos los componentes del kart para pintar todos los elementos	3:00
Re-ensamblar el kart una vez pintados todos sus componentes y efectuar la puesta a puesto, con las respectivas pruebas dinámicas	72:00
TIEMPO TOTAL EN LA FABRICACIÓN DEL KART	490:5

El tiempo que se tarda en fabricar el vehículo kart según los datos obtenidos a partir de las encuestas es de 490.5 horas, es decir un total de 20 días aproximadamente.

Presentación de costos de fabricación de los vehículos kart en función de los datos obtenidos

La tabla 2, muestra los costos de fabricación del kart los cuales se obtuvieron mediante una entrevista al docente que está a cargo del espacio designado para la fabricación de vehículos kart, quién dio valores aproximados en cuanto a los gastos que se generan en la construcción de estos vehículos.

Tabla 2 Costos de fabricación del vehículo karting.

Fuente: [Autores]

Cantidad	Elementos	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
-	Impresión de todos los planos	30,00	30,00
3	Tubos de 1 ½ pulgadas	15,10	45,30
1	Tubo de ¾ pulgadas	15,86	15,86
9	Doblado de tubos	7,00 c/doblado	63,00
1	Rollo de soldadura	75,00	75,00
1	Tanque de gas de argón	230,00	230,00
1	Columna de dirección Volante Manguetas Bieletas de dirección Manzanas Disco de freno Porta disco	800,00	800,00
1	Juego de pastillas de freno	7,00	7,00
4	Rodamientos delanteros	3,00	12,00
2	Rodamientos posteriores	45,00	90,00
1	Eje de catalina	250,00	250,00
1	Porta catalina	60,00	60,00
1	Soporte de mordaza y mordaza	55,00	55,00
1	Juego de neumáticos	200,00	200,00
1	Motor	620,00	620,00
1	Embrague y piñón	55,00	55,00
1	Cadena (1.5m)	10,00	10,00

1	Funda y cable para los pedales (2m)	18,00	18,00
1	Asiento	150,00	150,00
1	Carenado del vehículo	150,00	150,00
-	Pernos Tuercas Arandelas	50,00	50,00
-	Discos de corte Discos de amolar Brocas Limas Machuelos Lijas Disolvente	900,00	900,00
-	Pintura	90,00	90,00
TOTAL			3.976,16

El costo total en fabricar el vehículo kart, considerando el precio de todos sus elementos, bordea alrededor de \$3.976,16.

Análisis del estado actual del kart obtenido

Para el análisis del estado actual del kart obtenido, se establece una tabla de ponderación en la cual se especifica las tareas en cada uno de los sistemas del vehículo que se realizaron para el diseño, manufactura y ensamblaje del kart.

La tabla 3, estará provista de aspectos tales como: cronograma cumplido, tiempos especificados de requerimientos de materiales, y los resultados esperados.

Cada parámetro tendrá una calificación que permitirá determinar los resultados, cuya valoración será de 0 a 4, el cuál representará: 0 Insuficiente, 1 Deficiente, 2 Regular, 3 Bien y 4 Excelente.

Tabla 3 Ponderación de las tareas efectuadas al fabricar el vehículo karting.

Fuente: [Autores]

Tarea Realizada	Parámetros a Evaluar	Diseño	Manufac tura	Ensamble	Problemas encontrados
Fabricación del Chasis	Cronograma	0	0	0	No existe un cronograma para la ejecución de las tareas.
	Materiales	2	3	2	Falta de herramientas para la realización de los acoples de soldadura denominados “bocas de pescado.”
	Resultados esperados	2	1	2	Se cumplieron, con perspectiva a una mejora. Variación de las medidas iniciales en el proceso de soldadura.
Sistema de Transmisión	Cronograma	-	0	0	No existe un cronograma para la ejecución de las tareas
	Materiales	-	2	2	Dificultad para acoplar el eje de propulsión con la catalina. Dificultad para el acceso de los laboratorios de Mecánica para resolver inconvenientes. Desgaste acelerado del buje de embrague.
	Resultados Esperados	2	2	2	No fueron los esperados, debido a que se suscitó el problema de montaje entre el eje

					de propulsión y la catalina.
Sistema de Frenos	Cronograma	-	0	0	No existe cronograma para la ejecución de las tareas.
	Materiales	-	2	2	Dificultad para el montaje de la base del disco de freno con el eje propulsor. Dificultad para el acceso a los laboratorios para la resolución de estos inconvenientes.
	Resultados Esperados	-	1	1	No fueron los esperados, debido a las dificultades que se citaron anteriormente.
Sistema de Dirección y Neumáticos	Cronograma	-	0	0	Para el sistema de dirección se compran los elementos y únicamente se realiza el montaje. Dando como resultado tareas satisfactorias. Mientras que en los neumáticos hay dificultad en enllantaje ya que no se cuenta con el equipo.
	Materiales	-	3	2	
	Resultados esperados	-	3	2	
Fabricación de la Carrocería	Cronograma	-	0	0	En este apartado no se presentan mayores inconvenientes ya que estos elementos se fabrican fuera de la Universidad.
	Materiales	-	3	3	
	Resultados esperados	-	3	3	

Análisis de la ubicación de las áreas de trabajo.

Para el análisis de la ubicación de las áreas de trabajo, se plantea la tabla 4 en la que se indicará las mismas, y mediante un Check List, se determinará si el espacio total designado para la fabricación de vehículos kart cuenta o no con las mencionadas áreas

En caso que no se disponga del espacio correspondiente de cada área debidamente equipada y con las correspondientes señalizaciones que identifiquen las mismas se recurrirá hacer uso de una X.

Tabla 4 Asignación de las áreas de trabajo.

Fuente: [Autores]

Área de Trabajo	Valoración
Área de Diseño	X
Área de Medición	X
Área de Cortado	X
Área de Doblado	X
Área de Ensamblaje	X
Área de puesta a punto	X
Área de pruebas dinámicas	X
Área de pintura	X

De acuerdo a la tabla anterior, se establece que el área de fabricación de vehículos kart dentro de la Universidad, no se cuenta con áreas definidas para ejecutar cada tarea referente al proceso de fabricación.

Análisis del manejo y ubicación de área de almacenaje de herramientas y materia prima.

Con respecto al área de manejo y almacenaje de herramientas y materia prima, dentro de la fabricación de vehículos kart, no se cuenta con espacios definidos para cada insumo y material, acumulándose éstos, dentro de la misma área de trabajo.



Imagen. 5 Almacenaje de elementos en el espacio para la fabricación de vehículos karting.
Fuente: [Autores]

Una vez identificado la estructura organizacional y productiva dentro del área de fabricación de vehículos kart dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca y con miras a la optimización de cada uno de los procesos de: diseño, manufactura y ensamblaje; se recomienda hacer uso de las siguientes herramientas que apuntan a mejorar significativamente los procesos de producción dentro de una organización.

Metodología DFMA

Consiste en una serie de procesos y métodos enfocados en el diseño o rediseño de un producto, con el objetivo de optimizar procesos de fabricación, montaje y costos de producción. (Prodintec, 2014)

Esta metodología es utilizada específicamente en los procesos de producción y ésta sirve para:

- Establecer una guía para las tareas de diseño estructural.
- Disminuir presupuestos de manufactura y ensamblaje.
- Establecer una herramienta de mercadeo para estudiar los productos del competidor, cuantificando las dificultades de manufactura y ensamblaje.
- Establecer una herramienta de negociación.
- Agilitar los procesos de manufactura y ensamblaje.
- Aminorar el capital invertido.

- Optimizar equipos; de herramientas, de manufactura y ensamble.
- Incrementar la flexibilidad en la manufactura.
- Elevar la capacidad de mercadeo en la empresa.
- Evitar el almacenamiento de material inútil y ocupación de espacios.

Para la ejecución de la Metodología DFMA, se debe establecer qué procesos, herramientas y materiales se van a utilizar para la elaboración de los productos. Esto con el fin de buscar similitudes en el proceso de producción de cada uno de los elementos y agruparlos de modo que todos compartan un mismo ciclo de trabajo. Ello dará como resultado que las tareas se ejecuten de manera más eficiente, ya que todos los elementos a ser diseñados, fabricados o ensamblados necesitan los mismos materiales para ser elaborados. (Flores Hernández, 2012)

Metodología AMEF.

Es un conjunto de procesos que sirven para analizar los componentes que se relacionan con el diseño y procesos de elaboración de un elemento; ésta se centra, en los modos de falla que intervienen en la funcionalidad de un componente que pueden estar en función de un mal diseño o en la incapacidad de para producir el requerimiento que se pretende.

Para ejecutar el AMEF, se debe contar con un representante de cada área de trabajo, esto con el fin de identificar cuáles son los problemas que se suscitan en las áreas especificadas. Seguido, se identificará las funciones de diseño tales como: propósito, proceso; además, se determinarán los efectos que producen las operaciones y las causas que conllevan las mismas.

Otro aspecto a considerar, es la ocurrencia con cuál surgen los inconvenientes. Cuando se hayan identificado los parámetros descritos anteriormente, se establece una tabla de ponderación y se proponen las soluciones en función a los resultados obtenidos en la tabla. (ICICM, 2010)

CAPÍTULO 3

3. Identificación de una metodología para aplicación de las 5 S en procesos de fabricación de kart

En este capítulo se establecerán propuestas sobre las técnicas para la aplicación de 5S en el espacio de trabajo dónde se ensamblan y diseñan los vehículos kart en el grupo “Desing & Manufacturing” en la Universidad Politécnica Salesiana en las instalaciones de Ingeniería Mecánica Automotriz. Cada una de las técnicas propuestas según nuestro criterio han sido identificadas mediante la revisión bibliográfica, las cuales se explican a continuación:

3.1 Metodologías para la ejecución de las 5S

3.1.1 Auditoría Inicial.

La Auditoría Inicial se realizará con el objetivo de establecer cuál es el estado en el cuál se encuentra el área de diseño y construcción antes de la implementación de las 5S, esto para identificar cuáles son los problemas que afectan al espacio de trabajo y determinar qué acciones realizar para mitigar, o en el mejor de los casos, eliminar dichos problemas, para la optimización de diseño y construcción de los vehículos kart.

Para este proceso, se propone una tabla donde se expone preguntas sobre la aplicación de las 5S, esta tendrá cuadros en blanco con calificaciones en una escala del 1 al 5 en la cual representará; 1, *Insuficiente*; 2, *Deficiente*; 3, *Regular*; 4, *Buena* y 5 *Excelente*; la tabla en cuestión presenta la siguiente estructura:

Tabla 5 Propuesta de preguntas a plantearse para la ejecución de la Auditoría Inicial.
Fuente: (Zapata & Guzmán, 2012)

CATEGORÍA	PREGUNTAS	1	2	3	4	5	
SELECCIÓN	1	¿Se encuentran en las mesas de trabajo elementos que no son necesarios para los procesos de fabricación del kart?					
	2	¿Existe orden y limpieza adecuada de las herramientas?					
	3	¿Los espacios de construcción están completamente limpios y contienen señalización?					
	PUNTAJE TOTAL						
ORDENAMIENTO	1	¿Las herramientas están dispuestas y marcadas conforme a su utilización?					
	2	¿Existe espacios designados para almacenar elementos en mal estado?					
	3	¿Las máquinas, herramientas e insumos tienen un espacio específico para su ubicación?					

	4	¿Una vez terminados los procesos operacionales se vuelven a ubicar los elementos en su espacio designado?						
	PUNTAJE TOTAL							
LIMPIEZA	1	¿Para la limpieza de los espacios de trabajo se usan los insumos adecuados?						
	2	¿Se limpian los equipos y herramientas terminada la jornada laboral?						
	3	¿Existe materiales de limpieza en el área de fabricación?						
	4	¿El cronograma y responsabilidades de limpieza está a disposición de los operadores?						
	PUNTAJE TOTAL							
ESTANDARIZACIÓN	1	¿Los operadores poseen documentos donde se detallen los procesos y normas para efectuar la construcción de los vehículos?						
	2	¿Las normas y reglamentos estipulados se cumplen adecuadamente?						
	3	¿Existe turnos para la ejecución de la limpieza de las instalaciones?						
	4	¿Los depósitos de desechos se mantienen limpios y sin exceso de elementos?						
	PUNTAJE TOTAL							
DISCIPLINA	1	¿Los operadores utilizan los equipos y vestimenta de seguridad adecuada?						
	2	¿Se controla que los procesos organizacionales y de limpieza periódicamente?						
	3	¿Se obedecen las normas de salubridad y seguridad por parte de los operadores?						
	4	¿En las áreas designadas para cada tarea se realizan solamente las operaciones correspondientes?						
	5	¿Los desperdicios tienen un lugar determinado para su posterior tratamiento?						
	PUNTAJE TOTAL							

3.1.2 Ejecución de la Primera S Seiri (Clasificar).

En esta etapa debe realizarse la clasificación de los elementos; es decir, los materiales, herramientas y máquinas que son utilizados para el diseño y construcción de los vehículos kart.

La clasificación de los elementos se lleva a cabo para identificar los artículos que son importantes en una determinada área para una tarea específica; de ser así, éstos permanecerán en ese lugar; por el contrario, se los llevará a un lugar donde se requiera su uso o en su defecto, se tomará la decisión de eliminarlos, venderlos u otras opciones que la empresa o grupo pertinente crea conveniente.

Una estrategia para cumplir con la tarea de *Clasificar*, sería seguir la siguiente secuencia de tareas que se indican a continuación:

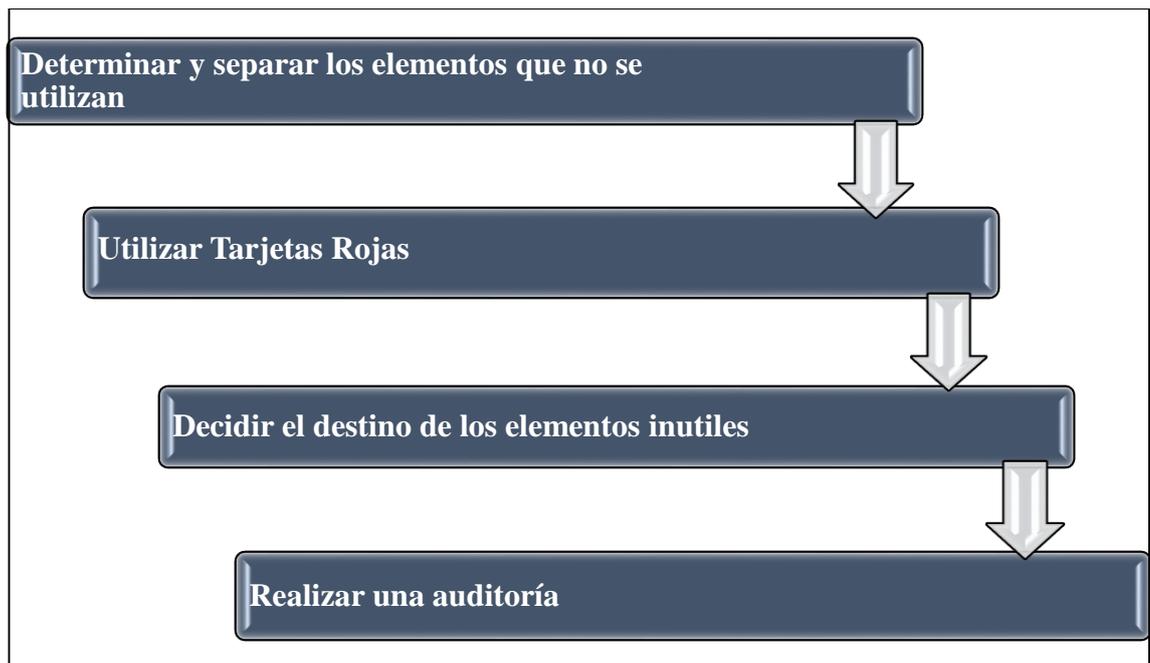


Diagrama. 3 Secuencia para la ejecución de la primera S Seiri (Clasificar).

Fuente: (Benavides & Castro, 2010)

La secuencia de las tareas mostradas en el esquema anterior, ayudarán a realizar la tarea de clasificación para determinar materiales e insumos útiles para el proceso de diseño y fabricación de los vehículos kart, las mismas que consisten en lo siguiente:

Determinar y separar los elementos que no se utilizan

Esta tarea consiste, en determinar y separar los elementos útiles de los inútiles en un área de trabajo, para que los elementos no utilizados puedan ser retirados, evitando que éstos puedan llegar a entorpecer los procesos de trabajo que se lleven a cabo por parte del grupo de trabajo.

Una vez que los elementos sean identificados, el grupo de trabajo debe decidir qué hacer con los artículos que no son necesarios en las diferentes áreas de trabajo, esto con el fin de aprovecharlos al máximo y evitar pérdidas monetarias para la institución

Utilizar Tarjetas Rojas

Las tarjetas de color o tarjetas rojas tienen la finalidad de indicar el estado de algún elemento, máquina o herramienta en cuanto a desperfectos o anomalías, para que la misma sea reemplazada o trasladada a su lugar de trabajo asignado. Las tarjetas rojas pueden tener cualquier formato y estructura dependiendo de las necesidades y

requerimientos que la empresa y/o persona necesiten; para el área de Diseño y Construcción de vehículos kart se ha elaborado el siguiente formato:

Tabla 6 Propuesta de Tarjeta Roja para el área de diseño y construcción de vehículos karting.
Fuente: [Autores]

 TARJETA ROJA DE 5S PARA EL ÁREA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS KARTING 			
CATEGORÍA	1. Maquinaria		3. Instrumentos de Medición
	2. Herramienta		4. Material de Construcción y/o diseño
NOMBRE DEL ELEMENTO SELECCIONADO			FECHA
DESCRIPCIÓN	1. Buen Estado		3. Sin usar
	2. Defectuoso.		
LOCALIZACIÓN			CANTIDAD
DISPOSICIÓN	1. Almacenar		3. Transferir a otra área
	2. Eliminar		4. Vender

Esta tarjeta roja ha sido diseñada y estructurada en función de los requerimientos en el área anteriormente mencionada, con el fin de reconocer cual es la finalidad del elemento, su estado y donde va ubicado para garantizar el orden y limpieza dentro de los espacios de trabajo. Esta tarjeta está dividida en secciones las cuales se leen horizontalmente y son las siguientes:

- **Categoría:** En este apartado se indicará cual es la función del elemento; es decir, para que se utiliza el mismo. Se presentan 4 opciones, el operador o persona encargada deberá marcar con una “X” en los cuadros vacíos y de esta forma se establecerá la finalidad del artículo.
- **Nombre del Elemento:** En este punto, simplemente se escribe el nombre del elemento y garantiza que la información del artículo sea la correcta.
- **Fecha:** Éste punto sirve para indicar en que día se suscitó la anomalía en él o los elementos, con el objetivo de tener un historial de los acontecimientos y planear estrategias para evitar que los inconvenientes se vuelvan a presentar.

- **Descripción:** Aquí se informará el estado en el cual se encuentran los elementos. Existen 3 opciones, el encargado deberá colocar una “X” en los cuadros vacíos para indicar el estado del artículo.
- **Localización:** En este apartado se encontrará la ubicación del elemento para colocarlo en el lugar donde fue asignado en un principio.
- **Cantidad:** Se indica la cantidad de elementos que se encuentran en un determinado lugar. Esto con el fin de evitar el exceso de tarjetas rojas, especialmente cuando los elementos son los mismos.
- **Disposición:** De igual manera que en algunos puntos anteriores, se deberá colocar una “X” en los cuadros vacíos. Existen 3 opciones, las cuales indicarán que tarea se realizarán con los elementos.

Una vez llenadas las tarjetas rojas, se deberá realizar una evaluación y tomar decisiones con respecto a la distribución de los elementos. Cabe recalcar, que esta metodología servirá para la ejecución de la primera y segunda S.

Porque, además se podrá clasificar los elementos y ordenarlos cada vez que sea necesario, debido a la información exacta descrita en las tarjetas que servirá para la ubicación rápida de los elementos en su espacio de trabajo asignado.

Decidir el destino de los elementos inútiles.

En esta etapa, se decide el destino de los elementos no necesarios en una determina área de trabajo. Para decidir el destino de los elementos inútiles, se puede considerar las opciones que se presentaron en las tarjetas de color, las cuales eran: almacenar, eliminar, transferir a otra área o vender, resguardando la economía de la empresa o grupo de trabajo.

Auditoría

Para finalizar la etapa de la primera S Seiri (Clasificar), se recomienda realizar una evaluación para determinar si los resultados fueron satisfactorios, o se deben tomar medidas o realizar otras estrategias para alcanzar la meta deseada.

3.1.3 Ejecución de la Segunda S Seiton (Ordenar).

Finalizada la ejecución de la primera S, se continúa con la siguiente, en la cual se procede a ordenar los elementos que son requeridos en las distintas áreas y puestos de trabajo. En este punto, se establece un lugar definido y exclusivo de cada uno de los materiales y equipos utilizados en el diseño y construcción de los vehículos kart, considerando dónde es el lugar óptimo para que los mismos puedan ser identificados de forma fácil y rápida, para evitar pérdida de tiempos cuando se requiera su uso.

Para el proceso de *Ordenar*, se puede seguir la siguiente secuencia que se establece a continuación:

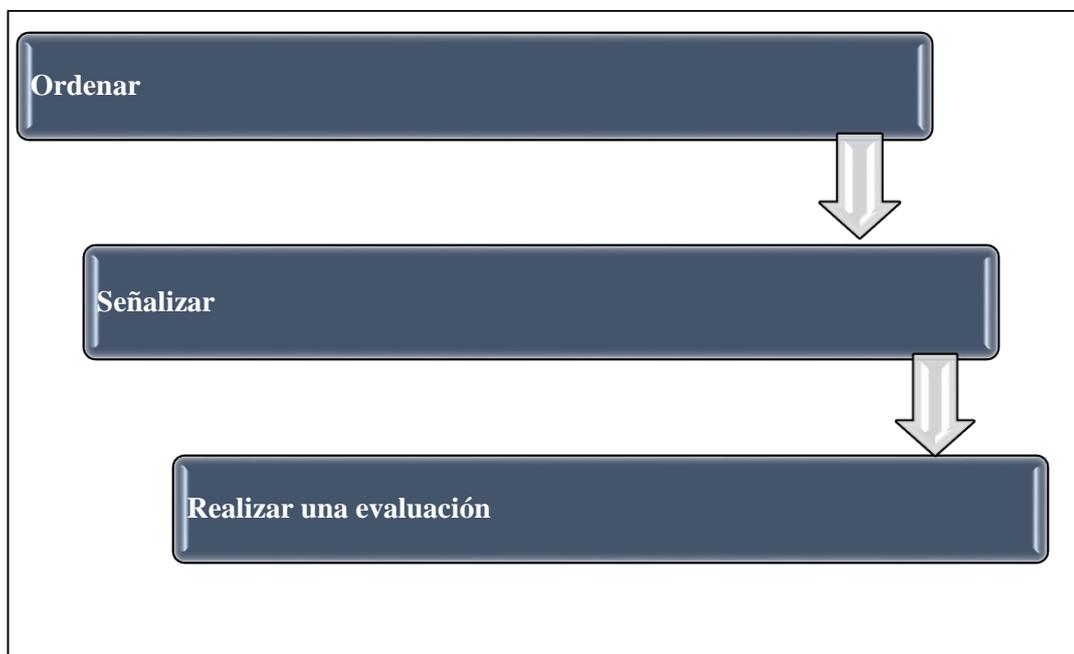


Diagrama. 4 Secuencia para la ejecución de la segunda S Seiton (Ordenar).

Fuente: (Benavides & Castro, 2010)

El ciclo mostrado, tiene la intención de agilizar el proceso en cuanto al orden de los elementos, cada uno de los pasos consiste en:

Ordenar

Este proceso tiene un objetivo claro, establecer el lugar de ubicación de los equipos y materiales utilizados en espacios designados para la construcción de los vehículos, considerando si la necesidad de los mismo es permanente o temporal; con esto, se podrá ubicar los mismos en sitios estratégicos, tratando de facilitar el acceso a los artículos más utilizados.

Señalizar

Aquí simplemente se otorga un espacio definido para cada uno de los puestos y áreas de trabajo. Para esto, puede utilizarse letreros, líneas o cualquier otra técnica que indique al personal que dicho espacio va a ser utilizado para una tarea específica.

Evaluación

Al igual que en la primera S, se realiza una evaluación para analizar si se consiguieron los resultados esperados o se debe realizar otras acciones.

3.1.4 Ejecución de la Tercera S Seiso (Limpiar).

En cuanto a la ejecución de la tercera S, en esta etapa se enfoca exclusivamente a la limpieza de todos los elementos del área de trabajo; es decir, materiales, maquinaria, herramientas y puestos de trabajo, con miras a la disminución de aglomeración de desperdicios que puedan estar ocupando espacio de uno o varios elementos.

Para la ejecución de la limpieza se recomienda guiarse en los pasos que se indican a continuación:

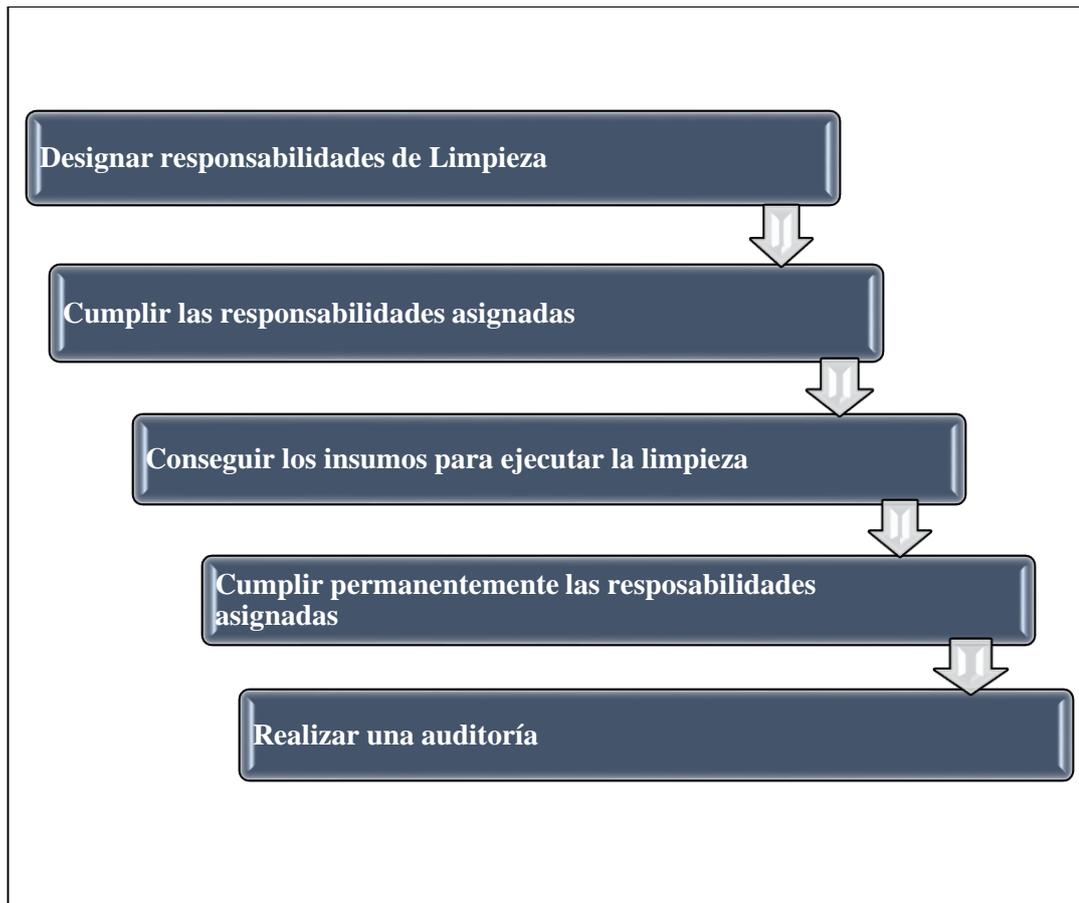


Diagrama. 5 Secuencia para la ejecución de la tercera S Seiso (Limpiar.)
Fuente: (Benavides & Castro, 2010)

Designar responsabilidades de limpieza

Se basa en designar la responsabilidad de la misma a un miembro del grupo, si el personal posee pocos trabajadores. Para esta etapa, se recomienda que los puestos de trabajo sean limpiados por los miembros que utilizan dicho puesto, debido a que ellos saben en qué lugares se pueda acumular basura o suciedad al trabajar constantemente en el espacio designado para la fabricación de vehículos kart.

Es recomendable que exista una persona del grupo de trabajo que se encargue de supervisar y repartir las actividades de limpieza, para que pueda inspeccionar si la limpieza se realiza en el periodo establecido, y de no ser así, se llame la atención al miembro que no cumpla con la tarea asignada.

Cumplir las responsabilidades asignadas

En este paso, se determina la metodología para realizar la limpieza; es decir, el cumplimiento de los periodos de tiempo y las actividades que se van a realizar con el fin de mantener limpio el espacio de trabajo.

Es importante, que se elabore un documento periódicamente con el plan de limpieza y se exponga en un lugar visible para todos los integrantes del grupo de trabajo, para que cada uno sepa que tarea le corresponde y de esa forma evitar excusas.

Conseguir los insumos para ejecutar la limpieza

Para realizar este paso, se debe establecer que elementos se necesita para la limpieza del espacio de construcción de karts, los que deben ser visibles y accesibles para los operadores.

Cumplir permanente las responsabilidades asignadas

Cumplidas las responsabilidades asignadas, éstas se deben seguir realizando en función de las indicaciones establecidas.

Auditoría

Al igual que en puntos anteriores, la auditoría tiene la misma función de determinar si los objetivos planteados se consiguieron y tomar decisiones correctivas en caso de ser necesarias.

3.1.5 Ejecución de la Cuarta S Seiketsu (Estandarizar).

La ejecución de las 3 primeras S, sirven para corregir errores que puedan cometerse en el espacio de trabajo y que estén desembocando en el incremento de desperdicio de tiempos y recursos a la hora del diseño y fabricación de vehículos kart. Si bien sirven en principio, existe el riesgo que se realice dichas actividades solo una vez. Para esto, entra la ejecución de la cuarta S, en la que se busca que las 3 primeras S, se sigan ejecutando con el transcurso del tiempo.

Para ejecutar la 4S, se sugiere realizar el siguiente ciclo de actividades:

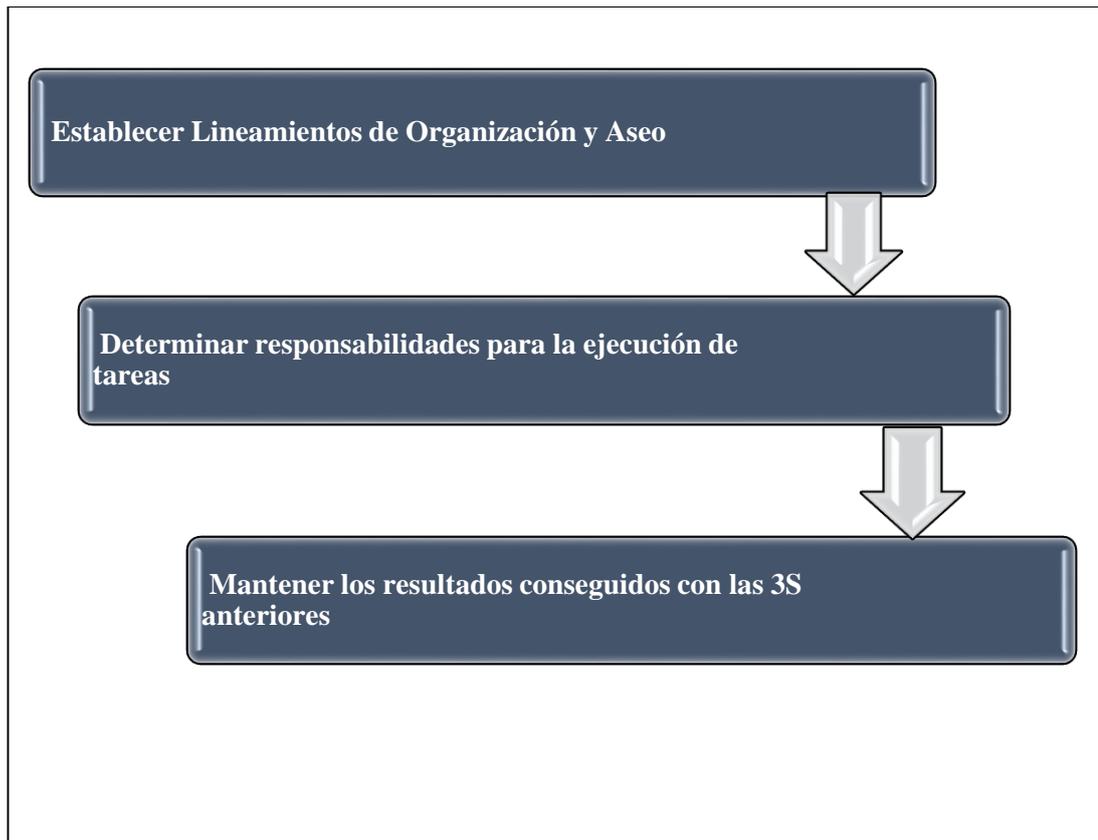


Diagrama. 6 Secuencia para la ejecución de la cuarta S Seiketsu (Estandarizar).

Fuente: (Benavides & Castro, 2010)

Establecer Lineamientos de Organización y Aseo

Es importante establecer lineamientos de organización y aseo para mantener lo conseguido con las 3 primeras S, y de esa forma agilizar los procesos y tareas.

Determinar responsabilidades para la ejecución de tareas

En este punto, simplemente se seleccionan las personas para la ejecución diaria o establecida de las 3 primeras S.

Mantener los resultados conseguidos con las 3S anteriores

Consiste en la evaluación continua y periódica de las actividades de las 3 primeras S, con el fin de que los resultados obtenidos se mantengan con el tiempo.

3.1.6 Ejecución de la Quinta S Shitsuke (Disciplinar).

El objetivo de la ejecución de la quinta S, es convertir en hábito la realización de todas las tareas descritas anteriormente. La idea es concientizar al personal de manera

que este se vaya acostumbrando a realizar las tareas diariamente cada vez con mayor rapidez y precisión.

Para lograr esto puede realizarse lo siguiente:

- Capacitar a los operadores sobre ejecución de 5S.
- Formar líderes que supervisen las actividades necesarias para conseguir que los resultados de las 4S realizadas anteriormente se sigan manteniendo a futuro.
- Brindar todo lo necesario para la aplicación de 5S.
- Realizar evaluaciones periódicas para determinar si los objetivos planteados fueron conseguidos.
- Ser participe directo de las auditorías realizadas.
- Dar el ejemplo de cómo ejecutar las tareas a los operadores.
- Como líder estar comprometido en cada una de las tareas de 5S. (Benavides & Castro, 2010)

3.2 Conceptos para la ejecución de las metodologías DFMA y AMEF

3.2.1 Conceptos para la ejecución de la metodología DFMA.

Al finalizar el capítulo 2, se hizo una mención sobre la metodología DFMA Diseño para la fabricación y montaje que es utilizada en el diseño o rediseño de un producto, con el objetivo de optimizar procesos de fabricación, montaje y costos de producción.

En este caso específico, lo primero que se realiza es establecer el concepto o parámetros a analizar de diseño y fabricación de los vehículos kart. Para esto, se utilizará un documento dónde se muestre las especificaciones y características constructivas del mismo, tomando en cuenta conceptos tales como: funciones, fuerzas, movimientos, etc. para que éstos sean fácilmente localizables. El documento en cuestión presentará la siguiente estructura:

Tabla 7. Documento de especificación para determinar el concepto de diseño en la metodología DFMA.

Fuente: (Prodintec, 2014)

Parámetros a analizar	Interrogantes
Funcionalidad del producto	¿El producto funciona correctamente y es seguro para el usuario?
Medidas del producto	¿Las dimensiones o medidas tales como: longitud, masa, diámetros, etc. son establecidos y respetados según las especificaciones requeridas?

Movilidad de elementos	¿Las piezas que conforman el producto pueden desplazarse en trayectorias, secuencias, tiempos, aceleraciones y velocidades establecidas?
Análisis de las fuerzas y esfuerzos a soportar	¿Las fuerzas y esfuerzos a soportar son consideradas en el diseño? ¿Los elementos que conforman el producto poseen la capacidad de mantener su forma ante posibles deformaciones?
Fuentes energéticas	¿El producto posee los componentes necesarios para proporcionar la energía necesaria para su correcto funcionamiento?
Manejo de materiales	¿Los materiales para la conformación del producto son utilizados, tratados y transportados de manera correcta?
Control de Producción	¿Es factible la utilización de elementos tecnológicos para enfatizar a detalle los procesos de producción?
Montaje y Fabricación	¿Al momento de montar o ensamblar las piezas se presentan problemas o dificultades? ¿La fabricación del producto se realiza con el material previsto evitando desperdicios?
Distribución y transporte	¿Una vez terminado el producto, éste es transportado para su puesta a punto y almacenamiento en espacios determinados con la seguridad pertinente?
Mantenimiento	¿El producto recibe mantenimiento continuo una vez que está en funcionamiento?
Plazos y costos	¿El producto se termina en el plazo y con el presupuesto establecido?
Ergonomía y seguridad	¿El producto proporciona comodidad al usuario y cumple con las normas de seguridad requerida?
Manejo Ambiental	¿En los procesos de fabricación se considera la utilización de equipos e insumos amigables con el ambiente? ¿Se considera el manejo de desechos para su respectivo tratamiento ambiental?
Normativa y reglamento	¿Las normativas y reglamentos son respetados a la hora de fabricación del producto? ¿Se evita el plagio o infracciones en cuanto a la propiedad intelectual?

Establecido el concepto de diseño, se procede a evaluar las alternativas que se tienen a disposición o que previamente se hayan sugerido o determinado en el grupo de trabajo.

Este paso tiene por objetivo, establecer los materiales con cuáles se va a construir los vehículos kart. La siguiente tabla puede facilitar la tarea, ya que engloba conceptos

y preguntas o interrogantes claves para la selección de los materiales a utilizar: (Prodintec, 2014)

Tabla 8. Documento de alternativas para establecer el concepto de diseño en la metodología DFMA.
Fuente: (Prodintec, 2014)

Parámetros a analizar	Interrogantes
Concepto	¿Proporciona los requerimientos estipulados? ¿El producto funciona correctamente? ¿Su construcción es sencilla y económica?
Prestaciones	¿Los elementos que conforman su estructura ofrecen propiedades mecánicas adecuadas? ¿Poseen características que garanticen su buen funcionamiento?
Seguridad	¿El producto cuenta con un factor de seguridad? ¿Se toman en cuenta agentes externos? ¿Se siguen las normas de seguridad?
Ergonomía	¿Se considera la comodidad del piloto?
Entorno	¿Los recursos son utilizados eficientemente? ¿Se considera la duración de los elementos?
Producción	¿Son adecuados los procesos de fabricación? ¿Los equipos y herramientas utilizadas son las correctas? ¿Qué procesos deben realizarse por terceros? ¿Se considera la enfatización puntual de tareas?
Calidad	¿Qué características garantizan la calidad de los vehículos?
Montaje	¿Los procesos de ensamblaje son fáciles de realizar? ¿Es factible la producción automatizada?
Transporte	¿Se necesita transporte para el desplazamiento de elementos?
Operación	¿Las actividades de operación brindan los resultados esperados?
Mantenimiento	¿El vehículo terminado requiere mantenimiento? ¿Qué tipos de mantenimiento se realizan en los vehículos terminados?
Costes	¿El presupuesto asignado es suficiente? ¿Se necesita más recursos para la construcción de los vehículos?
Plazos	¿Los tiempos de entrega son cumplidos? ¿Se consideran inconvenientes que puedan generar aumentos de tiempos de construcción?

La tabla 8, permitirá identificar cuáles son las limitaciones y que alternativas se podrá tomar en cuenta para que los vehículos kart lleguen a diseñarse y fabricarse de una forma eficaz y de calidad.

Para el proceso de fabricación, la metodología DFMA, sugiere nuevos conceptos y métodos para evitar fallas que puedan presentarse por causa del operador, ya sea por complejidad o por falta de habilidad del mismo.

Para evitar dichos inconvenientes, se sugiere:

- Utilizar componentes con simetrías.
- Realizar un ordenamiento de piezas.
- Realizar una paletización.
- Desarrollar cadenas de montaje integradas.

Este proceso tiende a influir en costos y tiempos, lo que refleja la calidad de los vehículos; es por esto, que esta metodología se enfoca en los siguientes aspectos:

- Procesos indicados para la fabricación.
 - Equipos de metrología ocupados en los procesos de producción.
 - Formas de desplazamientos y almacenajes de elementos necesarios para la construcción de karts.
 - Determinar cuándo se requiere realizar operaciones con terceros.
 - Utilizar elementos semielaborados.
 - Determinar procesos que controlen la correcta realización de actividades.
- (Prodintec, 2014)

Por últimos se apunta al proceso de montaje, el cual es el más importante, debido a que en la fabricación de vehículos kart, la mayoría de procesos consisten en ensamblar o montar elementos previamente elaborados. La metodología DFMA, indica cuales son los defectos o fallas más frecuentes que pueden darse en dicho proceso, los cuales se indican a continuación:

a) Fallas que afectan los procesos de manipulación:

- Mala identificación de piezas.
- Acoplamiento dificultoso.

- Elementos con formas poco comunes.
- Fractura de elementos.
- b) Fallas que afectan los procesos de composición:**
- Establecimiento incorrecto de dimensiones y formas.
- Deformación de elementos por procedimientos de mecanizado mal ejecutados.
- Determinación incorrecta de tolerancias dimensionales.
- Señalización incorrecta de acoplamiento de elementos.
- Guías no colocadas o incorrectas en las inserciones.
- c) Fallas que afectan los procesos de unión:**
- Puntos de uniones mal establecidos.
- Poco espacio para efectuar las uniones.
- Acoplamiento incorrecto de las piezas.
- Elementos que presentan superficies en mal estado o contaminadas
- d) Fallas que afectan la funcionalidad y la calidad:**
- Enlaces inadecuados entre piezas.
- Acoplamiento incorrecto de componentes.
- Estética inadecuada en el producto final.
- Desmontaje dificultoso de elementos. (Prodintec, 2014)

Los defectos presentados, deben ser reconocidos por el grupo de trabajo, para que puedan desarrollarse planes y estrategias que ayuden a disminuir estas fallas, con el objetivo que los tiempos de montaje disminuyan cada que se realiza el proceso de ensamblaje de los vehículos kart.

Cabe resaltar, que la metodología DFMA presenta muchos conceptos que los presentados; sin embargo, se ha mencionado los que están directamente relacionados con el proceso de diseño y fabricación de vehículos kart, ya que este proceso es relativamente más sencillo que otros, donde se requiere un estudio más profundo y enfatizado en nuevas tecnologías disponibles en grandes empresas o grupos de trabajo.

3.2.2 Conceptos para la ejecución de la metodología AMEF.

Como se explicó en el capítulo 2, estos conceptos ayudarán a determinar las fallas presentes en un proceso de producción, para detectarlas y eliminarlas de las actividades que estén realizando una empresa o grupo de trabajo.

Para la realización de esta metodología se sigue las actividades que se detallan a continuación:

Realizar un Mapa de Procesos: Éste tiene por objetivo indicar los pasos con cuáles se construyen los vehículos kart. En el capítulo 2, ya se realizó dicho mapa, el cual puede ser observado en el diagrama 1.

Formar un equipo de trabajo: La formación de un equipo de trabajo es primordial en todo grupo de trabajo o empresa para la organización y repartición de tareas en función de cada una de las habilidades que poseen los trabajadores. En este caso específico, los grupos se formarán para identificar cuáles son las fallas que se produjeron en el diseño y fabricación de vehículos kart, según la experiencia y conocimientos que tienen cada uno de los miembros del equipo.

Determinar los pasos críticos del proceso: Una vez formado el equipo de trabajo, se procederá a identificar cuáles son los procesos que pueden llegar a afectar la calidad de los kart, para tratar esos problemas y buscar la mejor solución con nuevas técnicas que ayuden a disminuir los efectos no deseados cada vez que se fabriquen y diseñen los vehículos.

Identificar las fallas que pueden presentarse, establecer sus efectos y determinar efectos negativos en los procesos de producción: En este paso, se realiza un análisis minucioso de cada una de las actividades desarrolladas para el diseño y fabricación de vehículos kart. Además, se identificará que efectos se produjeron en los vehículos terminados y cuan severos estos llegan a ser al final del proceso. El objetivo de este paso es obtener información de las fallas que se hayan presentado anteriormente y las fallas que puedan llegar a presentarse con el tiempo. Al igual que en el paso anterior, se recurrirá al grupo de trabajo para realizar éstas actividades.

Establecer los problemas de fabricación y determinar cada cuanto y por qué se suscitan: Aquí se utiliza un criterio basado en la probabilidad de fallas, esto se realizará para asociar las causas de cada falla que se presentaron en el paso anterior.

Calcular el valor del número de prioridad de riesgo (RPN) para cada anomalía y decidir qué hacer al respecto: Este paso tiene por objetivo calcular el RPN, el cual es un número que representa el producto de la multiplicación de la severidad, la

ocurrencia y la detección. Este número estará en una escala del 1 al 1000, la que indicará la prioridad que se debe tomar para cada falla y de esa forma eliminarla.

Cuando el RPN tenga un valor mayor a 100 esto indicará que se necesita realizar acciones de prevención o corrección de forma prioritaria; en cambio cuando el RPN es mayor a 30, esto indica que se debe realizarse un despliegue enfocado en el tratamiento del modo de falla. El RPN ayudará a tomar decisiones para garantizar la eliminación de las fallas en cada uno de los procesos, identificando cuál de todos éstos requiera mayor o menor atención por parte del personal.

Realizar un plan de actividades para prevenir o corregir fallas: Realizado los pasos anteriores, se tomarán las decisiones pertinentes para disminuir las fallas que se susciten en los procesos. Cabe mencionar que este proceso se vuelve a repetir en varias ocasiones, debido a que las acciones ejecutadas pueden dar como resultado la identificación de nuevas fallas o no solucionar el problema de la manera esperada. (Salazar, 2016)

Todas las metodologías expuestas y explicadas en este capítulo son el resultado de años de experiencia de empresas a nivel mundial, que han logrado su éxito en gran parte por la aplicación de dichas metodologías, creadas con el fin de mejorar, agilizar procesos y disminuir desperdicios.

Por medio de la investigación bibliográfica realizada por parte de los autores, las mismas han demostrado que generan resultados positivos para las organizaciones ya que consiguen el acortamiento de tiempo en manufactura, ensamble y costos de producción.

Ahora basados en el libro de Lean Manufacturing “Conceptos, técnicas e implantación” de los Autores Hernández Matías Juan & Vizán Idolpe Antonio, una de las metodologías conocidas como las 5 S permite mejorar significativamente los procesos de producción en una organización, ya que rompe procedimientos y técnicas tradicionales e implementa una cultura nueva en busca de proyecciones a mejoras, cuidando el área de trabajo, así también como el de equipos, insumos y mantiene pulcra todas las instalaciones de una empresa ya que crea nuevos hábitos en los trabajadores.

El ejemplo más significativo se dio en Asia, a mediados de la década de los 50's, concretamente en Japón, que siendo uno de los países involucrados en la segunda guerra mundial, quedó muy afectado por los efectos del conflicto bélico, dejando muy tocada su economía, dando como resultado, que en ese momento sea muy complicado generar negocios rentables que ayuden a mejorar dicha situación.

Esta nueva filosofía, dio el resultado que esperaba Toyota, debido a que permitió construir vehículos más económicos y eficientes, que al pasar el tiempo alcanzaron un nicho importante en el mercado internacional; permitiendo a ésta organización competir con grandes empresas occidentales, convirtiéndose hasta nuestros días en una marca prestigiosa que consiguió el éxito corporativo.

Gracias al éxito alcanzado por Toyota, otra empresa que no fabricaba automóviles, decidió seguir esta filosofía; se trataba de la multinacional deportiva Nike, que de igual manera logró optimizar sus recursos y hasta el día de hoy sigue en lo más alto del mercado deportivo.

Otro caso un poco más cercano a Toyota, es la empresa de maquinaria pesada Caterpillar, que al igual que Nike, utilizó las 5S para optimizar recursos, dando como resultado que sea la empresa de maquinaria pesada más importante en el mercado mundial.

Además de la aplicación de las 5S, se expuso la metodología de Análisis del Modo de Efecto de Fallas AMEF. Con la aplicación del AMEF una empresa de juguetes en México, mediante una tesis ejecutada por César Alejandro Martínez Lugo en la Universidad Autónoma de Nuevo León, demostró que con la aplicación de esta metodología, se obtuvo un costo-beneficio de \$ 53,4 dólares, esto en el año 2004 cuando se ejecutó el AMEF. Además sus ventas aumentaron en un 40%. (Martínez, 2004)

Otro ejemplo se ve reflejado en una industria enfocada a la fabricación de electrodomésticos de línea blanca en Perú, en la que un artículo científico realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima por Javier Gabino Izaguirre Neira y María del Rosario Párraga Velásquez, demuestra que aplicando la metodología AMEF, podría llegar la industria a ahorrar un 40% de costos de producción. (Izaguirre & Parraga, 2017)

La metodología DFMA Diseño para la Fabricación y Montaje, fue la última expuesta en este capítulo. Un ejemplo de la eficacia de ésta, se muestra en un proyecto de titulación para la obtención de una maestría en Ingeniería de Manufactura realizada en México, donde el Ing. Diego Flores, desarrolla el DFMA para una empresas de termoplásticos, dónde se logra una disminución de tiempos en un 70%; dando como resultado, una reducción del 21% en los tiempos de fabricación de cada componente del molde y un 25% del tiempo de armado, disminuyendo en un 27,36% el costo estimado del proyecto. (Flores D. , 2009)

Por último cabe recalcar, que todas las metodologías mencionadas deben ser flexibles y versátiles a integraciones de áreas de trabajo, capacitaciones al personal, e implementaciones según la política de cada empresa, y las mismas deben estar siempre actualizadas, de manera que apunten a una mejora continua tomado las correcciones indispensables y necesarias dentro de una determinada organización.

CAPÍTULO 4

4. Elaboración de una propuesta de optimización para la fabricación de vehículos kart

En este capítulo se establecerá un plan de distribución en planta, es decir cada una de las áreas y zonas de trabajo dentro del espacio designado para la fabricación de vehículos kart. La misma que será ejecutada con la metodología PDCA, que permitirá ejecutar una planificación y realización de actividades encaminadas al mejoramiento de los procesos de producción; para luego, establecer un proceso de verificación del éxito de las actividades, finalizando con la actuación o corrección de los problemas encontrados apuntando a la prevención de futuros problemas, manteniendo y mejorando lo conseguido.

Además dentro de la metodología del PDCA se podrá abordar la estructura SLP que servirá para distribuir la planta con los diferentes espacios de trabajo y posterior a ello con técnicas o herramientas de fortalecimiento como sugerencia están el DFMA y AMEF que apuntan a mejoras continuas dentro de una organización guardando el registro de todas las actividades según el producto fabricado.

4.1 Espacio designado para la fabricación de vehículos kart

Para comenzar a realizar la distribución de planta del espacio designado para la fabricación de vehículos kart en primera instancia se detalla el espacio con cual cuenta la facultad carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz para desarrollar el proceso de fabricación de este tipo de vehículos.

A continuación se detalla también los elementos u objetos, dónde los autores en base al criterio obtenido y la bibliografía tratada no deberían estar en ese lugar ya que únicamente están ocupando una parte del espacio total asignado para el diseño y construcción de vehículos karts.

Tabla 9 Espacio total y espacio utilizado para el almacenaje de materiales.

Fuente: [Autores]

Área Total Disponible para fabricación del kart		42 m²	
Áreas ocupadas con aglomeración de materiales y elementos del kart			
Elementos	Dimensiones (mm) (largo x ancho)	Área (mm²)	% de utilización
Cartón usado de almacenaje	330 x 400	132.000	0,31
Estante de herramientas	850 x 400	340.000	0,80
Cargador de baterías	300 x 250	75.000	0,17
Batería	225 x 176	39.600	0,094
Almacenaje de llantas	500 x 500	250.000	0,59
Estante color desacelerómetro	560 x 550	308.000	0,73
Estante color crema	1.100x400	440.000	1,04
Gata hidráulica tipo lagarto	1.000 x 380	380.000	0,90
Estacionamiento del kart	1.760 x 1.340	2,358.400	5,61
Estacionamiento del SAE	2.560 x 1.560	3,993.600	9,5
Almacenamiento de tubos	150 x 6.000	900.000	2,14
Área total utilizada con aglomeración de materiales		9,216.600 mm²	21,88 %

Como se aprecia en la tabla 9, 42 m² corresponde al área total para fabricación de vehículos kart de los cuáles 9,216.600 mm² equivalente a 9,21 m² están ocupados por equipos, insumos y herramientas que se almacenan en diferentes lugares de toda el área, representando un 21,88 % de reducción del espacio de trabajo.

4.2 Diseño de la distribución de las áreas de trabajo

Una vez distinguido el espacio para la fabricación de vehículos kart y los espacios en su mayoría utilizados para el almacenaje de elementos, se plantea la distribución

de esta área de trabajo, para ello se utilizará el flujograma del capítulo 2 del diagrama 2 el cual indica cómo debe fluir el orden de las operaciones para alcanzar un fin, en este caso para lograr fabricar totalmente el vehículo kart. El método más conocido para la distribución de las áreas de trabajo y aplicado para distribución en planta es llamado SLP (Systematic Layout Planning), desarrollado por Richard Muther. El cuál se detalla a continuación.

4.3 Pasos a seguir para la distribución de una planta

4.3.1 Materiales y cantidades.

En este apartado hace referencia a la recolección de información acerca del producto a fabricar, así como los materiales que se utilizarán para realizar el proceso de fabricación.

Respecto a los materiales se conoce cuáles se van a utilizar para el ensamble total del vehículo kart, los mismos que se detallaron en el capítulo 2 de la tabla 3.

Además, se conoce que será tipo monoplaça, no se fabrica en serie y en grandes cantidades y finalmente se estimó el tiempo de fabricación dentro del mismo capítulo 2 de la tabla 2 para la fabricación este tipo de vehículo el tiempo corresponde a 490.5 horas que representan un total de 20 días para ensamblar totalmente el vehículo kart junto con las pruebas dinámicas y puesta a punto.

4.3.2 Secuencia de operaciones.

Para conocer la secuencia de operaciones o procesos que se ejecutan para fabricar el vehículo kart se utilizará la siguiente simbología en base a la bibliografía consultada.

Tabla 10 Símbolos utilizados para la representación de pasos a seguir en la secuencia de operaciones.

Fuente: (Muther, Distribucion en planta, 1970)

Símbolo	Representación
	Operaciones que se ejecutan
	Inspección de calidad y cantidad de algo
	Desplazamiento de materiales u operarios
	Espera o demora en las operaciones
	Almacenaje permanente de algún documento o material

En el diagrama 7, se muestra las operaciones que se ejecutan para fabricar el vehículo kart, también se muestran controles de calidad, donde se deberían tomar medidas oportunas para corregir o cambiar elementos, además se muestra el desplazamiento de los materiales en las distintas operaciones y los elementos que se van a fabricar con los respectivos tiempos de espera para que de esta manera se tenga todo a punto y se pueda llegar a un almacenaje de cada uno de los componentes del kart y posterior a ello realizar el correcto ensamblaje de todo el conjunto.

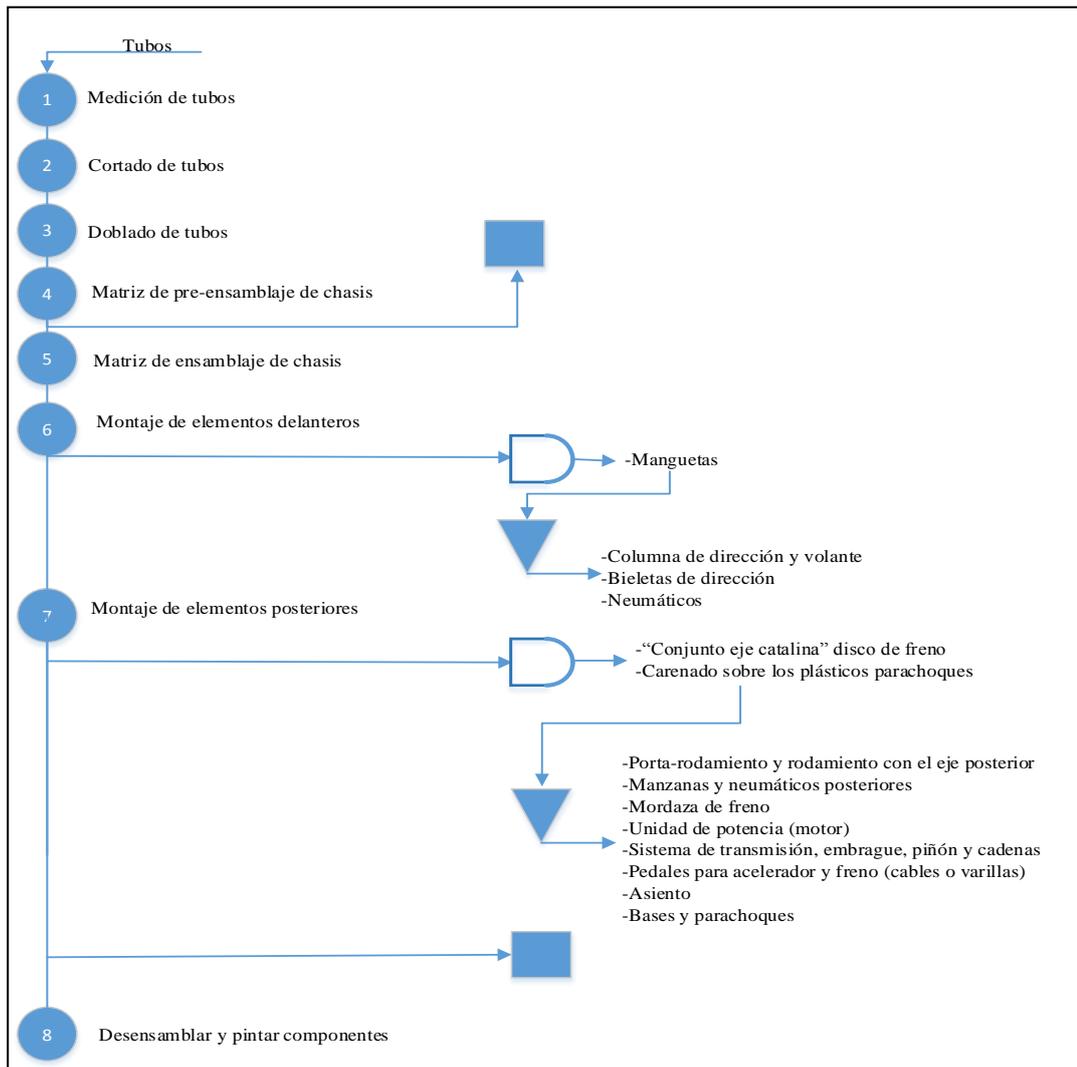


Diagrama. 7 Flujo de procesos de fabricación de vehículos karting.

Fuente: [Autores]

Ahora se detalla un diagrama de las diferentes etapas de ensamblaje de cada uno de los componentes del vehículo kart por sus diferentes sistemas y agrupadas entre sí, como se muestra a continuación:

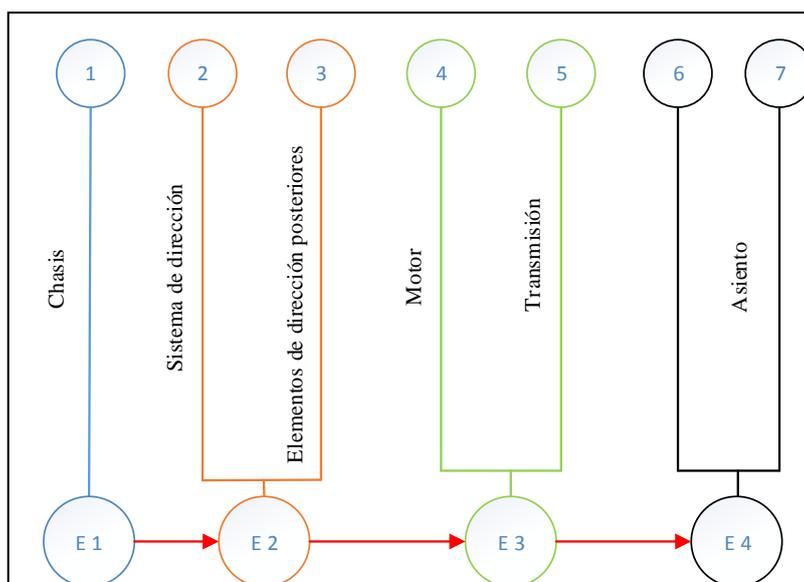


Diagrama. 8 Etapas de montaje para la fabricación de vehículos karting.
Fuente: [Autores]

Cabe indicar que en el diagrama anterior no se considera la puesta a punto, pruebas dinámicas y el pintado de los componentes del kart, ya que se está tratando únicamente del montaje de elementos que servirán para ejecutar la relación que hay entre las diferentes procesos operacionales y tener más claro el panorama para ejecutar la distribución en planta.

4.3.3 Relación entre las diferentes operaciones.

La relación entre las diferentes operaciones de ensamblaje se puede realizar por medio de una matriz de decisiones o también conocida como tabla cuadrículada, dónde según las ponderaciones colocadas representarán el grado de importancia de cada espacio de trabajo. Cabe resaltar que esta matriz representa diversas combinaciones entre dos operaciones, que se pueden ejecutar dentro del proceso de fabricación de vehículos kart. Para conocer cómo se relaciona esta tabla basta con colocarse en el número ponderado (parte derecha) y de esta manera observar las operaciones que convergen a esta ponderación.

A continuación se muestra la tabla cuadrículada que guarda las siguientes ponderaciones 1: Muy importante la proximidad, 2: Importante la proximidad, 3: Poca importante la proximidad, X: Indeseable la proximidad:

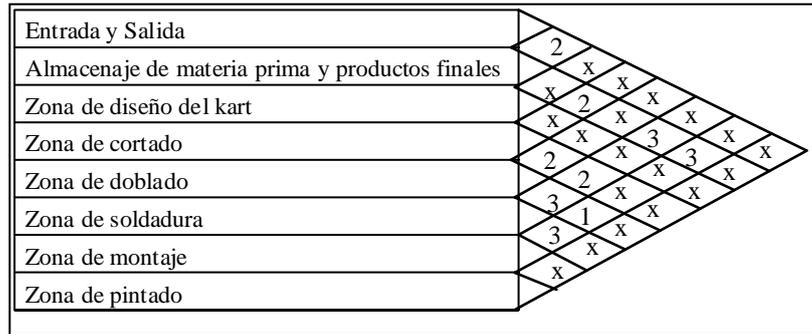


Diagrama. 9 Tabla cuadriculada de las zonas de fabricación de vehículos karting.

Fuente: [Autores]

4.3.4 Diagrama de relación entre las diferentes operaciones.

Una vez realizado los diagramas de procesos, etapas de montaje y la tabla cuadriculada, se puede seguir al siguiente paso en donde se puede ordenar las zonas de trabajo de acuerdo a las ponderaciones ejecutadas anteriormente. Sin embargo, es importante resaltar que el diagrama que se presentará a continuación puede tender a sufrir modificaciones ya que podrá ir acoplándose en función a las necesidades al proceso de fabricación de kart. En donde los lugares de almacenaje se indicarán con un triángulo y las zonas o áreas de trabajo se representarán con un rectángulo. La siguiente tabla muestra que tan importante es la proximidad entre las áreas de trabajo.

Tabla 11 Ponderación de relaciones entre departamentos.

Fuente: [Autores]

Ponderación	Significado
Muy importante la proximidad	=====
Importante la proximidad	-----
Poca importante	-----
Indeseable la proximidad	-----

De acuerdo a la relación existente en la hoja cuadriculada del diagrama 9, y según la ponderación efectuada se establece la relación existente que se aprecia a continuación.

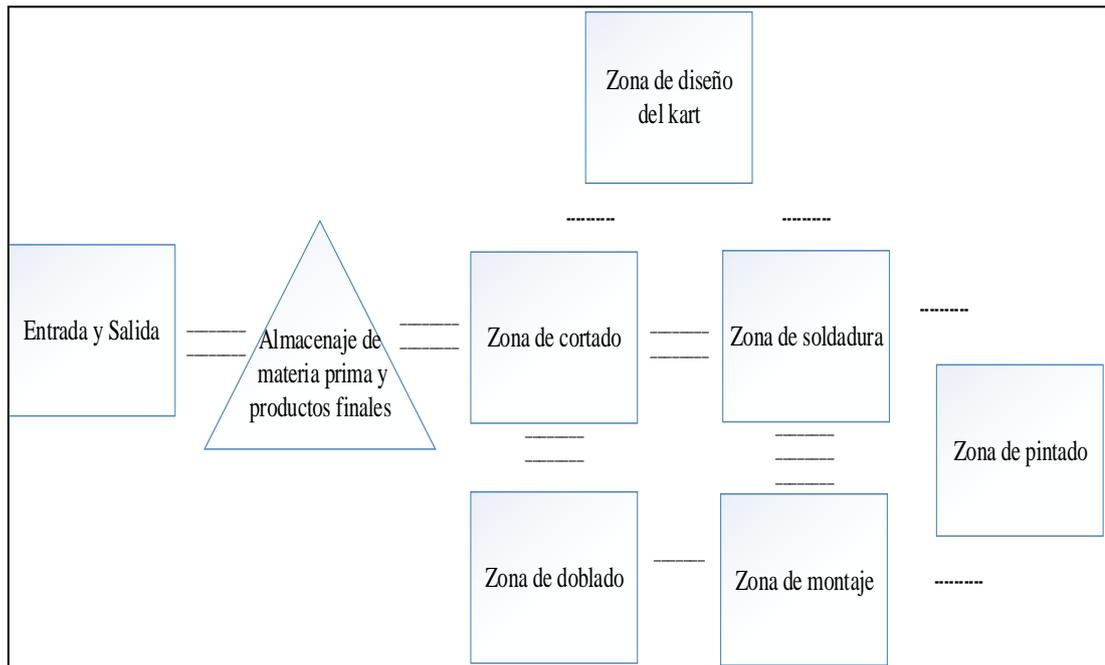


Imagen. 6 Almacenaje de elementos en el espacio para la fabricación de vehículos karting.

Fuente: [Autores]

4.4. Disposición de espacios

En el área de fabricación de vehículos kart la disposición de espacios de trabajo es importante tanto para que pueda circular el personal, realizar el movimiento de insumos y poder trasladar máquinas herramientas en un momento requerido. Según los espacios que actualmente se disponen dentro del área de fabricación de vehículos kart se describen los mismos a continuación. Teniendo en cuenta la imagen 6 en el diagrama de relaciones de operaciones, tanto las áreas como de diseño del kart y pintura no son tan relevantes, por lo que se podría proyectar la distribución sin las mismas, debido al poco espacio físico del cual se dispone dentro de la fabricación de karts.

4.4.1 Zona de corte.

Las zonas de corte en todas las organizaciones representan el lugar más grande y amplio de aquel lugar, generalmente debido al manejo de materiales de gran volumen y tamaño. En este caso específico, como se cuenta con un espacio designado para el área de corte en el proceso de fabricación de vehículos kart, se asignará esta área de trabajo que guarde las siguientes características.

Tabla 12 Dimensiones de equipos de la zona de corte.

Fuente: [Autores]

Componentes	Medidas (m)
Mesa de trabajo	5.97x 0.70
Cortadora	0.7 x 0.7
Medidas de tubo(\emptyset x L)	0.012 x 6

4.4.2 Zona de doblado.

Esta zona es donde se realiza las dobleces de los tubos con los respectivos ángulos que se requieren para que el vehículo kart funcione correctamente y es importante que dentro del área designada para la fabricación de este tipo de vehículos se cuente con esta zona para que acorte tiempos de fabricación, al tener las máquinas para ejecutar las actividades dentro de la misma Universidad y no acudir a talleres externos para ejecutar esta tarea. Esta zona debe guardar una proximidad importante con el área de corte según indica la imagen 6. Para esta zona se describe las siguientes particularidades.

Tabla 13 Dimensiones de equipos de la zona de doblado.

Fuente: [Autores]

Componentes	Medidas (m)
Mesa de trabajo	1.20 x 0.70
Dobladora	0.70 x 0.70

4.4.3 Zona de soldadura.

Esta área es en donde se ejecutará el pre-ensamblaje y el armado completo del chasis o bastidor del vehículo kart para posterior a ello realizar el montaje de todos los componentes y sistemas auxiliares. Cabe resaltar que la proximidad entre la zona de doblado y soldadura es muy importante según la ponderación según la imagen 6. A continuación se describe de manera general las características a guardar por parte de esta zona.

Tabla 14 Dimensiones de equipos de la zona de soldadura.

Fuente: [Autores]

Componentes	Medidas (m)
Mesa de trabajo	1.2 x 0.70
Equipo de soldadura	0.96 x 0.40

4.4.4 Zona de montaje.

En esta zona se procede a realizar el acoplamiento de los diversos elementos y sistemas del vehículo, teniendo en cuenta que la proximidad entre las zonas de soldadura y montaje es muy importante según indica la imagen 6. Para ello se debe tener en cuenta las siguientes peculiaridades.

Tabla 15 Dimensiones de equipos de la zona de montaje.

Fuente: [Los Autores].

Componentes	Medidas (m)
Mesa de trabajo	1.20 x 0.70
Dimensiones del kart	1.76 x 1.34
Herramientas	1.20 x 1.20

4.4.4 Zona de pintado.

Esta área no está definida dentro de la zona de fabricación de vehículos kart ya que al tener el espacio dentro del taller automotriz, donde los estudiantes ejecutan sus prácticas de las diferentes asignaturas se tendría contaminación del aire y no se garantizaría la seguridad de los mismos, por lo que esta operación tendrá que ser ejecutada cuando haya menor concurrencia de estudiantes o a su vez fuera del espacio designado para la fabricación de vehículos kart, debido a falta de espacio.

4.4.5 Almacenaje de productos terminados e insumos.

En la zona de almacenaje se destinará un lugar para alojar temporalmente los vehículos karts terminados. Además se tendrá un lugar para almacenar los materiales y partes del kart para que de esta manera se pueda conseguir el material o parte deseada lo más rápido posible con la correcta ubicación y designación de estos espacios.

Ahora, con la información previamente levantada de la relación de operaciones y la disposición de espacios se puede plantear el siguiente Layout de relación de actividades, como se muestra en la imagen 7, con las respectivas dimensiones. Además el espacio demandado entre las diferentes áreas para que puedan circular las personas, según la bibliografía consultada de Richard Muther “Distribución en planta”, recomienda un espacio mínimo entre las zonas de trabajo de 30 pulgadas es decir de 762 mm.

4.5 Propuesta final para las áreas de trabajo

En la siguiente imagen, se aprecia la disposición de los espacios de trabajo para ejecutar cada una de las diferentes operaciones en el proceso de fabricación de vehiculos karts.

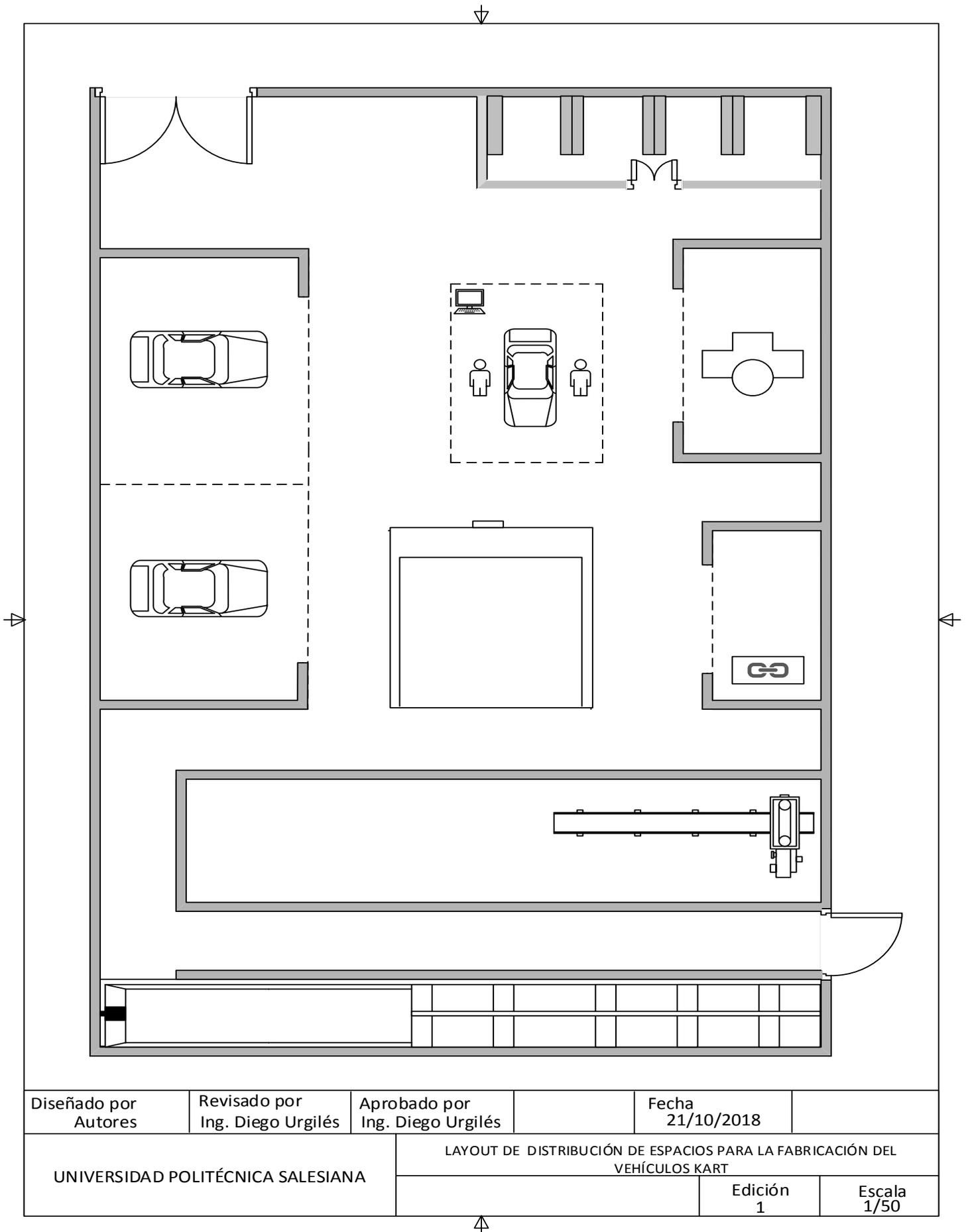


Imagen. 7 Layout de distribución de espacios para la fabricación de vehículos karting.
Fuente: [Los Autores].

En la imagen 7, las áreas sombreadas representan las zonas de trabajo, el contorno de la línea que cubre el contorno de cada zona de trabajo es el espacio necesario para que el operario ejecute las diferentes operaciones, este espacio corresponde a 400 mm.

Además se procedió a desglosar la zona de almacenaje y materia prima en: almacenajes del kart terminado, partes e insumos del kart y una área de almacenaje para los tubos con los cuales se fabrica el kart, ya que los mismos se encuentran aglomerados en el piso, para este almacenaje de tubos se sugiere contar con un espacio de 0.35 m x 7.22 m.

Ahora, para delimitar las áreas de trabajo con la señalización respectiva se podrá utilizar las NORMAS OHSAS o la NORMA Técnica Colombiana “Colores y Señales de Seguridad” ya que éstas, detallan los colores, símbolos y señales de seguridad con cuales deberá contar una organización. Las mismas que ayudarán a evitar riesgos físicos, cuidar la salud de las personas y estar preparados para situaciones de riesgo.

En la imagen 8, se aprecia la propuesta final de cómo quedará distribuido el espacio designado para la fabricación de karts e igualmente con los colores señalados como establece las normas antes consultadas.

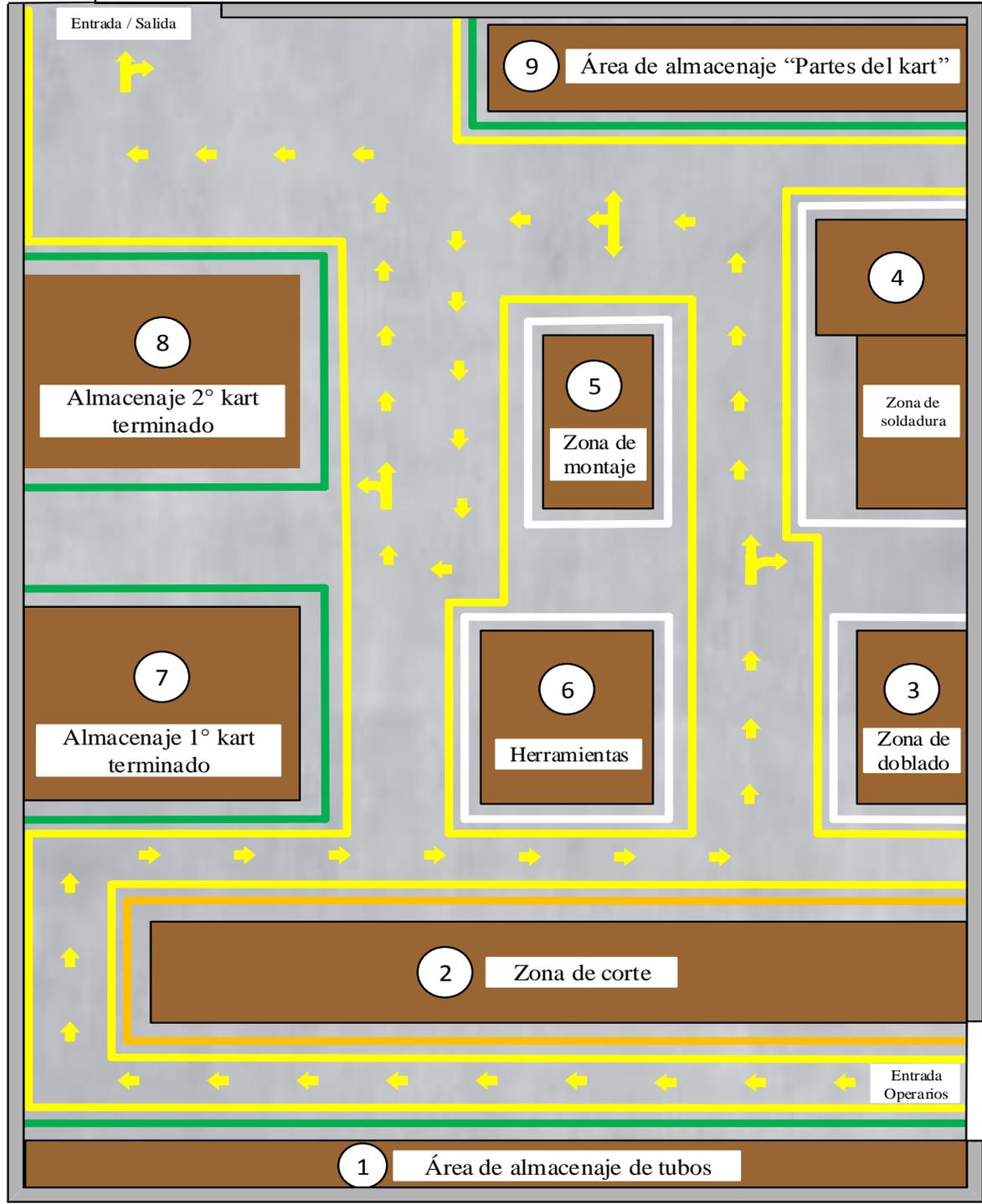


Imagen. 8 Propuesta final de las áreas de trabajo para la fabricación de vehículos karting y secuencia de operaciones.

Fuente: [Autores]

En la imagen 8, se muestra la propuesta final de cada espacio de trabajo según la correlación de actividades u operaciones que se obtuvieron en la tabla cuadrículada del diagrama 9.

Además se muestra el movimiento que se tendrá entre las diferentes operaciones para conseguir el ensamblaje total del vehículo kart.

La entrada para realizar las operaciones será entre el área de almacenaje de tubos y corte para que de esta manera el flujo de actividades se dé sin interrupciones y de manera continua, mientras que el espacio superior designado para entrada y salida, de mayor espacio, será utilizado para trasladar a cada área; partes, herramientas y para movimiento de los vehículos kart terminados a un lugar de almacenaje permanente.

4.6 VSM Actual VS VSM Futuro del proceso de fabricación de vehículos kart

VSM ACTUAL

A continuación, se muestra el VSM actual, en el diagrama 10 con cual cuenta el grupo “Desing & Manufacturing” dónde se muestran los procesos de diseño y fabricación utilizados para el vehículo kart, además los tiempos de fabricación que se estimaron mediante encuestas corresponde a 490.5 h, es decir un total de 20 días aproximados.

Esta estimación se realizó ya que dentro del grupo designado para la fabricación de este tipo de vehículos no se lleva inventarios ni historiales del proceso desarrollado.

VSM APLICANDO 5S

Al aplicar las 5S en procesos de fabricación según estudios realizados y aplicados por parte de empresas a nivel mundial se logra una disminución de 36%; en tiempos de producción y costos. Al aplicar este porcentaje de reducción según los estudio ejecutados, al tiempo estimado para la fabricación del vehículo kart se lograría realizar todas las operaciones y tener el vehículo kart listo en 315.05 h es decir en 13 días, por tanto el tiempo de fabricación se reduciría siete días del tiempo actual.

Referente al costo inicial de fabricación del vehículo kart que correspondía a \$ 3.976,16 estimados, según la tabla 2 del capítulo 2, con la aplicación de 5S se lograría una reducción de \$ 1431,42 por cada vehículo fabricado.

VSM Ideal

En el VSM ideal presentado en el diagrama 11, el tiempo real aplicado las 5S se separa para cada una de las tareas asignadas según las operaciones ejecutadas. Aquí se agrega dos operarios para realizar cada una de las diferentes operaciones, además los tiempos muertos que se conocen como en impresión de planos, control de medidas se agregan con color rojo y los tiempos ideales, en pasar de una operación a otra sería de 10 minutos para no generar costos, este tiempo se estima debido a la distribución en planta realizada y por la proximidad entre las áreas de trabajo.

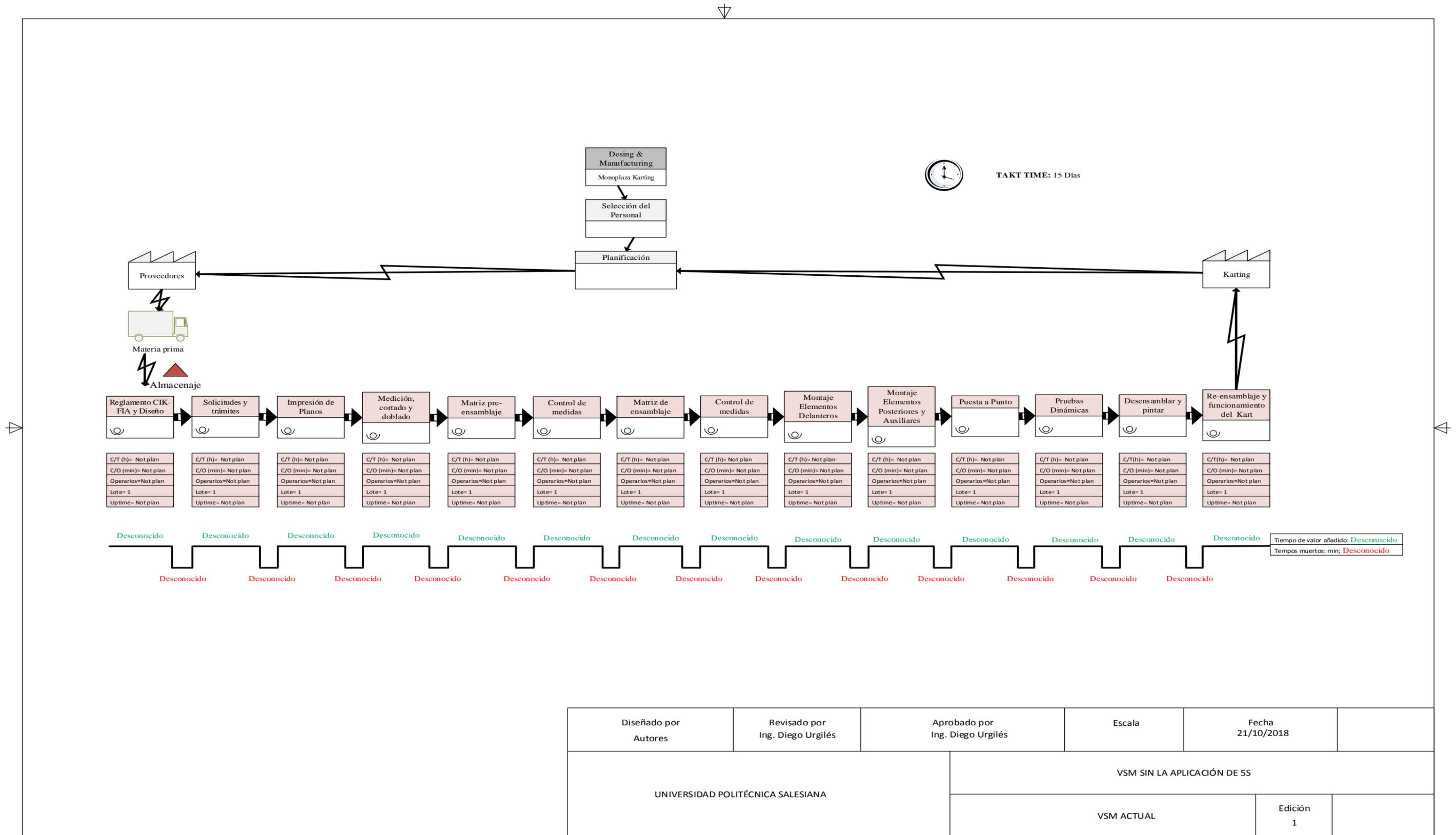


Diagrama. 10 VSM actual sin la aplicación de 5S.
Fuente: [Los Autores].

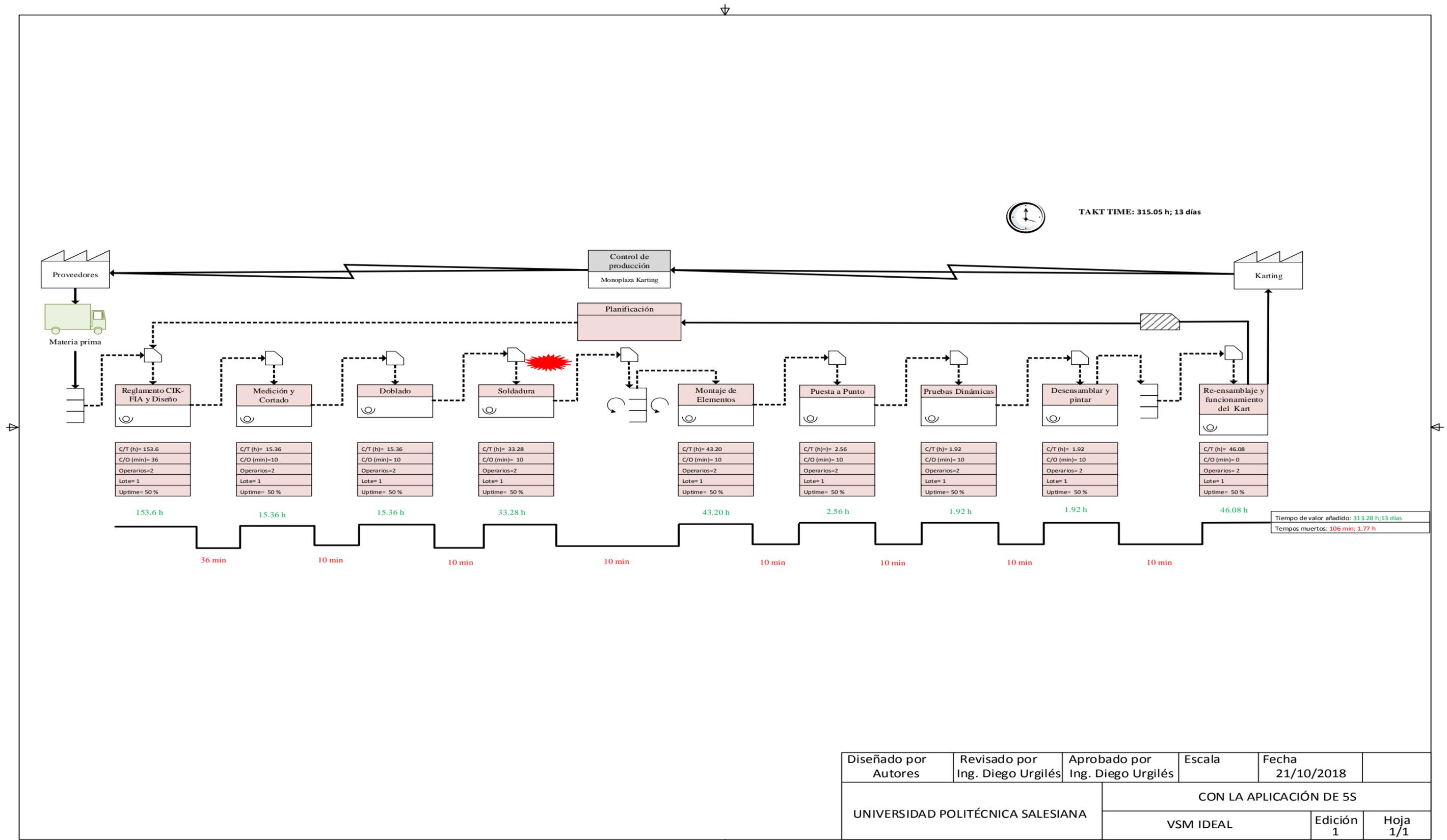


Diagrama. II VSM ideal con la aplicación de 5S.
Fuente: [Los Autores].

4.7 Diseño para la fabricación y montaje DFMA

Como anteriormente se hizo mención en los capítulos anteriores, el DFMA es utilizado para diseñar o rediseñar un producto con el fin de llevar un control de operaciones disminuyendo costos y tiempos de producción. Es por ello que se describe un DFMA de cada sistema del vehículo kart con la finalidad de brindar una herramienta de apoyo en la implementación, manejo y control de las 5S enfatizando que esta herramienta requiere una mayor profundización de estudio y aplicación; de ésta se recalca que el DFMA se presenta como herramienta y actividad sugerida.

Los DFMA presentarán su secuencia mediante un diagrama de flujo, el cual estará compuesto de tres colores: *verde*, indicará que la actividad tiene una prioridad *baja*; *naranja*, que la actividad tiene una prioridad *media*; por último *rojo*, indicará que su prioridad es *alta*.

4.7.1 DFMA para el Chasis.

Para el diseño y ensamblaje del chasis se sugiere realizar la siguiente secuencia:

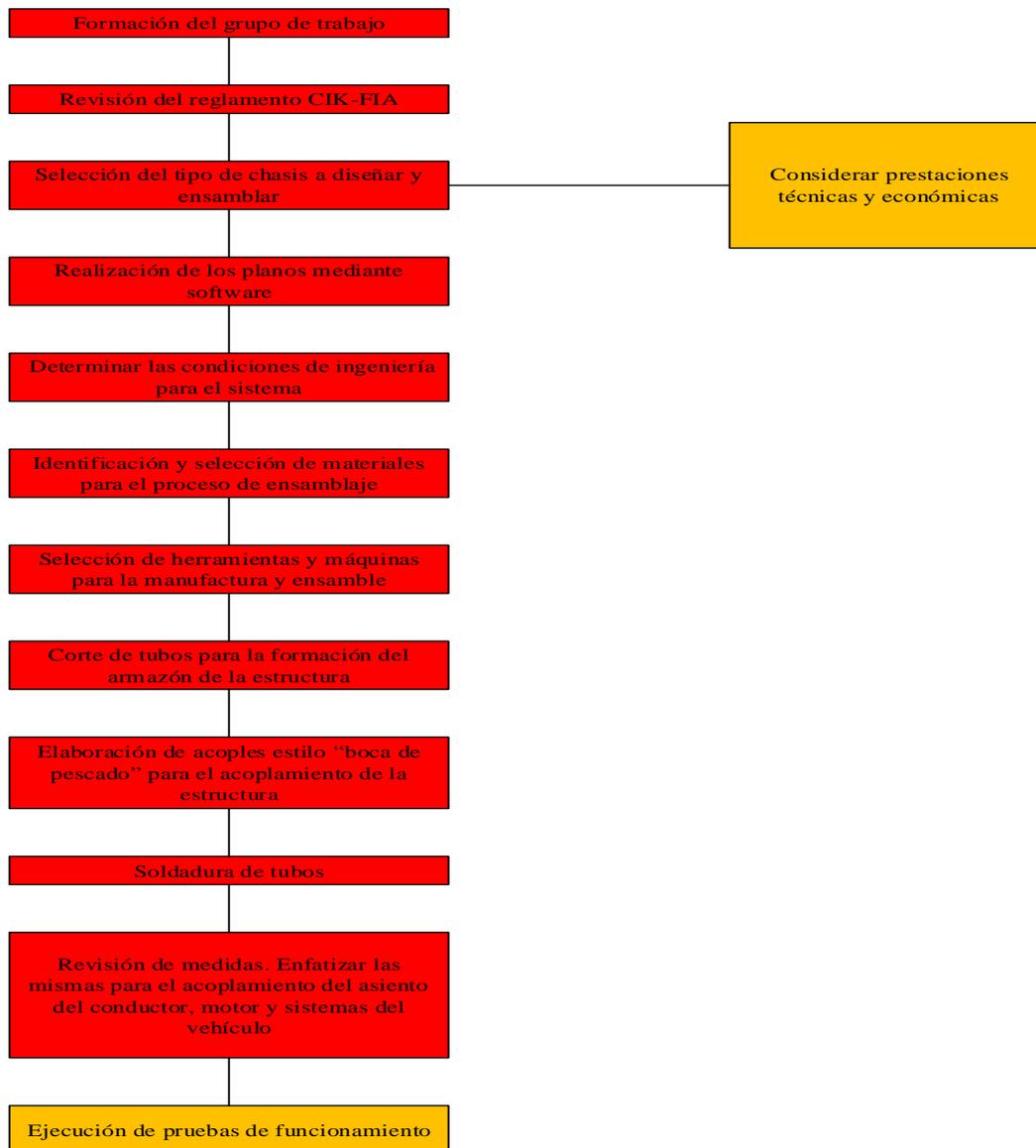


Diagrama. 12 Propuesta de DFMA para el proceso de diseño, manufactura y ensamblaje.

Fuente: [Autores]

Como se indica en el diagrama anterior, las tareas de color verde han tenido esta valoración debido a que el vehículo puede ser diseñado y ensamblado sin ninguna dificultad, ya que no repercuten directamente en dicho proceso. Una prioridad media ha sido la valoración de las actividades de color naranja, esto se fundamenta en que los procesos mencionados no conllevan un riesgo futuro en el proceso. Por último, la formación del grupo de trabajo, la revisión del reglamento y medidas; tienen una prioridad alta, porque si no se realizan correctamente pueden dar como consecuencia problemas en los procesos futuros.

4.7.2 DFMA para el Sistema de dirección.

Se sugiere la siguiente secuencia para el sistema de dirección:

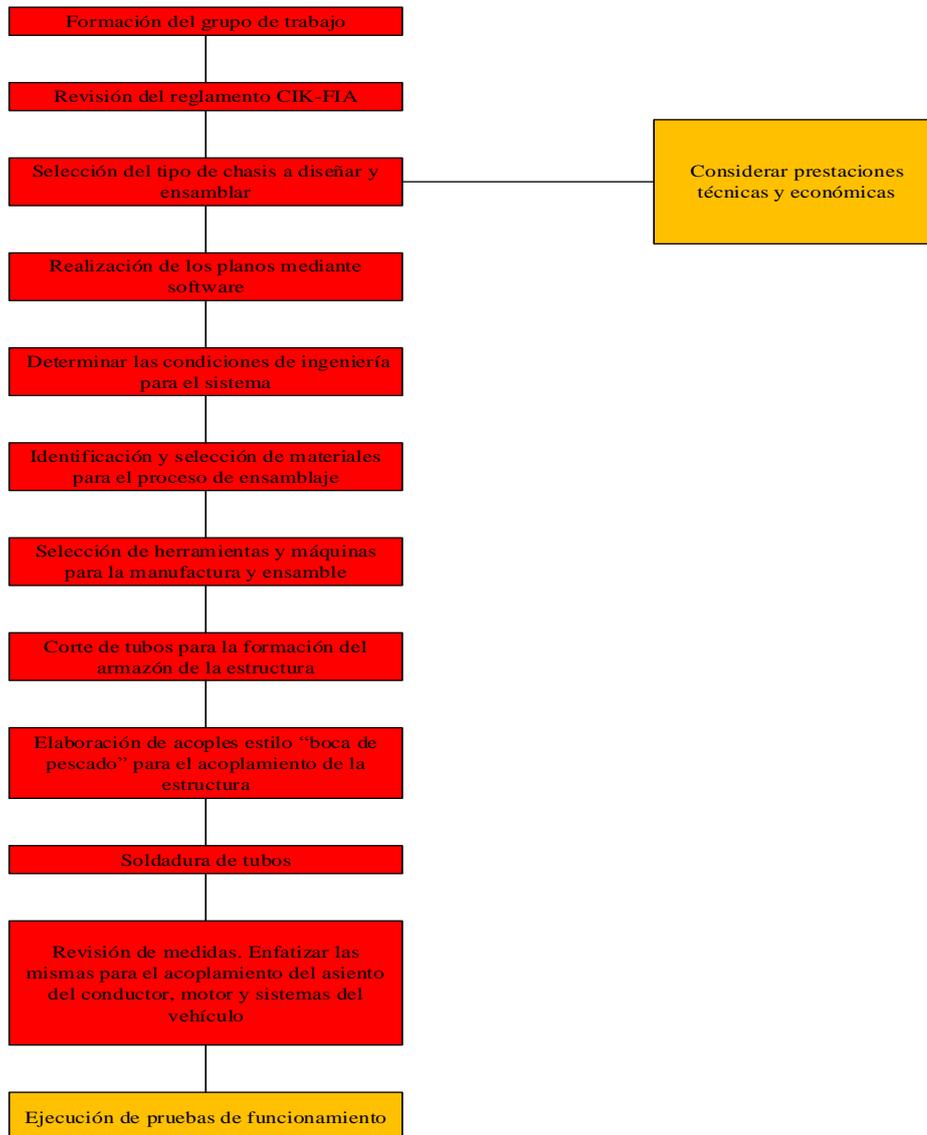


Diagrama. 13 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del sistema de dirección.

Fuente: [Autores]

Las tareas con color verde, son aquellas que no representan riesgo para las actividades de diseño y construcción en los vehículos. La valoración de prioridad media, las lleva las tareas que son importantes para el funcionamiento correcto del sistema, pero que presentan un riesgo controlable o modificable. Las tareas de color rojo son las que más prioridad se las debe dar, debido a que una mala ejecución de las mismas conllevaría problemas futuros en los procesos anteriormente mencionados.

4.7.3 DFMA para el Motor.

Para la selección del motor se sugiere lo siguiente:



Diagrama. 14 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del motor.

Fuente: [Autores]

La formación del grupo de trabajo, la revisión del reglamento, revisión de medidas y el ensamblaje están de color rojo indicando una prioridad alta, esto debido a que la mala ejecución de éstas conllevaría a problemas futuros en los procesos de diseño y ensamblaje aumentando los tiempos en los procesos. Las tareas con color naranja, tienen esta valoración, ya que la consecuencia de una mala realización de las tareas no conlleva un riesgo tan crítico como las de color rojo. Por último las actividades de color verde, pueden no ser tratadas a detalle, porque los procesos pueden ejecutarse sin ningún problema.

4.7.4 DFMA para la Trasmisión.

Para la selección de los elementos de transmisión se sugiere la siguiente secuencia:

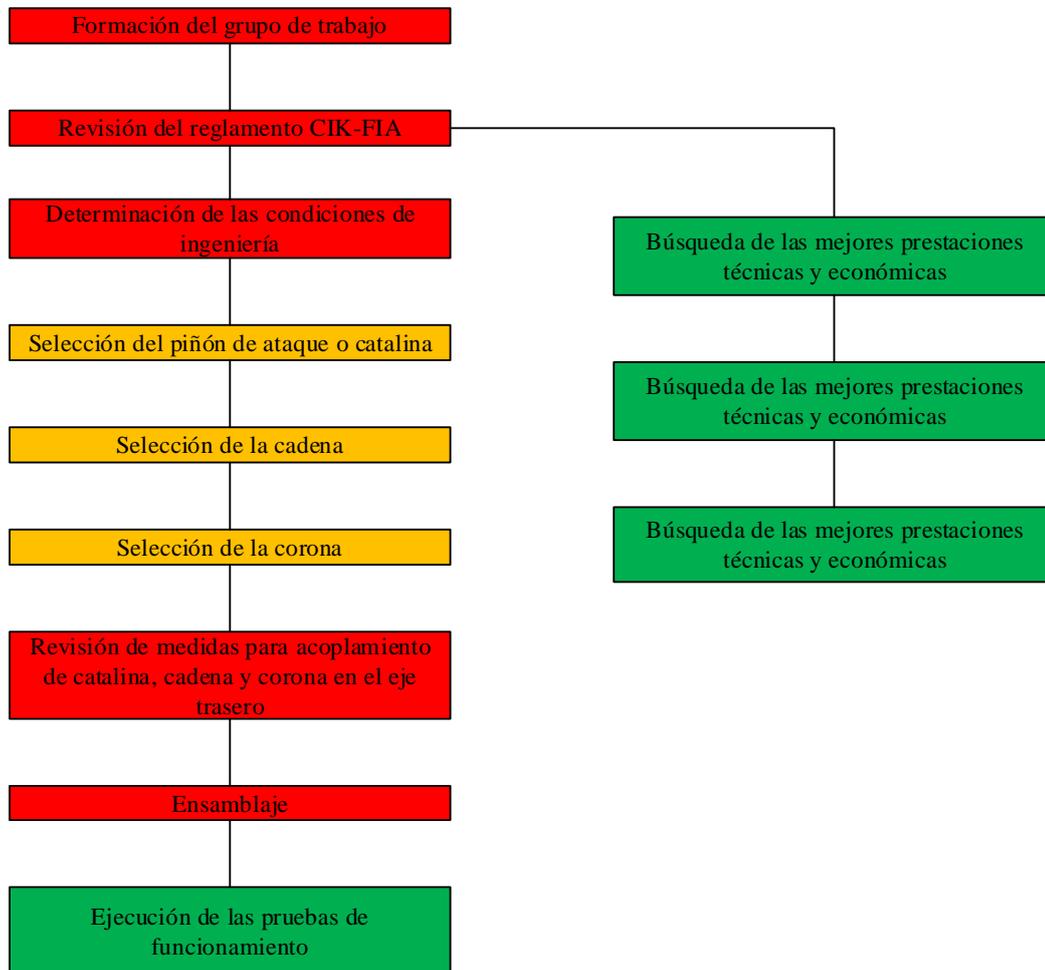


Diagrama. 15 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje de la transmisión.

Fuente: [Autores]

Como en los casos anteriores, las tareas con color verde, son aquellas que no representan riesgo para las actividades de diseño y construcción en los vehículos. La valoración de prioridad media, las lleva las tareas que son importantes para el funcionamiento correcto del sistema, pero que presentan un riesgo controlable o modificable. Las tareas de color rojo son las que más prioridad se las debe dar, debido a que una mala ejecución de las mismas conllevaría problemas futuros en los procesos anteriormente mencionados.

4.7.5 DFMA para los Sistemas auxiliares, varillaje o cables para pedales.

Se sugiere la siguiente secuencia para el acoplamiento de estos sistemas:

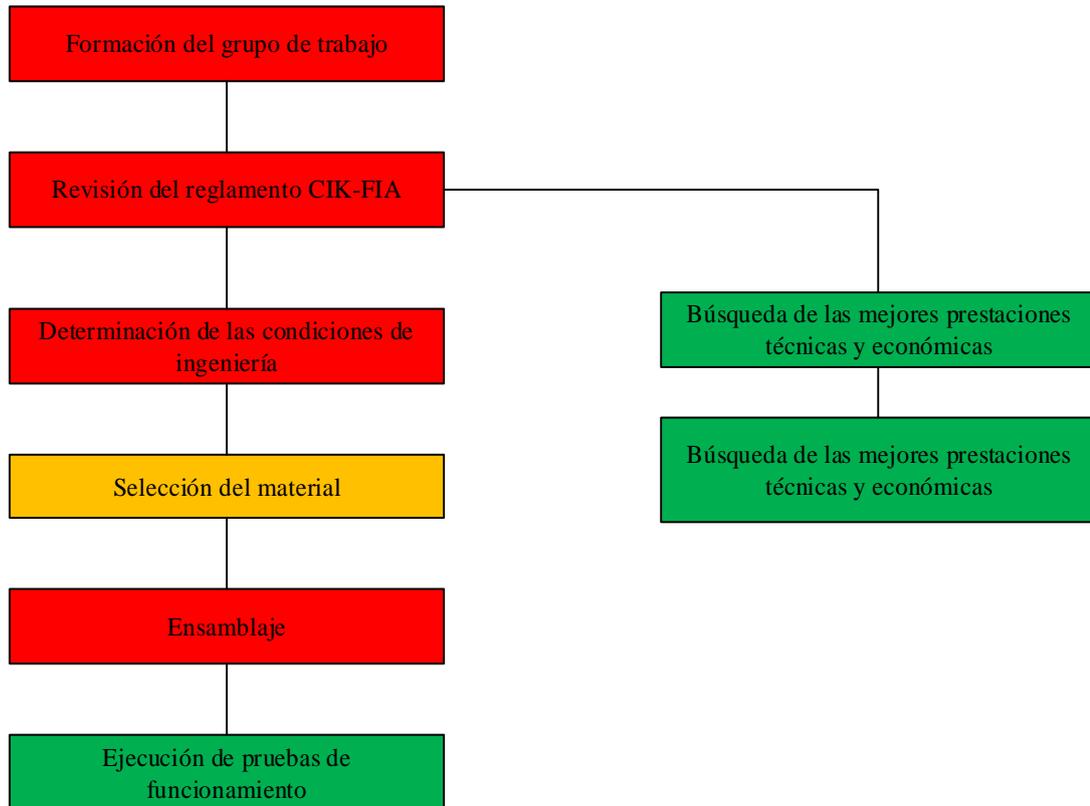


Diagrama. 16 Propuesta de DFMA para los sistemas auxiliares.

Fuente: [Autores]

La ejecución de pruebas de funcionamiento y la búsqueda de las mejores prestaciones técnicas y económicas, son tareas que no representan riesgo para el diseño y ensamblaje de los vehículos, es por eso, que están de color verde. La selección de material por su parte es una tarea importante, pero que puede ser corregida sin poner en riesgo los procesos. En cambio las tareas de color rojo son vitales para que no haya inconvenientes futuros.

4.7.6 DFMA para el asiento.

Se sugiere la siguiente secuencia para la selección del asiento

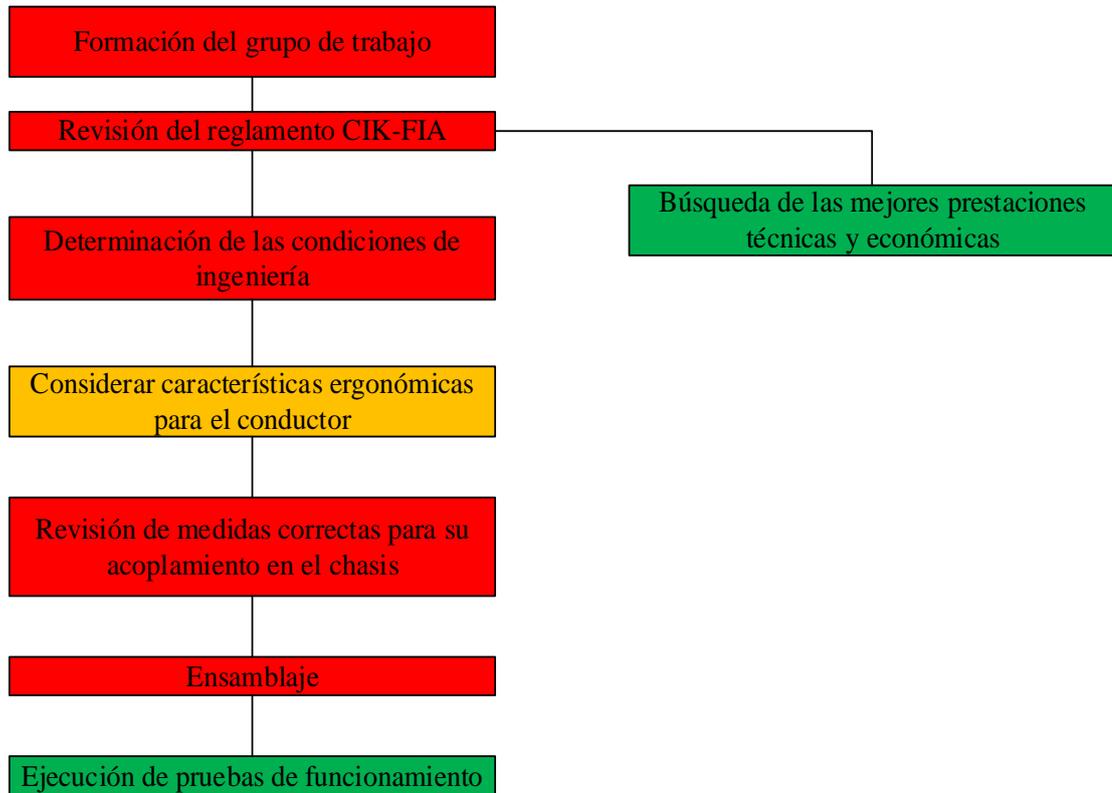


Diagrama. 17 Propuesta de DFMA para el proceso de selección del asiento.

Fuente: [Autores]

La formación del grupo de trabajo, la revisión del reglamento, revisión de medidas y el ensamblaje están de color rojo indicando una prioridad alta, esto debido a que la mala ejecución de éstas conllevaría a problemas futuros en los procesos de diseño y ensamblaje aumentando los tiempos en los procesos. Las tareas con color naranja, tienen esta valoración, ya que la consecuencia de una mala realización de las tareas no conlleva un riesgo tan crítico como las de color rojo. Por último las actividades de color verde, pueden no ser tratadas a detalle, porque los procesos pueden ejecutarse sin ningún problema.

4.7.7 DFMA para el sistema de frenos.

Para el acoplamiento del sistema de frenos se sugiere:



Diagrama. 18 Propuesta de DFMA para el proceso de ensamblaje del sistema de frenos.

Fuente: [Los Autores]

El criterio utilizado para la valoración de las actividades es el mismo que el empleado para los sistemas anteriores, pero en este caso específico, establecemos prioridades medias y altas debido que este sistema es de suma importancia para la seguridad del piloto, de funcionar mal los frenos, esto podría generar accidentes que traerían consecuencias fatales.

4.7.8 DFMA para el pintado.

Para el proceso de pintado se sugiere la siguiente secuencia:

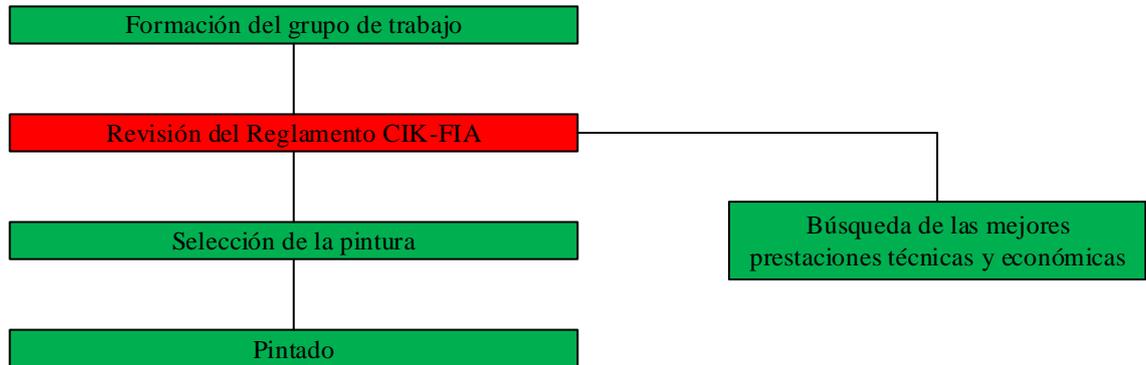


Diagrama. 19 Propuesta de DFMA para el proceso de pintado.

Fuente: [Autores]

En este proceso, a excepción de la revisión del reglamento, se establece prioridades bajas para las actividades, a razón de que las mismas no presentan un riesgo inminente para las actividades de diseño y construcción de los vehículos karts.

4.8 Análisis del modo y efecto de falla AMEF

Esta metodología o técnica permitirá identificar las fallas que se originan en el elemento fabricado, el cual será de utilidad ya que evitará pérdidas de tiempo en búsquedas de anomalías que puedan suscitarse en el vehículo kart y de esta manera tomar las posibles acciones de solución.

**AMEF "Análisis de Modo y Efecto de Falla"****Desarrollado para el proceso de fabricación del vehículo kart**

DESCRIPCIÓN	SÍNTOMA	CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN	SITUACIÓN ACTUAL			
				Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
DISEÑO	Dificultad en el ensamblaje real	Variación de medidas porque se cambió de motor diferente al del ensamblaje	Rediseñar	9	10	9	810
CHASIS	Deformaciones	Elevada temperatura al ejecutar soldaduras	Ajustar la soldadora	8	8	8	512
	Alteración de medidas	Operario de corta con poca experiencia	Capacitarlo	10	5	8	400
	Variación de medidas al doblar tubos	Ángulos incorrectos	Corregir medidas para dobleces	4	6	6	144
SISTEMA DIRECCIÓN	Dureza de la dirección	Baja presión de los neumáticos	Colocar la presión adecuada	3	8	9	216
		El vehículo tiende a girar a un lado	Avance o caída mal reglado	Reajustar reglajes	7	9	9
	Desgaste anormal del neumático	Ángulos de dirección o presión del neumático inadecuada	Corregir ángulos de dirección y revisar presión de neumáticos	6	8	7	336
		Cubierta de neumático desgastada	Verificar presiones del neumático	3	8	9	216
	El vehículo tiende a girar a un lado	Mangueta deformada	Sustituir o prensar para corregir deformación	4	8	7	224
	Ruidos extraños	Rodamientos desgastados	Reemplazar rodamientos o engrasar	2	7	5	70
Pastillas desgastadas		reemplazar	1	9	8	72	
SISTEMA TRANSMISIÓN	Vibraciones excesivas en el motor	Catalina descentrada	Corregir alineación de la catalina	2	10	8	160
	El motor gira pero no enciende	Bobina en mal estado	Reemplazar bobina	1	10	2	20
		Bujías mal reguladas o motor mal carburado	Calibrar bujías y afinar el motor	4	8	6	192
	El motor gira pero no tiene potencia	Cable de alta tensión con fuga de corriente	Reemplazar cable	1	7	6	42
		Motor mal carburado o ciclomotor obstruido	Limpiar ciclomotor y afinar el motor	7	7	6	294
	Bujías mal reguladas	Calibrar bujías	4	8	6	192	
Brinca la cadena, vibraciones, ruidos	Cadena floja o descentrada y buje desgastado	Ajustar cadena y cambiar buje de embrague	6	10	9	540	
SISTEMAS AUXILIARES	Pedales se van en blanco	Brida desajustada	Reacomodar brida	2	10	10	200
	Cables de los pedales pierden tensión	Brida de apriete floja	Poner el cable a punto	5	7	8	280
	Afecta la ergonomía del piloto	Asiento mal centrado	Calibrar asiento acorde al piloto	2	5	6	60
	Reduce el desempeño y hay vibraciones	Bases y parachoques flojas	Reacomodar o reajustar	5	4	6	120

*Tabla 16 Propuesta de AMEF para la fabricación de vehículos karting.***Fuente:** [Autor]

La tabla AMEF de cada sistema del vehículo kart, servirá para encontrar alguna avería y corregir la falla inmediatamente por parte de cualquier integrante de este grupo. Ponderando como 10 al valor más alto, 5 al valor intermedio y 1 como al valor mínimo.

Es importante resaltar que el AMEF presentado anteriormente fue diseñado con el apoyo de un miembro con una alta experiencia que formó parte del grupo “Desing & Manufacturing”, quien conoce a detalle todas las actividades que se ejecutaban dentro de este grupo y las fallas más propensas que podía sufrir el vehículo kart.

Entrando en el análisis de las valoraciones presentadas en el AMEF, se destaca la primera etapa; es decir el diseño, ya que como se puede apreciar presenta un NPR (Número de Prioridad de Riesgo) de 810, lo que indica que esta actividad necesita ser enfatizada a detalle, a razón de que el fallo de la misma desencadena los inconvenientes mostrados en la tabla, debido a que las medidas suelen llegar a alterarse en el proceso de ensamble a causa de efectos físicos o procedimientos técnicos inadecuados.

Las consecuencias de lo mencionado, se ven reflejados en los demás sistemas, ya que al no establecerse correctamente las medidas, los elementos podrían llegar a ofrecer resistencia para acoplarse unos a otros, dando como resultado unos NPR altos, como es el caso de la alteración de medidas en el chasis con un valor de 400; el desacople de la cadena con un valor de 540 en el sistema de transmisión y el desgaste inadecuado de los neumáticos que presenta un valor de 336 por fallas o deformaciones en las manguetas que determinan los ángulos de dirección.

El AMEF como se aprecia, es una herramienta muy útil para identificar las fallas resultantes del diseño y construcción en los vehículos karts; es por eso, que al seguir las recomendaciones sugeridas, según la bibliografía consultada, los recursos y presupuesto tenderán a disminuir en función de cada corrección y solución generada por los miembros del grupo encargados de la fabricación de este tipo de vehículos.

4.9 Pronóstico de resultados con la ejecución de 5S

Cuando se propone una idea innovadora en una empresa o grupo de trabajo, por lo general las dificultades radican en la poca o ninguna información que ésta posee para representar sus niveles de producción; es por esto, que se necesita realizar un pronóstico que avale las propuestas presentadas en este proyecto.

En este caso en particular, se recopilaron 30 resultados de empresas que han ejecutado 5S que se muestran a detalle en el anexo 2, generando disminución de tiempos y costos de producción. Esto servirá para dar una visión o perspectiva que se podría llegar a alcanzar con la ejecución de 5S en el Diseño y Fabricación de Vehículos ensamblados en la facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

En la siguiente tabla se presenta una recopilación en cuanto a disminución en porcentaje de tiempos y costos de producción en empresas a nivel mundial:

Tabla. 17 Resultados de la disminución de costos y tiempos de producción a nivel mundial con la ejecución de 5S.

Fuente: [Autores]

	Disminución de tiempos de producción	Disminución de costos de producción
CASO 1	94,9%	96%
CASO 2	23%	66,89%
CASO 3	28,57%	30,39%
CASO 4	19%	20%
CASO 5	42,51%	6,03%
CASO 6	32,5%	30,48%
CASO 7	44%	50%
CASO 8	16,6%	36,6%
CASO 9	14,63%	41,31%
CASO 10	18,33%	13,7%
CASO 11	15,66%	22,3%
CASO 12	35%	16,61%
CASO 13	18,72%	62,74%
CASO 14	78,96%	20,42%
CASO 15	16,56%	33,64%
CASO 16	68,75%	20,56%
CASO 17	73%	8,37%
CASO 18	17,70%	14,39%

CASO 19	7%	42,36%
CASO 20	12%	84,74%
CASO 21	34%	23,5%
CASO 22	40,16%	69,2%
CASO 23	26%	26%
CASO 24	79,25%	35%
CASO 25	25%	30%
CASO 26	85,47%	77,26%
CASO 27	74,66%	40,54%
CASO 28	12,89%	13,68%
CASO 29	19,82%	32,03%
CASO 30	26,56%	18,2%

En función a los resultados mostrados, se calcula la media aritmética o promedio con el fin de pronosticar la disminución de tiempos y costos de producción con la metodología propuesta, tal como lograron muchas empresas a nivel mundial. Finalmente, se calculará la varianza y desviación estándar para la validación de los datos.

4.9.1 Cálculo de la media aritmética o promedio de porcentaje de disminución de tiempos de producción.

Con los datos de la tabla anterior, se calcula la media aritmética o promedio de la disminución de tiempos de producción utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

Donde x_i representa cada uno de los valores de la muestra y n la cantidad de valores que posee la misma. (Walpole, Myers, L, & Ye, 2007)

Aplicando la fórmula anterior se determina que el promedio de disminución de tiempos de producción es de 0,36; es decir, una disminución estimada del 36%.

4.9.2 Cálculo de la media aritmética o promedio de porcentaje de disminución de costos de producción.

Con los datos de la tabla 4.8 y utilizando la fórmula (1) como en el caso anterior, se determina que la disminución de costos de producción es de 0,36; es decir, una disminución estimada del 36%.

4.9.3 Cálculo de la varianza de disminución de tiempos de producción.

Para la validación de la muestra indicada en la tabla 4.8, se calcula la varianza de los datos utilizando la ecuación establecida:

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

Donde x_i representa cada uno de los valores de la muestra; n , la cantidad de valores que posee la misma; y \bar{x} , la media aritmética o promedio de disminución de tiempos de producción. (Walpole, Myers, L, & Ye, 2007)

Reemplazando los datos en (2), obtenemos que la varianza de los datos de la muestra es de 0,06984.

4.9.4 Cálculo de la varianza de disminución de costos de producción.

Con los datos de la tabla 4.8 y utilizando la fórmula (2) como en el caso anterior, se determina que la varianza de costos de producción es de 0,05466.

4.9.5 Cálculo de la desviación estándar de disminución de tiempos de producción.

Como una forma más de validar los datos de la muestra de la tabla 4.8, se procede a calcular la varianza de los tiempos de producción con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (3)$$

Donde s^2 representa la varianza de los datos de disminución de tiempos de producción. (Walpole, Myers, L, & Ye, 2007)

Reemplazando los datos en (3), se calcula la desviación estándar de la disminución de tiempos de producción cuyo resultado es de 0,2642.

4.9.6 Cálculo de la desviación estándar de disminución de costos de producción.

Con los datos de la tabla 4.8 y utilizando la fórmula (3) como en el caso anterior, se determina que la desviación estándar de costos de producción es de 0,2338.

Las operaciones calculadas anteriormente, se realizaron con el fin de indicar qué beneficios se puede tener con la implementación de 5S en la línea de fabricación de karts, ya que la muestra de los datos utilizados es la recopilación de resultados que empresas a nivel mundial han obtenido luego de implementar la metodología mencionada, disminuyendo tiempos y costos de producción, representando ahorros significativos para cada una de las empresas donde se ejecutó 5S.

Los resultados indican que las 5S, al aplicadas dentro del área del grupo “Design & Manufacturing” disminuirá sus tiempos y costos de producción en un 36%, generando un ahorro importante de recursos para el grupo y Universidad Politécnica Salesiana. Además, con los bajos valores obtenidos de varianza y desviación estándar para la disminución de costos y tiempos de producción, se menciona que los resultados obtenidos son fiables, debido a la baja dispersión que presenta la muestra tomada, proporcionando confianza en el pronóstico para la aplicación de 5S en la fabricación de karts.

Cabe destacar, que para el proceso explicado anteriormente, se utilizó como criterio el Método de Delphi, el cual consiste en buscar información de empresas y profesionales expertos o eruditos en el tema para que de esta manera según el criterio de expertos y estudios previamente realizados se pueda predecir el comportamiento de un fenómeno o investigación futura, esto a través del análisis estadístico de las medias que en sí muestran valores puntuales de todo un grupo de estudios realizados.

Conclusiones

- Las herramientas “Lean Manufacturing” específicamente eliminan desperdicios a lo largo de una cadena de valor o proceso productivo, dentro de esta herramienta , una de muchas metodologías conocidas como las 5S aplicadas a la línea de fabricación de vehículos kart ayudarán a mantener cada herramienta, material e insumos en un lugar correspondiente asignadas para cada elemento.

- Con el uso de las 5S se pudo determinar los objetos que están ocupando lugar innecesario en el espacio designado para la fabricación de vehículos karts, con ello los responsables de esta área podrán tomar las acciones pertinentes para ver el destino final de los mencionados elementos. Además las 5S ayudarán a eliminar tiempos muertos en búsqueda de herramientas materiales e insumos debido a que cada elemento tendrá su ubicación adecuada.
- Con el uso de la metodología PDCA se podrá ir desarrollando la distribución de cada uno de los espacios de trabajo conjuntamente con el SLP ya que al planificar, desarrollar, controlar y actuar se podrá ir repitiendo de manera cíclica cada tarea con el fin de perseguir o cubrir los objetivos deseados e ir eliminando o corrigiendo errores.
- El VSM presentado inicialmente no guardaba tiempos que agreguen valor al proceso productivo, tampoco tiempos muertos y menos contaba con la relación manual entre operaciones. Sin embargo al plantear un segundo VSM se logró la relación manual entre operaciones y además se ubicó cada espacio de trabajo conforme a las correlaciones de operaciones, para que de esta manera se aligere el proceso productivo.
- La ejecución de las 3 primeras S ayudarán a adecuar el lugar de trabajo para que las tareas diarias en el área de trabajo sean más eficientes; sin embargo, el éxito de la metodología está en la cuarta y quinta S, debido a que éstas permitirán que lo logrado con las S anteriores se mantengan y obtengan una mejora continua con el tiempo transcurrido en los espacios de trabajo, ahorrando costos y tiempos de producción
- Gracias a la auditoría inicial realizada se logró identificar el espacio que era desperdiciado en la zona de trabajo al encontrarse en ella materiales inservibles que representaban el 21,88% del espacio total del área, lo que produce dificultad para la circulación de materiales, herramientas y personal dando como resultados el incremento en tiempos de producción.
- Los pronósticos realizados indican que con la ejecución de 5S, se podría llegar a disminuir un 36% en tiempos de producción y en costos de producción, lo que representa un claro justificativo respecto al beneficio de la aplicación de 5S para el grupo de “Design & Manufacturing” encargado del proceso de Diseño y Fabricación de Vehículos karts , lo que permitiría ensamblar

totalmente el vehículo kart y funcional con una disminución de 7 días del tiempo actual y además en costos representaría un ahorro de \$ 1431,42 por cada vehículo fabricado.

- La matriz AMEF permitió identificar las operaciones con mayor tendencia a incurrir en fallas en el proceso de diseño y fabricación de los vehículos kart, siendo la etapa de diseño la más crítica, lo que indica y responde el porque de las fallas en los demás sistemas, debido a que existirá un mal dimensionamiento del motor y ello dificulta la unión para acoplarse unos elementos a otros.

Recomendaciones

Para mejorar la movilidad de operarios materiales y herramientas las señaléticas adecuadas aligerarán desplazamientos a la hora de diseñar y construir vehículos kart, a más de contar con un espacio lo suficientemente necesario para efectuar cada una de las operaciones.

Al contar con el equipo de doblado, para angulaciones de los tubos del chasis del kart se evitará realizar estas operaciones fuera de los talleres de la universidad y se agilizarán procesos al eliminar tiempos muertos.

También con el correcto equipo de corte para generar las denominadas uniones “bocas de pescado” se protegerá la seguridad del operario al efectuar operaciones con las herramientas de corte correctas.

Trabajos futuros

Cabe la posibilidad de realizar un análisis de costos en el espacio designado para el diseño y construcción de vehículos kart aplicando manufactura esbelta.

Además para hacer más robusta las herramientas de las 5S aplicadas al área de karts se podrá incluir a detalle técnicas del AMEF y DFMA que guardarán historiales para corregir o solucionar problemas de manera inmediata.

ANEXO 1

ENCUESTA

La presente encuesta consiste en conocer el tiempo que le tomaría a usted ensamblar totalmente el vehículo kart dentro de la Universidad Politécnica Salesiana. Según su experiencia dentro del Grupo “Desing & Manufacturing” le solicitamos amablemente que conteste las siguientes preguntas, señalando el casillero correspondiente según su criterio.

Cuánto tiempo considera usted, tarda en realizar las siguientes actividades:

- 1. ¿Realizar el análisis FEM del chasis junto con el diseño completo del kart en un software CAD?**

7 días	<input type="checkbox"/>
10 días	<input type="checkbox"/>
15 días	<input type="checkbox"/>

- 2. ¿Imprimir los planos del vehículo kart una vez realizado todo el diseño?**

1:00 hora	<input type="checkbox"/>
2:00 horas	<input type="checkbox"/>
3:00 horas	<input type="checkbox"/>

- 3. ¿Realizar las mediciones, el cortado y doblado de los tubos del chasis para la fabricación del kart?**

24:00 horas	<input type="checkbox"/>
48:00 horas	<input type="checkbox"/>
72:00 horas	<input type="checkbox"/>

- 4. ¿Hacer el pre-ensamblaje del chasis (punteados de soldadura)?**

24:00 horas	<input type="checkbox"/>
48:00 horas	<input type="checkbox"/>
72:00 horas	<input type="checkbox"/>

- 5. ¿Efectuar el control de medidas una vez hecho el pre-ensamblaje del kart?**

1:00 hora	<input type="checkbox"/>
2:00 horas	<input type="checkbox"/>
3:00 horas	<input type="checkbox"/>

6. ¿Ejecutar el re-soldado del chasis del vehículo kart?

24:00 horas	<input type="checkbox"/>
48:00 horas	<input type="checkbox"/>
72:00 horas	<input type="checkbox"/>

7. ¿Ensamblar los elementos delanteros del vehículo kart como: la columna de dirección, volante, manguetas, bieletas de dirección y neumáticos?

4:00 horas	<input type="checkbox"/>
12:00 horas	<input type="checkbox"/>
24:00 horas	<input type="checkbox"/>

8. ¿Acoplar los porta-rodamientos y rodamientos, junto con el eje posterior?

2:00 horas	<input type="checkbox"/>
3:00 horas	<input type="checkbox"/>
4:00 horas	<input type="checkbox"/>

9. ¿Montar la porta-catalina y catalina?

2:00 horas	<input type="checkbox"/>
3:00 horas	<input type="checkbox"/>
4:00 horas	<input type="checkbox"/>

10. ¿Acoplar el soporte de la mordaza, mordaza, porta-disco y disco de freno?

2:00 horas	<input type="checkbox"/>
4:00 horas	<input type="checkbox"/>
6:00 horas	<input type="checkbox"/>

11. ¿Ensamblar las manzanas y neumáticos posteriores?

0,5:00 horas	<input type="checkbox"/>
1:00 hora	<input type="checkbox"/>
2:00 horas	<input type="checkbox"/>

12. ¿Montar el motor del kart?

1:00 hora	<input type="checkbox"/>
2:00 horas	<input type="checkbox"/>
3:00 horas	<input type="checkbox"/>

13. ¿Acoplar el sistema de transmisión (embrague, piñón y cadena)?

2:00 hora	<input type="checkbox"/>
4:00 horas	<input type="checkbox"/>
6:00 horas	<input type="checkbox"/>

14. ¿Conectar los pedales del acelerador y freno con el respectivo cableado o varillaje del mismo?

1:00 hora
2:00 horas
3:00 horas

15. ¿Fijar el asiento del kart?

0,5:00 horas
1 hora
2:00 horas

16. ¿Ensamblar las bases y parachoques?

1:00 hora
2:00 horas
3:00 horas

17. ¿Ejecutar el carenado sobre los plásticos del parachoque?

12:00 horas
24:00 horas
48:00 horas

18. ¿Efectuar la puesta a punto del vehículo kart?

2:00 horas
3:00 horas
4:00 horas

19. ¿Realizar las pruebas dinámicas?

2:00 horas
3:00 horas
4:00 horas

20. ¿Desensamblar los componentes del kart para pintar todos sus elementos?

2:00 horas
3:00 horas
4:00 horas

21. ¿Re-ensamblar el kart una vez pintados todos sus componentes y efectuar la puesta a puesto, con las respectivas pruebas dinámicas?

24:00 horas

48:00 horas

72:00 horas

GRACIAS POR SU TIEMPO

ANEXO 2

EJECUCIÓN DE 5S EN EMPRESAS A NIVEL MUNDIAL.

- 1. Implementación del método de las 5S en el Área de Corte de una empresa productora de calzado. Instituto Politécnico Nacional (México). Autores: Flores Franco Nayeli, Gutiérrez Gutiérrez Yadira Monserrat, Martínez Jantes Yuliana Jaqueline. Maycot Muñoz Mariana.** (Flores, Gutiérrez, Martínez, & Maycot, Implementación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado", 2015)

Este proyecto se realizó en una empresa productora de zapatos en Guanajuato, México. El problema radicaba en que la misma llevaba más de 75 años con el mismo procedimiento productivo y su producción iba disminuyendo paulatinamente con el tiempo; también, se percibían problemas de organización en las instalaciones, dando como resultado que se realizará la ejecución de 5S. (Flores, Gutiérrez, Martínez, & Maycot, Implementación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado", 2015)

Una vez ejecutadas las 5S, se empezó a palpar los resultados de lo realizado ya que las instalaciones estaban en mejores condiciones y los trabajadores realizaban su trabajo de manera más eficiente Esto generó que los tiempos de producción disminuyeran en un 94,9% y los costos en un 96%. (Flores, Gutiérrez, Martínez, & Maycot, Implementación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado", 2015)

- 2. Evaluación de la Metodología 5S implementada en el Área de Esmalte de una empresa manufacturera de Cocinas. Universidad de Guayaquil. Autor: Nicolás Arturo Arguello.** (Arguello, 2011)

La ejecución de 5S se realizó para una tesis de la Universidad de Guayaquil en una empresa manufacturera de cocinas en la ciudad de Guayaquil, ésta se desarrolló con el fin de disminuir los desperdicios que se producían en al área de fabricación y representaban el aumento de tiempos producción. (Arguello, 2011)

Los resultados obtenidos fueron una disminución de tiempos de producción del 23% y una disminución de costos en un 66,89%. (Arguello, 2011)

3. Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and safety in Caucho Metal Ltda. Revista Chilena de Ingeniería. Autores: Hernández Lamprea Eileen Julieth, Camargo Carreño Zulieth Melissa, Martínez Sánchez Paloma María Teresa. (Hernández, Camargo, & Martínez, 2014)

Un estudio realizado por la Revista de Ingeniería Chilena en Colombia para identificar si la metodología de las 5S pueden ser empleadas como herramientas que permita el aumento de la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial, demostró que las 5S pueden ser de gran ayuda para las PYME (Pequeñas y medianas empresas), ya que con la ejecución de la metodología mencionada las empresas disminuyeron sus tiempos y costos de producción en un 28,57% y 30,39%, demostrando que las empresas pueden verse muy beneficiadas gracias a la aplicación de 5S. (Hernández, Camargo, & Martínez, 2014)

4. Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el Área de Producción de la Empresa Rf Nike de la Ciudad de Jauja, 2017. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial (Perú). Autor: Anthony Denis Caballero León. (Caballero, 2017)

Ante los aumentos de costos en la producción, en la ciudad de Huancayo, Perú, la Universidad de los Andes realizó la ejecución de 5S para identificar si dicha metodología era eficaz para la disminución de tiempos de producción en la empresa RF Nike de la misma ciudad. Los datos mostraron que aplicando 5S, los tiempos y costos de producción aumentarían en un 19% y 20% respectivamente mostrando la eficacia de la misma para el mejoramiento de la producción de las mismas. (Caballero, 2017)

5. Análisis y Propuesta de mejora de procesos aplicando Mejora Continua, Técnica SMED, y 5S en una Empresa de Confecciones. Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú). Autor: Willy Enríquez Flores Phillips. (Flores W. , 2016)

Un estudio realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú sobre la factibilidad de la aplicación de 5S en una empresa de confecciones en Lima, demostró que al aplicar dicha metodología tendría un beneficio en cuanto a disminución de tiempos de producción del 42,51% y que podría ahorrar recursos o disminuir sus costos de producción en un 6,03%.

(Flores W. , 2016)

6. Implementación de la filosofía de las 5S y controles operacionales en el almacén de prendas en proceso, para optimizar la Gestión del Almacén en la Empresa Textiles Camones. Universidad Privada del Norte (Perú). Autor: Roger Gino de la Cruz López. (de la Cruz, 2016)

En una empresa de Gestión de textiles camones en Lima, Perú, se realizó las técnicas o metodología de las 5S para demostrar que la misma es una herramienta eficaz para aumentar la productividad disminuyendo los costos y tiempos de

producción. Los resultados fueron los esperados, ya que gracias a la ejecución de 5S la empresa obtuvo una disminución de tiempos y de costos de producción de 32,5% y 30,48% respectivamente. (de la Cruz, 2016)

7. Lean and Quality Management Integration: Improvement Program Implementation in a Service Company. Autores: Diogo Leitao, Teresa Pereira, Paulo Sampaio. (Leitao, Pereira, & Sampaio, 2014)

Un artículo realizado en Portugal quería estudiar el impacto que tendría la implementación de 5S en oficinas de trabajo. Un grupo de personas ejecutaron la metodología y los resultados fueron muy gratificantes, debido a los resultados que indicaron que con la ejecución de las 5S, las oficinas llegaban a presentar una disminución de tiempos de producción en un 44% y una disminución de costos del 50% mostrando lo eficaz que es la metodología antes mencionada. (Leitao, Pereira, & Sampaio, 2014)

8. The Impact of 5S on the safety climate of Manufacturing Workers. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. Autor: Siddarth Srinivasan. (Srinivasan, 2012)

Un artículo realizado en Luisiana, EE.UU, demostró la eficacia de la utilización de 5S en empresas manufactureras, ya que ejecutando la metodología de manera correcta, las empresas lograron beneficios en sus tiempos de trabajo logrando disminuirlos en 16,6% y ahorrando costos en un porcentaje del 36,6%. (Srinivasan, 2012)

9. Implementation of lean manufacturing in a food enterprises. Universidad Técnica del Ecuador. Autores: Jorge Viteri Moya, Edison Matute Déleg, Cristina Viteri Sánchez, Nadya Rivera Vásquez. (Viteri, Matute, Viteri, & Rivera, 2016)

Un artículo desarrollado en Quito en la UTE, dentro de una empresa alimenticia, demostró que con la aplicación de la metodología de 5S se puede tener grandes beneficios con respecto a la disminución de tiempos y costos de producción, ya que finalizada la ejecución de las 5S, se obtuvo una disminución del 14,63% en ciclos de trabajo y una disminución de costos del 41,31%. (Viteri, Matute, Viteri, & Rivera, 2016)

10. Lean Manufacturing in Micro and Small Enterprises (MSE): A Study in the Bakery Segment. Contribuições da Engenharia de Produção para melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. Autores: William de Paula Ferreira, Adriano Manicoba da Silva, Eugenio de Felice Zampini, Clayton de Oliveira Pires. (De Paula, Manicoba, De Felice, & Clayton, 2016)

La implementación de 5S ha tenido mucho éxito a nivel mundial, un ejemplo claro de esto es el proyecto realizado en una panificadora en Brasil, debido a los grandes resultados que se obtuvieron. La implementación de la metodología descrita alcanzó una reducción de tiempos de producción del 18,33% y una reducción de costos del 13,7%, evidenciando la eficacia de la metodología anteriormente mencionada. (De Paula, Manicoba, De Felice, & Clayton, 2016)

11. Análisis, diseño e implementación de mejora de procesos en una empresa de producción de cinta adhesiva. Universitat Politecnica de Valencia. Autor: Javier Tortajada Torralba. (Tortajada, 2016)

Un trabajo realizado en la Universidad de Valencia, España, demostró que ejecutando la metodología 5S en una empresa de cinta adhesiva se puede generar un ahorro de tiempos y costos de producción del 15,66% y 22,3% respectivamente. La investigación se realizó con el fin de identificar un proceso que ayude a disminuir recursos a la empresa, encontrando en el método descrito anteriormente una solución eficaz que se ve reflejada en los resultados obtenidos. (Tortajada, 2016)

12. Programa de Herramientas de mejora aplicado a un taller mecánico de autos de lujo. Universidad Mayor Nacional de San Marcos (Perú). Autor: Gian Marcos Guardia Villanueva. (Guardia, 2017)

La tesis realizada en un taller de autos de lujo por la Universidad Mayor Nacional de San Marcos en Lima, Perú, demuestra que la implementación de 5S en el campo automotriz es muy viable, debido a que gracias a la ejecución de 5S, la empresa obtuvo una disminución del 35% en tiempos de producción y un 16,61% de reducción en costos, mostrando la utilidad de esta metodología a la hora de ahorrar recursos para cualquier empresa. (Guardia, 2017)

13. Implementación de 5S como una Metodología de Mejora en una Empresa de Elaboración de Pinturas. Escuela Politécnica del Litoral. Autor: Carlos Guachisaca. (Guachisaca, 2009)

En la Escuela Politécnica del Litoral en Guayaquil, se desarrolló la implementación de 5S en una empresa de elaboración de pinturas. Los resultados obtenidos fueron muy beneficios para la empresa, debido a que ésta obtuvo una reducción de costos del 62,74% y una reducción de tiempos de producción del 18,72%, evidenciando los grandes resultados que se pueden obtener con la metodología de 5S. (Guachisaca, 2009)

14. Implementación de un sistema de mejora continua Kaizen, aplicado a la línea automotriz en una industria metalmecánica del norte del Cauca. Universidad de Buenaventura Cali (Colombia). Autores: Diana Stefanny Izquierdo Cardona, Sindy Tatiana Nieto Pizarro. (Izquierdo & Nieto)

La implementación de 5S en empresa ha demostrado ser muy eficaz y beneficiosa dentro de las organizaciones que la utilizan, un ejemplo claro de esto es la tesis realizada en la Universidad de San Buenaventura en Cali, Colombia, donde la 5S permitieron que una empresa de Metalmecánica aplicada al campo automotriz lograra conseguir los increíbles resultados de disminución de tiempos y costos de producción del 78,96% y 20,42% respectivamente, demostrando una vez más los beneficios que se pueden conseguir con la metodología propuesta. (Izquierdo & Nieto)

15. Planear una metodología con la cultura 5S para mejorar la productividad de una industria metalmecánica. Universidad de las Américas. Autor:

Mauricio José Bermeo González, Javier Pérez-Anda Dávalos. (Bermeo & Pérez-Anda, 2010)

Una tesis realizada en la Universidad de las Américas en Quito, ejecutó la metodología de 5S en una empresa industrial de Metalmecánica con el fin de aumentar la productividad de la misma. Los resultados obtenidos indicaron que con la metodología 5S se puede disminuir los tiempos de producción en un 16,56% y los costos de producción en un 33,64%, generando grandes ganancias a la empresa. (Bermeo & Pérez-Anda, 2010)

16. Implementación de las 5S para el incremento de la productividad en la empresa DLA Ingeniería y Construcción S.A.C., Huachipa-2017. Universidad César Vallejo (Perú). Autor: Ortiz Márquez Marilin. (Ortiz, 2017)

En la Universidad César Vallejo de Lima, Perú, se realizó una tesis en la que describía el proceso de implementación de 5S en una empresa de Ingeniería y Construcción con el fin de aumentar la productividad de la misma. Los resultados alcanzados fueron una disminución de tiempos y costos del 68,75% y 20,56%, resultados muy satisfactorios para la empresa que permitieron el aumento de su producción. (Ortiz, 2017)

17. Mejoramiento de la productividad en la empresa Inducero Cia. Ltda. En base al desarrollo e Implementación de la metodología 5S y VSM, Herramientas del Lean Manufacturing. Escuela Politécnica de Chimborazo. Autores: Concha Guaila Jimmy Gilberto, Barahona Defaz Byron Iván. (Concha & Barahona, 2013)

Con el objetivo de conseguir un mejoramiento en la productividad de una Empresa de Acero la Escuela Politécnica de Chimborazo en Riobamba ejecutó la metodología de 5S para conseguir dicho objetivo. Los resultados alcanzados fueron buenos, debido a la disminución en los costos y tiempos de producción en un 8,37% y 73%, dejando satisfechos y con buenas remuneraciones económicas a los propietarios. (Concha & Barahona, 2013)

18. Metodología 5S y Estudio del Área de Producción de Lim Fresh. Universidad Central del Ecuador. Autor: Luisiana Excela Chávez Torres. (Chávez, 2013)

Una tesis realizada en la Universidad Central del Ecuador en Quito, implementó 5S en una empresa industrial para mejorar la realización de las actividades en el área de producción de la misma. Con 5S, la empresa consiguió disminuir sus tiempos y costos de producción en un 17,70% y 14,39% respectivamente, consiguiendo así que las actividades en el área de producción se realicen de manera más eficiente, logrando además beneficios económicos importantes para la empresa. (Chávez, 2013)

19. Propuesta para implementar metodología 5S en el proceso de elaboración del pan baguette en un microempresa. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Mery Elizabeth Peña Gómez. (Peña, 2016)

La implementación de 5S es una metodología que ha logrado beneficios para muchas empresas a nivel mundial. Un ejemplo claro de esto se demostró con la ejecución de ésta en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en una panadería en la ciudad de La Libertad, en la cual con la ejecución de 5S la panadería en cuestión llegó a disminuir sus tiempos de producción en 7%, disminuyendo así sus costos de producción en 42,36%. (Peña, 2016)

20. Mejoramiento mediante herramientas de la Manufactura Esbelta en una empresa de confecciones. Universidad de San Buenaventura de Cali (Colombia). Autores: Natalia Marmolejo, Ana Milena Mejía, Ileana Gloria Pérez-Vergara, José A. Rojas, Mauricio Caro. (Marmolejo, Mejía, Ileana, Rojas, & Caro, 2014)

Un artículo realizado en la Universidad de Buenaventura en Cali, Colombia, realizó una implantación de 5S en una empresa de confecciones, en la cual obtuvo una disminución de tiempos y costos de producción del 12% y 84,74% respectivamente, consiguiendo beneficios económicos importantes para la empresa en donde se realizó este proyecto. (Marmolejo, Mejía, Ileana, Rojas, & Caro, 2014)

21. Modelo para la Implementación de Técnicas de Lean Manufacturing en una Empresa del sector de las Artes Gráficas. UPM (España). Autor: Aránzazu Iglesias Yagüe. (Iglesias, 2016)

Un artículo desarrollado en España utilizó Lean Manufacturing en la que está incluida la filosofía de 5S. El objetivo de este trabajo era aumentar la competitividad de una empresa de artes gráficas para aumentar sus ingresos. Una vez desarrollado el Lean, la empresa obtuvo un beneficio en cuanto a disminución de tiempos y costos de producción del 34% y 23,5%, dando como resultado que los resultados obtenidos sean satisfactorios para la empresa. (Iglesias, 2016)

22. Análisis y Propuesta de mejora del proceso de Manufactura de productos de Línea Blanca utilizando la metodología Kaizen. Universidad Iberoamérica (México). Autor: Clemente Pérez Montiel Gómez. (Montiel, 2014)

En la Universidad de Iberoamérica de México, se desarrolló la implementación de metodología de 5S en una empresa de línea blanca con el fin de aumentar su productividad. Una vez ejecutada la metodología, los resultados obtenidos fueron muy buenos, ya que se logró disminuir los tiempos y costos de producción en un 40,16% y 69,2% respectivamente, beneficiando económicamente a la empresa donde se realizó el proyecto. (Montiel, 2014)

23. Análisis del Impacto en la aplicación de las metodologías de las Manufactura Esbelta en las pymes de la región centro de Coahuila. Revista Global de Negocios (México). Autores: Edith Meléndez López, Felipe Jiménez Zavala, David Cortes Guerrero, Sandra Lilia Jasso Ibarra. (Meléndez, Jiménez, Cortes, & Jasso, 2016)

Un artículo realizado en México, en la región centro de Coahuila, tenía por objetivo identificar los beneficios que generaba la implementación de manufactura esbelta que

conlleva la aplicación de 5S dentro de su filosofía en las pymes del centro de la ciudad, los resultados demostraron que en promedio todas las organizaciones presentaban una disminución de tiempos y costos de producción del 26%, demostrando que es factible la utilización de esta metodología en otras empresa de la región. (Meléndez, Jiménez, Cortes, & Jasso, 2016)

24. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? Ingeniería Industrial (Venezuela). Autores: José Vargas-Hernández, Gabriela Murutalla-Bautista, María Jiménez-Castillo. (Vargas, Murutalla, & Jiménez, 2016)

Un artículo realizado en Venezuela, tenía el objetivo de identificar si la aplicación de manufactura esbelta aumentaba la eficiencia de los procesos de producción en empresas nacionales. Los resultados indicaron que la empresas donde se ejecutó dicha metodología había alcanzado una disminución de tiempos de producción del 79, 25% y una reducción en costos del 35% aproximadamente, evidenciando la eficacia y rentabilidad que genera en las empresas la aplicación de esta metodología. (Vargas, Murutalla, & Jiménez, 2016)

25. Sistemas de Producción Competitivos mediante la Implementación de la herramienta Lean Manufacturing. Ciencias Económico Administrativas del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia (México). Autores: José Vargas-Hernández, Gabriela Murutalla-Bautista, María Jiménez-Castillo. (José, Murutalla, & Jiménez, 2018)

La implementación de la metodología de mejora continua Lean Manufacturing ha generado grandes beneficios en empresas a nivel mundial. Es por eso, que un artículo realizado en Morelia, México, identificó que las organizaciones que ejecutaba esta metodología llegaban a disminuir en gran porcentaje sus tiempos y costos de producción. En el caso particular de la empresa donde se realizó el proyecto, ésta consiguió disminuir sus tiempos y costos de producción en un 25% y 30% respectivamente, generando ganancias palpables a mediano plazo para la empresa. (José, Murutalla, & Jiménez, 2018)

26. Propuesta de Mejora haciendo uso de herramientas de Manufactura Esbelta en el proceso de pre entrega de vehículos en una Empresa Importadora, Comercializadora y Distribuidora de autos en Chile. Autores: Evelyn Cristina Calle Oré, Yazmín Zaida Paredes Núñez. (Calle & Paredes, 2017)

La manufactura esbelta es un conjunto de herramientas o filosofías que proporcionan a las empresas estrategias para poder aumentar su productividad o competencia en el mercado que está directamente relacionadas con las 5S. El siguiente trabajo trata de la aplicación de Manufactura Esbelta en el proceso de pre-entrega de vehículos en una empresa de Chile realizado por la Escuela de Ingeniería Industrial de Arequipa, Perú. El objetivo de la investigación era mejorar los procesos de producción disminuyendo los costos y tiempos de producción. Los resultados obtenidos indicaron que la empresa consiguió disminuir sus tiempos de producción en un 85,47% y sus costos en un 77,26%. (Calle & Paredes, 2017)

27. Implementación de Técnicas de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado. Universidad de San Carlos de Guatemala (Guatemala). Autor: Andrés Eduardo Hernández de los Santos. (Hernández A. , 2010)

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala, se realizó una tesis con el fin de aumentar la productividad con Manufactura Esbelta de una planta de producto terminado. Ejecutada la metodología, la empresa consiguió una disminución de tiempos y costos de producción del 74,66% y 40,54% respectivamente, generando que la productividad aumenta de manera muy significativa gracias a la implementación de manufactura esbelta. (Hernández A. , 2010)

28. Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la Manufactura Esbelta. Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú). Autor: Frank Pablo Córdova Rojas. (Córdova, 2012)

Esta tesis fue desarrollada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en una empresa metalmecánica de la ciudad de Lima, donde se buscaba pronosticar el mejoramiento en el proceso de fabricación de spools usando manufactura esbelta. Los resultados estimaron que con la ejecución de la metodología antes mencionada la empresa disminuiría sus tiempos de producción en un 12,89% y sus costos en un 13,68%, dando como resultado un ahorro de recursos a futuro. (Córdova, 2012)

29. Propuesta para la Implementación de Técnicas de Mejoramiento basadas en la filosofía de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la Empresa Inversiones CNH S.A.S. Pontificia Universidad Javeriana (Colombia). Autor: Jorge Alexander Silva Franco. (Silva, 2013)

Para incrementar la productividad de una empresa de suelas de zapatos, la Universidad de la Salle de Bogotá, Colombia, realizó una tesis donde buscaba aumentar la productividad en el proceso de fabricación de la misma. La metodología aplicada fue 5S, que forma parte de Lean Manufacturing. Los resultados obtenidos fueron una disminución de tiempos de producción del 19,82% y una disminución de costos del 32,03%, reflejando que el objetivo se cumplió de manera aceptable dentro de la empresa. (Silva, 2013)

30. Propuesta para implementar herramientas de Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la Fábrica de Almojábanas El Goloso. Universidad de la Salle (Colombia). Autores: Nelson Ricardo Uмба Rodríguez, Jesús David Duarte Cordon. % (Uмба & Duarte, 2017)

Una tesis realizada en la Universidad de la Salle de Bogotá, Colombia, se implementó como parte de la ejecución de Manufactura Esbelta la filosofía de 5S. Las 5S se desarrollaron en una empresa de Almojábanas con el fin de disminuir los tiempos de producción. Los resultados obtenidos demostraron que la empresa disminuyó sus

tiempos de producción en un 26,56%, dando como resultado que sus costos de producción también disminuyan en un 18,2% (Umba & Duarte, 2017)

ANEXO 3

En este anexo se indica el estado actual del espacio para el diseño y construcción de vehículos karting y se proyecta con el estado que se pretende alcanzar con la propuesta.



*Imagen. 6 Estado Actual de los espacios de trabajo.
Fuente: [Autores]*

En la imagen anterior se aprecia la desorganización del espacio de trabajo es por esto que con la propuesta sugerida el espacio quedaría de la siguiente forma:



*Imagen. 7 Propuesta de distribución de áreas de trabajo con 5S.
Fuente: [Autores]*

BIBLIOGRAFÍA

- Ameya, C. (12 de Julio de 2018). *Implementing the 5S Methodology for Lab Management in the quality assurance Lab of a Flexible Packaging Converter*. Obtenido de Implementing the 5S Methodology for Lab Management in the quality assurance Lab of a Flexible Packaging Converter Web site: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.390.1733&rep=rep1&type=pdf>
- Arce Lazo, I. (12 de Julio de 2018). *Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de calandria en zeta de la empresa continental Tire Andina S.A.* Obtenido de Propuesta para la implementación de la estrategia de manufactura Kanban en el área de calandria en zeta de la empresa continental Tire Andina S.A Web site: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8900/1/UPS-CT005122.pdf>
- Arguello Rosero, N. (12 de Julio de 2011). *Evaluación de la Metodología 5S implementada en el área de esmalte de una empresa manufacturera de Cocinas*. Obtenido de Evaluación de la Metodología 5S implementada en el área de esmalte de una empresa manufacturera de Cocinas Web site: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2134/1/1071.pdf>
- Arguello, N. (13 de Diciembre de 2011). *Evaluación de la metodología 5S impementada en la área de Esmalte de una Empresa Manufacturera de Cocinas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2134/1/1071.pdf>
- Benavides, K., & Castro, P. (12 de Julio de 2010). *Diseño e Implementación de un programa de 5S en industrias Metalmeccánicas San Judas Ltda.* Obtenido de Diseño e Implementación de un programa de 5S en industrias Metalmeccánicas San Judas Ltda Web site: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1129/1/339-%20TTG%20-%20DISE%20C3%91O%20E%20IMPLEMENTACI%20C3%93N%20DE%20UN%20PROGRAMA%20DE%205S%20EN%20INDUSTRIAS%20METALMECC%20C3%81NICAS%20SAN%20JUDAS%20LTDA..pdf>
- Bermeo, M., & Pérez-Anda, J. (2010). *Planear una metodología con la cultura 5S para mejorar la productividad de una industria Metalmeccánica*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4163>
- Caballero, A. (2017). *Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa RF Nike de la ciudad de Jauja, 2017*. Obtenido de <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/221/Anthony%20Denis%20Caballero%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabrera Calva, R. C. (21 de Julio de 2018). *Value Stream Mapping- Análisis de la CadenadeValor*. Obtenido de TPS Mapeo del flujo de información y

materiales: <https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>

Calle, E., & Paredes, Y. (Octubre de 2017). *Propuesta de mejora haciendo uso de herramientas de Manufactura Esbelta en el proceso de pre-entrega de vehículos en una Empresa Importadora, Comercializadora y Distribuidora de autos en Chile*. Obtenido de http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15488/1/CALLE_OR%C3%89_EVE_PRO.pdf

Chávez, L. (20 de Mayo de 2013). *Metodología 5S y estudio de trabajo del área de producción de Lim Fresh*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2355/1/T-UCE-0017-54.pdf>

Concha, J., & Barahona, B. (2018 de Octubre de 2013). *Mejoramiento de la productividad de la empresa Induacero Cia.Ltda. En base al Desarrollo e Implementación de la metodología 5S y VSM, herramientas del Lean Manufacturing*. Obtenido de <https://docplayer.es/9612137-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-escuela-de-ingenieria-industrial.html>

Córdova, F. (3 de Febrero de 2012). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica uasando la Maunfactura Esbelta*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4712/CORDOVA%20FRANK%20FABRICACION%20SPOOLS%20EMPRESA%20METALMECANICA%20MANUFACTURA%20ESBELTA.pdf?sequence=3>

de la Cruz, R. (2016). *Implemetación de la filosofía de las 5S y cosntroles operacionales en el almacen de prendas en proceso, para optimizar la gestión del almacén en la empresa textiles camones*. Obtenido de http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10870/T055_43029049_T.pdf?sequence=1

De Paula, W., Manicoba, A., De Felice, E., & Clayton, D. O. (6 de Octubre de 2016). *Lean Manufacturin in Micro and Small Enterprise (MSE): A Study in the Bakery Segment*. Obtenido de http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_316_29327.pdf

Escribano, G. (06 de Julio de 2018). *Así es la fábrica de coches mas grande del mundo*. Obtenido de Así es la fábrica de coches mas grande del mundo Web site: <http://www.expansion.com/2012/01/24/empresas/auto-industria/1327426336.html>

Flores Hernández, D. (2012). *d-flores.wdfiles.com*. Obtenido de <http://d-flores.wdfiles.com/local--files/mecatronica-viii/DFMA-2012.pdf>

Flores, D. (Noviembre de 2009). *Implementación del Método de Diseño para la Manufactura y Ensamble (DFMA) en la Manufactura de moldes para inyección de colada fría de termoplásticos*. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7903/2404_tesis_Diciembre_2010_1582301845.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Flores, N., Gutiérrez, Y., Martínez, Y., & Maycot, M. (16 de Mayo de 2015). *Implementación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado*". Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14179/DOCUMENTO-PROYECTO-FINAL.PDF?sequence=2&isAllowed=y>
- Flores, N., Gutiérrez, Y., Martínez, Y., & Maycot, M. (12 de Julio de 2015). *Implmentación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado*. Obtenido de Implmentación del método de las 5Sen el área de corte de una empresa productora de calzado Web site: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14179/DOCUMENTO-PROYECTO-FINAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Flores, W. (13 de Diciembre de 2016). *Análisis y Propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica smed, y 5S, en una empresa de confecciones* . Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9706/FLORES_WLLY_PROCESOS_MEJORA_SMED_5S_CONFECCIONES.pdf?sequence=1
- Galeón.com. (4 de Julio de 2018). *Historia de Karting*. Obtenido de Historia de Karting Web site: http://kartingmotor.galeon.com/historia_karting.htm
- Gestión, C. &. (12 de Julio de 2018). *Ciclo PDCA estrategia para una mejora continua*. Obtenido de Ciclo PDCA estrategia para una mejora continua Web site: http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html
- Goncalves, R. (06 de Julio de 2018). *Breve historia del ensamblaje automotriz*. Obtenido de Breve historia del ensamblaje automotriz Web site: <https://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/breve-historia-del-ensamblaje-automotriz/>
- Guachisaca, C. (2009). *Implementación de 5S como una metodología de mejora en una empresa de Elaboración de Pinturas*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13458/3/Implementaci%C3%B3n%20de%205S.pdf>
- Guardia, G. M. (2017). *Programas de herramientas de mejora aplicado a un taller mecánico de autos de lujo*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6467/Guardia_vg.pdf?sequence=1
- Hernández Matías, J. C. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: FSC.
- Hernández, A. (Julio de 2010). *Implementación de Técnicas de Manufactura Esbelta(Lean Manufacturing), en una planta de empaque de producto terminado*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2235_IN.pdf

- Hernández, E., Camargo, Z., & Martínez, P. (23 de Mayo de 2014). *Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional, y seguridad industrial en la empresa Cauchometal Ltda.* Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/772/77233740013.pdf>
- ICICM. (2010). *icicm.com*. Obtenido de <http://www.icicm.com/files/CurAMEF.pdf>
- Iglesias, A. (Julio de 2016). *Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en una empresa del sector de artes gráficas.* Obtenido de http://oa.upm.es/43784/1/TFG_ARANZAZU_IGLESIAS_YAGUE.pdf
- Immonen, N. (12 de Julio de 2018). *Implementation of 5S Methodology.* Obtenido de Implementation of 5S Methodology Web site: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110112/Niko_Immonen.pdf?sequence=1
- Instituto Politécnico, N. (05 de Julio de 2018). *Metodología de las 5S.* Obtenido de Metodología de las 5S Web site: <http://www.ipn.mx/dse/intra/Documents/pdfs/Material5s.pdf>
- Izaguirre, J., & Parraga, M. (2017). Aplicación de las metodologías 8D y AMFE para reducir fallos en una fábrica de refrigeradoras. *DATA Revista de Investigación*, 69.
- Izquierdo, D., & Nieto, S. (s.f.). *Implementación de un sistema de mejora continua Kaizen, aplicado a la línea automotriz en una industria Metalmecánica del norte del Cauca.* Obtenido de https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2197/1/Implementacion_Kaizen_Automotriz_Metalmeccanica_Cauca_Izquierdo_2013.pdf
- Jara Verdugo, M. (12 de Julio de 2012). *Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la seccion metal mecánica, fábrica Induglob .* Obtenido de Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la seccion metal mecánica, fábrica Induglob Web site: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2650/14/UPS-CT002443.pdf>
- José, V., Murutalla, G., & Jiménez, M. T. (11 de Junio de 2018). *Sistemas de Producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing.* Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=45&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj89KGv_ZfeAhXqxIkKHTEhCUI4KBAWMAR6BAGEEAI&url=https%3A%2F%2Frevistas.unlp.edu.ar%2FCADM%2Farticle%2Fdownload%2F2883%2F4104%2F&usg=AOvVaw2mi0gBVETM1P0TtLickYsC
- Juárez Gómez, C. V. (6 de Julio de 2018). *Propuesta para implementar metodología 5S'S en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS.* Obtenido de Propuesta para implementar metodología 5S'S en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS Web site: <https://www.uv.mx/gestion/files/2013/01/CARLA-VIOLETA-JUAREZ-GOMEZ.pdf>

- Leitao, D., Pereira, T., & Sampaio, P. (2014). *Lean and Quality Integration: Improvement Program Implementation a Service Company*. . Obtenido de https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/36270/1/Artigo_DIOGO%20LEITAO%20v5.pdf
- Marmolejo, N., Mejía, A., Ileana, P., Rojas, J., & Caro, M. (27 de Agosto de 2014). *Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta*. Obtenido de <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/download/695/715>
- Martínez, C. (Julio de 2004). *Implementación de un modo y efecto de falla en una línea de manufactura para juguetes*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/1522/1/1020150046.PDF>
- Meléndez, E., Jiménez, F., Cortes, D., & Jasso, S. (2016). *Análisis del impacto en la aplicación de las metodologías de la manufactura esbelta en las pymes de la región centro de Coahuila*. Obtenido de <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/ibf/rnego/rgn-v4n1-2016/RGN-V4N1-2016-8.pdf>
- Metodoss. (12 de Julio de 2018). *Metodología PDCA -Ciclo Deming*. Obtenido de Metodología PDCA -Ciclo Deming Web site: <https://metodoss.com/metodologia-pdca-ciclo-shewhart-deming/>
- Montiel, C. (2014). *Análisis y propuesta del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen*. Obtenido de <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015814/015814.pdf>
- Müller, J. (12 de Julio de 2018). *Sistema de producción Toyota o manufactura esbelta*. Obtenido de Sistema de producción Toyota o manufactura esbelta Web site: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1830/02-Cap%20%20Sistema%20de%20producci%C3%B3n%20Toyota%20o%20manufactura%20esbelta%20FINAL.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Muñoz Nebot, C. (12 de Julio de 2018). *Implantación de la Metodología 5S en una Oficina del Registro de la Propiedad en Valencia*. Obtenido de Implantación de la Metodología 5S en una Oficina del Registro de la Propiedad en Valencia Web site: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30244/fichero/CARLOS+MU%C3%91OZ+NEBOT_PFC.pdf
- Muther, R. (1970). *Distribucion en planta*. Barcelona: Hispano Europea.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona: Hispano Europa.
- Nagua, E. (12 de Julio de 2016). *Implementación de metodología de 5S para optimizar la logística de micro pequeñas empresas constructoras de la ciudad de Machala*. Obtenido de Implementación de metodología de 5S para optimizar la logística de micro pequeñas empresas constructoras de la ciudad de Machala Web site: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7936/1/TTUAIC_2016_IC_CD0033.pdf

- Ortiz, M. (2017). *Implementación de las 5S para el incremento de la productividad en la empresa DLA Ingeniería y Construcción S.A.C., Huachipa-2017*. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1731/Ortiz_MM.pdf?sequence=1
- Pacheco, M. (6 de Julio de 2018). *El ensamblaje de autos tiene nuevos actores*. Obtenido de El ensamblaje de autos tiene nuevos actores Web site: <https://www.revistalideres.ec/lideres/ensamblaje-autos-nuevos-actores-produccion.html>
- Peña, M. (Septiembre de 2016). *Propuesta para implementar metodología 5S en el proceso de elaboración de baguette en una microempresa*. Obtenido de 24. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12961/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prodintec, F. (2014). *Diseño para fabricación y ensamblaje*. Obtenido de http://www.prodintec.es/attachments/article/272/fichero_15_4333.pdf
- Riera, A., & Roman, F. (12 de Julio de 2018). *Asesoría administrativa basada en las 5S Japonesas*. Obtenido de Asesoría administrativa basada en las 5S Japonesas Web site: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/688/13/UPS-CT001712.pdf>
- Salazar González, F. (04 de Julio de 2018). *Análisis de un Kart de competición y de sus componentes*. Obtenido de Análisis de un Kart de competición y de sus componentes Web site: <https://zagan.unizar.es/record/5673/files/TAZ-PFC-2011-125.pdf>
- Salazar, B. (2016). *INGENIERIAINDUSTRIALONLINE.COM*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Silva, J. (Junio de 2013). *Propuesta para la Implementación de Técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapato en la Empresa Inversiones CNH S.A.S.*
- Silva, J. (Junio de 2013). *Propuesta para la Implementación de Técnicas de mejoramiento basadas en la filosofía Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del proceso de fabricación de suelas para zapatos en la Empresa Inversiones CNH S.A.S.* Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10288/SilvaFranc oJorgeAlexander2013.pdf;sequence=1>
- Srinivasan, S. (Diciembre de 2012). *The impact of 5S on the safety climate of manufacturing workers*. Obtenido de https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1395&context=gradschool_theses

- Tortajada, J. (2016). *Análisis, diseño e implementación de mejora de procesos en una empresa de producción de cinta adhesiva*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68750/48589118P_TFG_14676513946121302346972158670369.pdf?sequence=2
- Umba, N., & Duarte, J. (Julio de 2017). *Propuesta para implementar Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la Fábrica de Almojábanas El Goloso*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10288/SilvaFranc oJorgeAlexander2013.pdf;sequence=1>
- Vargas, J., Murutalla, G., & Jiménez, M. (28 de Noviembre de 2016). *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?* Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/volv-n17/art10.pdf>
- Viteri, J., Matute, E., Viteri, C., & Rivera, N. (29 de Marzo de 2016). *Implementation of lean manufacturing in a food enterprise*. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2016/1783-1459792215.pdf>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., L, M. S., & Ye, K. (2007). *Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson.
- Yugcha, I., & Stramh, F. (12 de Julio de 2018). *Implementación de las 5S en la sección de taller industrial y la sección de mantenimiento hidráulico de grúas y canastillas de la división de servicios generales de la empresa eléctrica Quito S.A*. Obtenido de Implementación de las 5S en la sección de taller industrial y la sección de mantenimiento hidráulico de grúas y canastillas de la división de servicios generales de la empresa eléctrica Quito S.A Web site: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2620/8/UDLA-EC-TIPI-2011-02.pdf>
- Zapata, D., & Guzmán, M. (2012). *Biblioteca Digital de San Buenaventura Seccional de Medellín*. Obtenido de https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1091/1/Implementacion_Metodologia_5S_Zapata_2012.pdf