

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE LEAN SERVICE Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL
PROCESO DE REPARACIÓN EN RADIADORES
ALVITES E.I.R.L.”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autora:

Paola Lisseth Mendoza Guevara

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones

<https://orcid.org/0000-0003-2228-0026>

Cajamarca - Perú

2023

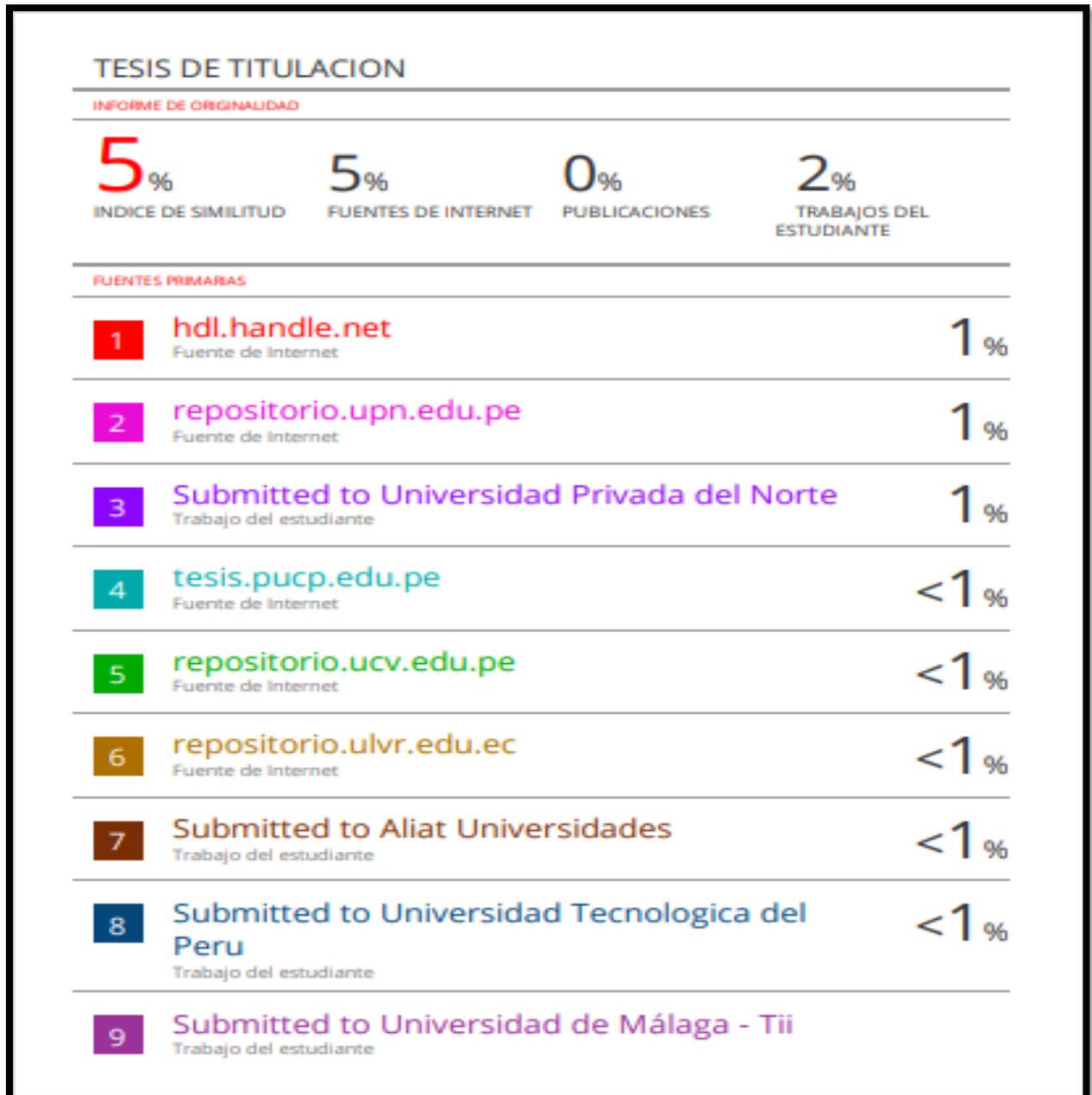
JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Luis Roberto Quispe Vásquez	26716258
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ana Rosa Mendoza Azañero	45512232
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	María Elena Vera Correa	40012835
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la oportunidad de alcanzar un nuevo logro y la capacidad de salir de cada una de las dificultades. A mis padres y mi hermana, por su amor y soporte incondicional en cada proceso de mi vida.

Paola Mendoza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y mi familia por ser el motor de cada uno de mis emprendimientos. A cada uno de los docentes de UPN que han sido parte de mi formación, en especial a mi asesor Ing. Elmer Aguilar Briones. Así como, a cada persona que he conocido, que comparten conmigo su experiencia y consejos.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS	24
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	101
REFERENCIAS	105
ANEXOS	108

Índice de tablas

Tabla 1	18
Tabla 2	19
Tabla 3.....	25
Tabla 4.....	26
Tabla 5	29
Tabla 6	34
Tabla 7	35
Tabla 8	38
Tabla 9	41
Tabla 10.....	43
Tabla 11	44
Tabla 12	47
Tabla 13.....	48
Tabla 14.....	49
Tabla 15.....	52
Tabla 16	53
Tabla 17	54
Tabla 18	55
Tabla 19	56
Tabla 20.....	57
Tabla 21.....	62
Tabla 22.....	64
Tabla 23	78
Tabla 24	81
Tabla 25	83
Tabla 26	83
Tabla 27	84

Tabla 28	85
Tabla 29	86
Tabla 30	89
Tabla 31	90
Tabla 32	91
Tabla 33	92
Tabla 34	96
Tabla 35	96
Tabla 36	97
Tabla 37	97
Tabla 38	97
Tabla 39	98
Tabla 40	98
Tabla 41	98
Tabla 42	98
Tabla 43	99
Tabla 44	99
Tabla 45	100

Índice de figuras

Figura 1 Equipo Radiadores Alvites E.I.R.L.....	24
Figura 2 Ubicación Radiadores Alvites E.I.R.L.....	24
Figura 3 Ishikawa elaborado para movimientos.....	27
Figura 4 Ishikawa elaborado para movimientos.....	32
Figura 5 Diagrama de Operaciones Reparación Simple.....	40
Figura 6 VSM Reparación simple Actual.....	43
Figura 7 Diagrama de Operaciones Reparación Compleja	45
Figura 8 VSM Reparación simple Actual.....	48
Figura 9 ISHIKAWA TRANSPORTE	49
Figura 10 Diagrama espaguete actual para ambos tipos de reparación	51
Figura 11 Diseño de la propuesta	58
Figura 12 Evaluación De 5 S previo diseño	59
Figura 13 % Cumplimiento 5 S.....	60
Figura 14 Puntos posibles	60
Figura 15 Modelo de Tarjeta Roja.....	61
Figura 16 Señalización de Área Soldadura.....	62
Figura 17 Croquis con Herramientas de limpieza	63
Figura 18 Formato evaluación de limpieza	65
Figura 19 Procedimiento 5S-1.....	66
Figura 20 Procedimiento 5S-2.....	67
Figura 21 Diseño Layout	68
Figura 22 Nuevo Diagrama de Espaguete	69
Figura 23 Tablero Kanban.....	70
Figura 24 Modelo llave para regular el paso del oxígeno	71
Figura 25 Llave para reducir el consumo del gas	72
Figura 26 Interruptor Diferencial.....	73
Figura 27 Herramientas sin clasificar	75

Figura 28 Herramientas Oxidadas	75
Figura 29 Carrito móvil	76
Figura 30 Caja de herramientas	76
Figura 31 Estante Organizador	77
Figura 32 Operario Limpiando.....	77
Figura 33 Operario Aplicando Clasificación	78
Figura 34 VSM REPARAICÓN SIMPLE MEJORADO	82
Figura 35 VSM Reparación mejorada	84
Figura 36 Flujo de Caja	100

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar y diseñar un plan de mejora haciendo uso de la metodología lean orientando a servicios en el taller especialidad Radiadores Alvites en la ciudad de Cajamarca con el fin de que la empresa mejore su servicio de reparaciones de radiador, mejore la productividad del taller.

La hipótesis que se planteo es ver si al diseñar las herramientas de Lean servicie en la empresa los procesos tendrán menos demoras y la empresa obtendrá mayores ingresos económicos y físicos, además se hizo el estudio que Cajamarca es una ciudad que dispone de un parque automotor elevado.

La metodología que se utilizo fue una investigación es No experimental, Y según su fin esta investigación es exploratoria ya que se conoce poco sobre el Lean Service. Se aplicó una entrevista como fuente primaria para obtener información, luego la observación directa para poder identificar el cuello de botella que participan toda la línea de servicio de la reparación de radiadores.

Tras el estudio realizado se concluyó que esta investigación incrementa su productividad al usar la metodología lean, a su vez mejora el servicio y se eliminan las demoras por parte del taller donde los indicadores económicos son favorables obteniendo Del análisis del costo beneficio se tiene un VAN de S/. 36,515.51 que representa lo que se va a ganar con esta inversión proyectados a 5 años siendo este valor mayor a 0, y un TIR de 43% mayor a la tasa de la entidad financiera y u n IR de 1.94 lo que quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.94, siendo mayor a 1, lo que indica que es un proyecto rentable.

PALABRAS CLAVES: Lean Service, Layout, Productividad

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, la industria automotriz es de las más relevantes, puesto que, para muchas de las personas el tener un auto se ha convertido en parte de su día a día. Es conocido también que para cada persona y sus necesidades existe un vehículo, desde el hecho de transportarse al trabajo hasta una actividad para romper la rutina como viajar. De acuerdo con Mitsubishi Motors (2019) Un auto te ayuda a movilizarte de un lugar a otro sin los problemas que miles de usuarios de transporte público deben enfrentar; como retrasos para llegar a su destino, subir a vehículos con exceso de pasajeros, falta de comodidad y seguridad, entre otros.

En el Perú, un sector importante es el automotor, ya que permite que se desarrollen distintos tipos de empresas dentro de él, como es el caso de los talleres mecánico. Se leen opiniones como la del Economista (2018): “si bien la venta de autos nuevos se ha estancado en los últimos meses no así las actividades relacionadas con el mantenimiento y los repuestos, porque los que ya tienen autos o los venden requieren repuestos, así como mantenimiento.”

De la opinión anteriormente citada, se desprende que la industria automotriz da apertura a los talleres o actividades diferenciadas o conocidas como de especialidad, en los cuales las actividades se centran en el mantenimiento, reparación de partes de los automóviles, como es el caso de los radiadores.

Para que los talleres mecánicos actuales sean capaces de satisfacer las necesidades del cliente es necesaria la implementación de herramientas Lean orientadas al servicio para mejorar su productividad.

Como sabemos la parte central del auto es su motor y de acuerdo Lozano (2020), existen 10 fallas comunes en un motor, dentro de las cuales existen dos asociadas a los radiadores, la pérdida de refrigerante y el sobrecalentamiento del automóvil, causando daños en algunos casos irreparables si no se solucionan a tiempo o se prevén.

El taller mecánico “Radiadores Alvites E.I.R.L” comenzó sus operaciones el 28 de enero del año 2014, ubicado en el Jr. Las casuarinas #156 como único local en la ciudad de Cajamarca, teniendo como propietario y gerente al Sr. Ernesto Alvites Ninaquispe. Este negocio, inicialmente era parte de un taller de reparaciones vehiculares, en el que se encargaba de realizar trabajos de vehículos menores que sin embargo eran constantes y en buena cantidad.

Con el paso del tiempo y al notar que la frecuencia con las que se realizaban tareas relacionadas con su especialidad de radiadores decidió abrir y dedicarse exclusivamente a la atención de estos casos inaugurando su propio taller.

Esta empresa cuenta con tres operarios encargados de la atención que se brinda en el taller, la cual inicia con la recepción del automóvil, su reparación y finalmente la entrega al cliente. Por otro lado, cada uno de ellos cuenta con una jornada completa de 8 horas

Dentro del área de reparación, se encuentran algunos problemas como es la falta de organización de herramientas en el área de trabajo, así como problemas como el tiempo de permanencia de los equipos, la falta de determinación de espacios para el mantenimiento de maquinarias, tiempos ociosos por la falta de clientes, falta de organización de almacén, y

verificación de la calidad del producto terminado. Adicionalmente, no existe un control de los procesos, es decir, no están estandarizados, así también algunos de los operarios no conocen las reglas que deben tener para el momento de trabajar. Afortunadamente cada una de las fallas detectadas, en el área mencionada, pueden ser solucionadas a través de las aplicaciones de herramientas de Lean Service.

Como escribe Garrido (2017) “Lean es una herramienta a la medida del escenario actual de competitividad y rápido cambio en los modelos de negocios de los servicios”.

Son muchos estudios los que evidencian que con las herramientas Lean dentro de los servicios traen mejoras significativas. En investigaciones recientes como Díaz, L. (2018). Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz (Tesis pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, informan que, las propuestas de mejora generan un beneficio rentable a la empresa al incrementar la productividad y reducir el tiempo de reparación de los vehículos. Además, con el programa 5S, se logrará identificar los “desperdicios” como inventario innecesario, piezas de chatarra o equipos y herramientas obsoletos. Adicionalmente, se propuso un estudio organizacional de la empresa, con especial detalle en la gestión del talento. El cual es necesario en un proyecto de transformación a nivel de procesos como este, donde se requieren horas dedicadas a la capacitación y la formación de liderazgo.

Así mismo, Paredes, K. & Ramos., R (2021). Aplicación de Herramientas Lean Service en una Empresa de Taxi Remisse para incrementar la Eficacia del Servicio de transporte de personal (Tesis pregrado), Universidad técnica del Perú, indican que la aplicación de herramientas Lean Service en la empresa que realizaron el estudio incrementó

la eficacia del servicio de transporte de personal a través de la aplicación de las Herramientas Lean Service: 5S y Estandarización. Esta eficacia se basa en el objetivo del cumplimiento a tiempo de los traslados de servicios corporativos programados.

Aguirre, C. & Vasquez, D. (2020) Aplicación del lean service para la mejora de productividad en servicio de transporte en la empresa SSI S.A.C. Callao, 2019(Tesis pregrado) Universidad Cesar Vallejo, Perú, hallaron que es recomendable mantener la mejora aplicada del Lean Service, ya que se demostró una mejoría favorecedora para la empresa y una calidad de servicio competitiva pero para lograr entender mejor esta aplicación se requiere de profesionales o estudiantes conocedores del tema para una mejor orientación, ya que empieza con la elaboración del VSM mapa de flujo que determina los procesos dentro de la organización continuando con la aplicación de las 5 "S" y finalizando con la gestión visual un seguimiento del proyecto.

En la página Ingeniería Industrial (2019) encontramos que la productividad se define como: "La relación entre producción e insumo "Es decir, la mejora de la productividad consiste en la obtención de mejores resultados de un proceso; en términos más simples: "hacer más con menos, o por lo menos, con lo mismo"".

Por lo tanto, se puede describir a la productividad como la manera de hacer las cosas para que la empresa llegue a sus objetivos, asimismo cuando la empresa llega a altos niveles de productividad, se ve mejorada la eficiencia económica, así como también la eficiencia en relación con materia prima, mano de obra y otros. Para concluir el elevar la productividad va de la mano con la implementación de mejoras tanto tecnológicas como de organización, ya que permiten la reducción mermas, mayor número de producción y alternativas de solución a los problemas que puedan encontrarse en el proceso productivo. Por otro lado, el

tener el nivel de productividad más alto hace a la empresa sostenible en el tiempo y competitiva en el mercado que esta se desenvuelve.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el uso del enfoque Lean Service, mejorará la productividad del proceso de reparaciones del taller Radiadores Alvites?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

-Mejorar la productividad del proceso de reparaciones en el taller de especialidad “Radiadores Alvites E.I.R.L”, usando el enfoque de Lean Service

1.3.2. Objetivos Específicos

Elaborar el diagnóstico de la situación actual del taller de especialidad “Radiadores Alvites E.I.R.L”.

Diseñar herramientas bajo el enfoque Lean Service para el taller de especialidad “Radiadores Alvites E.I.R.L”.

- Estimar los porcentajes y la incidencia de las herramientas de Lean Service en la productividad de la empresa en estudio.

Analizar la productividad del proceso de reparaciones después del diseño de implementación herramientas Lean Service.

Realizar un análisis de costo beneficio para el taller de especialidad “Radiadores Alvites E.I.R.L”.

1.4. Hipótesis

Mejorará la productividad del proceso de reparaciones en el taller “Radiadores Alvites” diseñando las herramientas de Lean Service.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El diseño de la investigación es No experimental, de acuerdo con Sampieri et al. (2014) "En la investigación no experimental, el investigador no manipula las variables, sino que las observa tal como ocurren naturalmente, o bien selecciona los sujetos o los grupos en virtud de los valores que presentan en las variables que se van a estudiar" (p. 120).

Según su fin esta investigación es exploratoria ya que se utiliza en situaciones en las que se carece de información o conocimientos previos sobre el tema o fenómeno de estudio, y tiene como objetivo descubrir ideas, conceptos y variables relevantes para el planteamiento de un problema de investigación más preciso y específico (Martínez, 2012, p.41) Propiamente esta investigación se basa en los conocimientos que se rescatan de la investigación teórica sobre el Lean Service a la situación actual de la empresa sin manipular las variables en estudio identificando los problemas que presenta la empresa.

2.1.1. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 1

Técnicas para la recolección de datos

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	Observación Entrevista
Cuantitativo	Primaria	Análisis documental

Para la obtención de la información como se muestra en la Tabla 1 se aplicó la entrevista como fuente primaria para obtener información, luego la observación directa y

también se apoya en el análisis documental para poder identificar los recursos que participan en cada proceso y área que dispone el taller para brindar el servicio.

2.2.2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 2

Instrumentos de recolección de datos

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
OBSERVACION	Observar de primera mano el proceso de reparación del Radiador de la empresa Radiadores Alvites, E.I.R.L, para identificar desperdicios y la productividad de los trabajadores	Lapicero Guía de observación Cámara fotográfica	Instalaciones de la empresa Trabajadores Proceso de Reparación
ENTREVISTA	Conocer el punto de vista del gerente general y colaboradores de la empresa	Lapicero Guía de entrevista Cámara fotográfica	Gerente General de Radiadores Alvites E.I.R.L.
ANÁLISIS DOCUMENTAL	Obtener Datos Históricos de la empresa	Hojas de cálculo en Excel	Información Histórica de la empresa

En la Tabla 2 se muestra los instrumentos de recolección de datos junto con la justificación de su uso y donde se realizó su aplicación.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Observación

-Objetivo:

Identificar las áreas y actividades del proceso de reparación, determinando sus fallas y verificar en cual se enfocará lean orientándonos en obtener un buen servicio.

-Procedimiento:

- Se hace un recorrido por todo el taller, identificado cada zona.
- Se registra información de cada área con su respectivo proceso, además verificando si su servicio es el adecuado.
- Se toma algunas evidencias fotográficas para verificar cual es el impedimento para que no haya un buen servicio.

-Secuela

- Registro fotográfico de la observación del taller.
- Registro de áreas en mal estado.
- Obtener información concreta de cada área y tareas del proceso

-Instrumentos:

- Ficha de observación.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.

2.3.2. Entrevista

-Objetivo:

Conocer la situación actual en la que se encuentra la empresa, sus procesos y analizar el punto de vista que tiene cada uno de los involucrados.

-Procedimiento:

•Elaboración de la guía de entrevista, garantizando la fluidez de la conversación con los participantes.

-Secuela:

•Escribir información relevante para la investigación.

•Conservar la información para el análisis que debe realizarse.

-Instrumentos:

•Guía de entrevista

•Lapiceros.

•Cámara

2.3.3. Análisis documentario

-Objetivo:

Extraer la información histórica de la empresa.

-Procedimiento:

•Revisión de los registros de información.

-Instrumentos:

- Laptop.

-Programa:

- Microsoft Excel

2.4. Procedimiento

Así se listó el plan de mejora o la propuesta de solución que se constituyó en 7 pasos, que se han obtenido de los objetivos específicos, se puede observar que se empezará con una descripción, diagnóstico y análisis general del taller de radiadores, luego mediante Lean Service se diseñaran las herramientas y se podrá realizar una propuesta de mejora que satisfaga a la empresa, y con ello se analizara la productividad después de la propuesta de mejora se verificaran los resultados y se harán uso de todos los recursos disponibles.

Finalmente se realizará una evaluación de costos que se requerirán para la implementación de la propuesta dada para elevar la productividad.

2.5 Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 3

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN SERVICE	El Lean Service es la aplicación de las metodologías Lean en el sector servicios. Se basa en la identificación y eliminación de cualquier actividad que agregue costos sin valor desde la perspectiva de los clientes (Anel J., 2021)	Movimientos	Movimientos eficientes	%
			Movimientos ineficientes	%
		Tiempo	Tiempo de ciclo	min.
			Tiempo de valor añadido	min.
			Tiempo sin valor añadido	min.
Transporte	Distancia recorrida	metros.		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Producción	Unidades producidas	Unidad/Trimestre Unidad/Hora
Productividad M. O			Hombre	
Productividad Eléctrica			Productividad Energía Eléctrica	Kw
			Productividad de Materiales	Unidad/Kg Unidad/m ³
Productividad			Unidad/kg	
Productividad			Unidad/kg	

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del área de estudio



Figura 1 Equipo Radiadores Alvites E.I.R.L.

La figura 1 muestra al equipo de la empresa de Radiadores Álvites E.I.R.L, en el cual se incluye el señor Ernesto Alvites Ninaquispe quien es el gerente general de la empresa.



Figura 2 Ubicación Radiadores Alvites E.I.R.L.

Fuente: Google Maps.

La figura 2 muestra la Ubicación de la empresa en la ciudad de Cajamarca.

Tabla 4

Servicios Radiadores Álvites

N°	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
1	Reparación de radiadores	Consiste en identificar la falla de los radiadores, y realizar un trabajo de acuerdo con el daño que presentan haciendo que este cumpla su función con normalidad.
2	Mantenimiento de radiadores	Consta en retirar las obstrucciones haciendo uso de una varilla y lavarlo
3	Fabricación de calefactores	Elaboración de esta pieza clave a medida para el funcionamiento correcto de los vehículos
4	Elaboración de piezas de radiador	Hacer partes de los radiadores que es difícil de encontrar y que se ajusten a la medida de estos.
5	Venta de radiadores	Comercialización de variados modelos de radiadores, así como realización de pedidos de radiadores de equipos industriales y vehículos mayores
7	Venta de artículos	Venta de elementos asociados a los radiadores, y el sistema de enfriamiento. Como: refrigerantes, productos de limpieza de radiador, abrazadores y otros.

La tabla 3 muestra los servicios que se desarrollan dentro de la empresa Radiadores Álvites E.I.R.L y la forma en que se desenvuelven cada uno de ellos.

Para este trabajo de investigación se considerará el servicio de reparación de radiadores por ser la actividad que más se realiza y que mayores problemas presenta, de acuerdo con la entrevista.

En cuanto a la reposición de materiales para las reparaciones de radiadores, se realiza en forma inmediata cuando se encuentran a estos en el stock del almacén.

Caso contrario cuando pertenecen a marcas con las cuales el taller no trabaja frecuentemente puesto que las piezas deben ser fabricadas a medida, se dilata en tiempo el tiempo de entrega.

Tabla 5

Listado Maquinarias y Equipos

MAQUINARIAS Y EQUIPOS	
N°	DESCRIPCIÓN
1	HIDROLAVADORA
2	TECLE CON ARCO
3	MÁQUINA DE SOLDAR ELÉCTRICA
4	COMPRESORA
5	TORNILLO DE BANCO
6	ESMERIL
7	MÁQUINA DE PROCESO TIG
8	TALADRO PEDESTAL
9	TALADRO DE MANO
12	MÁQUINA DE SOLDAR AUTÓGENA
14	PRENSA HIDRÁULICA
15	DOBLADORA DE TUBO
16	DOBLADORA DE PLANCHAS
17	CIZALLA
18	CANALIZADOR
19	KIT DE PROBADORES DE RADIADORES
20	KIT DE ALICATES ESPECIALES
21	KIT DE MANÓMETROS
22	CARETA DE PROTECCIÓN
23	PRENSA
24	MESAS DE TRABAJO
25	TINA DE LAVAR RADIADORES

La tabla 4 muestra las diversas maquinarias y equipos que se pueden encontrar en el área de trabajo.

3.2. Diagnóstico de la variable Independiente Lean Service

En el diagnóstico de la variable independiente se logró identificar tres desperdicios: movimientos, transporte y tiempo de espera dentro del proceso de reparación de Radiadores y para su estudio se empleó el diagrama de Ishikawa.

3.2.1 Movimientos

3.2.1.1. Diagramación Causa efecto para muda de movimiento

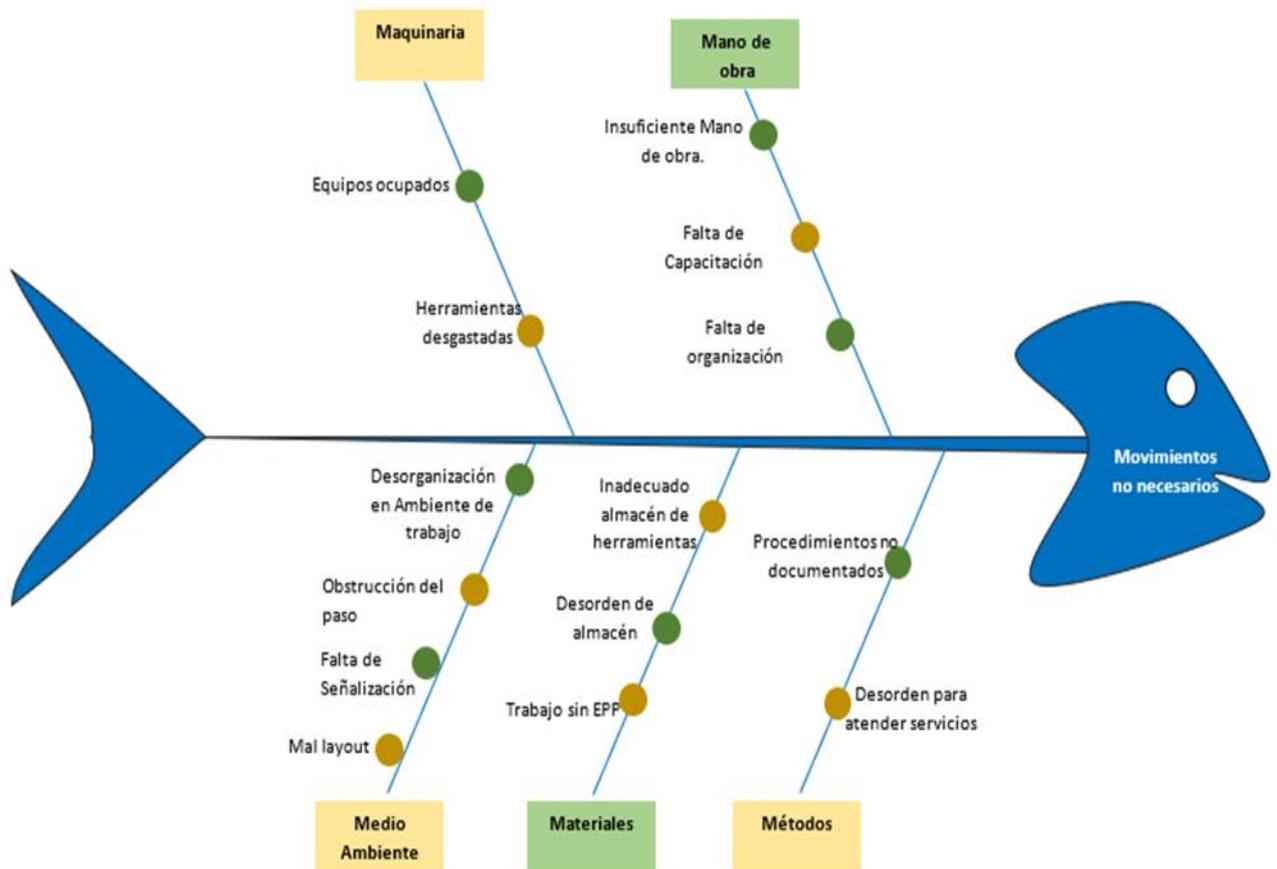


Figura 3 Ishikawa elaborado para movimientos

La figura 3 muestra el diagrama de Ishikawa elaborado para la muda de movimientos, de ello se desprende lo siguiente:

a) Mano de obra:

Parte de que se genere desperdicio en movimientos no necesarios en el desarrollo de las actividades es el hecho de no que exista personal suficiente, capacitado y organizado para desarrollar cada una de las tareas que se dan dentro del proceso de reparación de radiadores.

b) Maquinaria:

Los equipos en ocasiones se encuentran ocupados por lo mismo los operarios generan movimientos en lo que encuentran disponibilidad de estos, al igual que cuando las herramientas están desgastadas y se espera hasta su reposición o cambio.

c) Métodos:

Los procedimientos no están documentados por lo mismo las tareas se desarrollan a consideración de los operarios sin control alguno, al igual que la realización de los trabajos en desorden por no haberse indicado su llegada o fase del proceso en que se encuentran al momento de la recepción de estos.

d) Materiales:

Los movimientos generados por el inadecuado almacén de las herramientas e insumos producen que los operarios hagan más de ellos sin necesidad, así como el mal uso de su EPP o la inexistencia de este.

e) Medio Ambiente:

Es notable que un medio Ambiente desordenado, con obstrucciones para desplazarse, la falta de la señalización y un mal layout de la planta contribuyen a que la parte operativa se tenga que bordear estos espacios y generar movimientos sin valor para la operación

3.2.1.2. Clasificación de los movimientos

Para poder realizar una adecuada clasificación de los movimientos eficientes y aquellos que no suman valor alguno para las tareas dentro del proceso de reparación de los radiadores, es necesario recurrir al uso del estudio de micro movimientos creados por Frank Bunker Gilbreth y Lillian Moller Gilbreth conocidos como therblig, en los cuales se consideran 17

A continuación, se presenta la clasificación de therblig en el proceso de reparación de radiadores:

Tabla 6
Movimientos Therblig Diagnóstico

N°	Therblig	Símbolo	Descripción	Tipo		Evidencia
				Efic.	Inefic.	
1	Demora evitable	D.E. T	Operario observa el trabajo de su compañero, evidenciando tiempo ocioso		x	
2	Ensamblar	E	Operario junta dos piezas como parte del proceso de reparación	x		
3	Inspeccionar	I	Operario revisa el estado de la máquina de soldar antes de su uso	x		
4	Posicionar	P	Operario durante el trabajo posiciona el equipo antes de continuar tareas	x		

5	Descansar	D.E. S	Pausa realizada para evitar la fatiga de los trabajadores antes de retomar actividades	x	
6	Buscar	B	Operario busca pieza en repisa desordenada	x	
7	Mover	M	Operario mueve radiador al área de trabajo.	x	
8	Buscar	B	Operario se desplaza para buscar repuestos en almacén	x	
9	Demora evitable	D.E. T	Operario detiene su actividad para hablar por teléfono.	x	
10	Usar	U	Operario realiza tarea de pintado	x	
11	Usar	U	Operario usa herramientas para alinear pieza	x	
12	Buscar	B	Operarios buscan herramientas en área desordenada	x	

13	Usar	U	Operario realiza tarea de limpiar radiador	x	
14	Usar	U	Operario realiza lavado de radiador.	x	
15	Alcanzar	Al	Operario toma pieza para alcanzar a su compañero	x	
Total				7	8

En la tabla 5 se realizó una adecuada clasificación de los movimientos eficientes y aquellos que no suman valor alguno para las tareas dentro del proceso de reparación de los radiadores, fue necesario recurrir al uso del estudio de micro movimientos creados por Frank Bunker Gilbreth y Lillian Moller Gilbreth conocidos como therblig, en los cuales se consideran 17.

Porcentaje de movimientos eficientes

Ecuación 1 Fórmula Movimientos Eficientes

$$M.E \% = \frac{Cant. Movimientos eficientes}{Cant. Movimientos realizados} \times 100$$

$$M.E = \frac{7}{15} \times 100$$

$$M.E = 47\%$$

De la tabla 5 en la cual se clasificaron los movimientos bajo el mecanismo de therblig, dentro del proceso de reparación de radiadores se logra identificar que el solo el 47% de los movimientos son eficientes.

Porcentaje de movimientos Ineficientes

Ecuación 2 Fórmula Movimientos Ineficientes

$$M.I \% = \frac{\text{Cant. Movimientos eficientes}}{\text{Cant. Movimientos realizados}} \times 100$$

$$M.I = \frac{8}{15} \times 100$$

$$M.I = 53\%$$

De la tabla 5 en la cual se clasificaron los movimientos bajo el mecanismo de therblig, dentro del proceso de reparación de radiadores se logra identificar qué el 53% de los movimientos son Ineficientes.

3.2.3 Espera

3.2.3.1. Diagramación Causa efecto para muda de espera

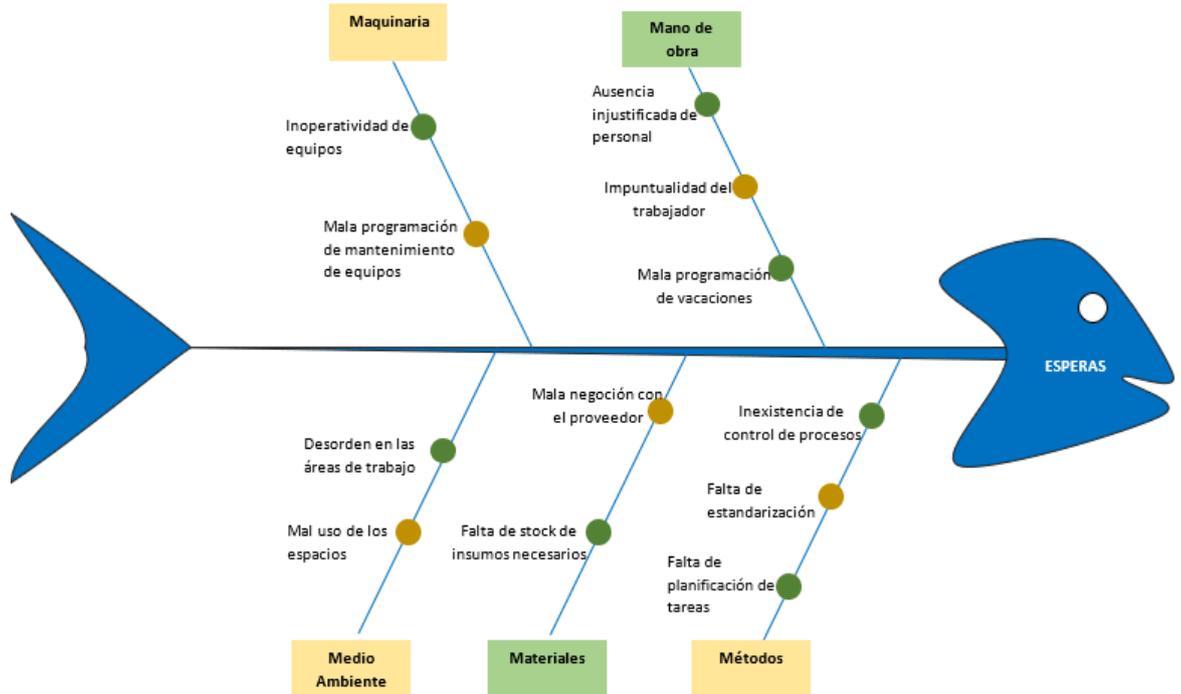


Figura 4 Ishikawa elaborado para movimientos

a) Mano de obra:

- Se producen demoras porque la personal falta de manera constante no es puntual por lo mismo retrasa el inicio de las operaciones. Por otro lado, en ocasiones las vacaciones mal programadas causan que la ausencia del personal no permita realizar los trabajos a tiempo.

b) Maquinaria:

- Existe equipos parados por algún tipo de avería que no se le da solución inmediata, así como esta situación también se debe a una mala programación del mantenimiento que en la mayoría de su caso es del tipo correctivo mas no preventivo.

c) Métodos:

- Los tiempos de los procesos no son controlados, los operarios cambian de actividad sin concluir la anterior, cada operario tiene una forma de realizar sus actividades, debido a que no hay una estandarización de lo mismo las tareas no se planifican lo que lleva a que se intente realizar más de una reparación al mismo tiempo

d) Materiales:

- Las malas negociaciones con los proveedores producen que muchas veces no se abastezcan de una manera adecuada, rápida y eficaz los materiales e insumos para realizar las actividades. En ocasiones lo materiales que más se gastan no están mientras que se tienen otros de poco uso.

e) Medio Ambiente:

- El desorden en el área de trabajo genera esperas largas y retraso en las tareas desde el momento en que no se pueden ubicar con facilidad los equipos de trabajo,

herramientas y materiales. Por otro lado, el mal uso de los espacios para la disposición del trabajo crea demoras innecesarias.

Los tiempos de espera o esperas no son más que la identificación de tiempos muertos y perdidos dentro del proceso productivo, dentro de este estudio se tuvo que realizar la toma de tiempos y se optó por dividir el proceso de reparación en dos categorías: nivel de reparación simple y, nivel de reparación complejo; muchas de las causas de las demoras que se mencionan son la falta de orden, cuellos de botella por desorganización. Se consideraron para este solo unidades vehiculares livianas, mas no equipos industriales que también emplean radiadores. A continuación, se muestra la descripción de una reparación simple y una reparación compleja:

Tabla 7

Tipos de Reparaciones

Reparación simple	Reparación compleja
Consiste en el cambio de una de las tinas o cuello del radiador.	Se trata de la reparación del panel del radiador, adicionalmente las tinas o cuello

La tabla 6 muestra cómo se clasifican las reparaciones de acuerdo con su complejidad.

Tabla 8
Toma de tiempos reparación simple

TOMA DE TIEMPOS											
Empresa:	Radiadores Alvites										
Proceso:	Reparación Simple de Radiador										
Responsable:	Paola Lisseth Mendoza Guevara										
Tareas del proceso	Obs. 1	Obs. 2	Obs. 3	Obs. 4	Obs. 5	Obs. 6	Obs. 7	Obs. 8	Obs. 9	Obs. 10	X
Recepción del Vehículo	14.5	14.8	16.7	15.2	14.8	14.2	16.8	15.7	12.6	16.3	15.2
Desmontar Radiador del vehículo	128.7	130.6	132.1	130.1	132.2	131.7	130.5	129.9	127.7	131.2	130.5
Diagnóstico de la falla	13.4	12.8	13.9	14.8	13.7	15.9	16.7	14.8	14.2	14.6	14.5
Desplazars e a Oficina	3.7	3.6	3.7	3.9	3.8	3.7	3.8	3.2	3.1	3.7	3.6
Cotizar Servicio	10.7	13.4	12.8	10.4	13.2	12.1	13.2	11.7	11.5	11.3	12.0
Transportar a mesa de trabajo	3.8	3.6	3.8	3.4	3.3	2.9	3.2	2.7	3.8	3.3	3.4
Trasladar a área de lavado	1.6	1.4	2.2	1.8	1.6	1.3	1.8	1.8	2.7	1.6	1.8
Lavado de Radiador	14.8	14.6	14.8	14.8	12.7	13.9	17.2	14.0	16.7	16.2	15.0
Desplazars e a Almacén	6.2	6.7	6.2	6.6	6.7	6.2	7.2	6.5	7.1	6.0	6.5
Identificar Repuesto de la pieza	17.2	18.2	17.6	18.9	17.2	16.8	19.3	18.7	18.8	18.2	18.1
Regresar área de trabajo	6.4	5.9	6.3	6.7	7.8	5.8	6.7	6.8	6.0	6.3	6.5
Buscar herramientas	12.3	11.9	12.2	10.3	11.7	12.5	12.5	9.9	12.7	11.6	11.8
Retirar pieza	32.3	30.6	29.9	25.7	31.2	32.4	28.7	31.7	28.7	29.9	30.1
Limpiar base del radiador	16.7	17.8	15.9	16.5	18.3	14.9	15.6	15.4	14.7	16.1	16.2
Trasladar a área de soldadura	3.8	4.2	3.4	3.2	3.8	4.2	3.5	3.7	4.0	4.5	3.8
Soldar pieza	18.4	16.8	19.9	14.8	15.3	15.7	19.4	18.7	15.0	17.6	17.2
Inspeccionar resultado de soldadura	4.1	3.6	3.9	4.3	3.1	2.9	4.7	5.8	3.6	3.9	4.0

Reevaluar radiador	9.9	8.7	8.6	7.9	10.1	8.6	9.8	9.2	9.2	7.3	8.9
Trasladar área de pintado	5.1	4.9	4.8	4.9	5.3	4.5	4.7	5.2	6.3	4.6	5.0
Pintar pieza	19.4	22.3	18.9	19.9	20.5	19.9	22.7	20.7	20.5	22.0	20.7
Σ	343.0	346.4	347.6	334.1	346.3	340.1	358.0	346.1	338.9	346.2	3446.7
Σ'2	1176	1199	1208	1116	1199	1156	1281	1197	1148	1198	11883
	49.0	93.0	25.8	22.8	23.7	68.0	64.0	85.2	53.2	54.4	39.1

Para saber si el número de observaciones que se ha realizado para el proceso de reparación simple es el adecuado se empleó el método estadístico (OIT), el nivel de confianza de este método es del 95, 45% y tiene un margen de error +/- 5%. La tabla 7 permite ver la cantidad de observaciones tomadas. Para la aplicación de la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Cálculo Método OIT

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fuente: Página Ingeniería Industrial Online

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 95,45%

Entonces:

n' = 10

Σ = 3446.7

Σ'2 = 1188339.09

$$n = \left(40 \frac{\sqrt{10(1188339.09) - (3446.7)^2}}{3446.7}\right)^2$$

$$n = 0.49$$

De acuerdo con la fórmula del método OIT, el valor de n' debe ser mayor que n, p or lo mismo el número de observaciones realizada para la toma de tiempos es suficiente ya que n' = 10 y el resultado de n es 0.49 para el proceso de reparación simple.

Tabla 9
Toma de tiempos reparación compleja

TOMA DE TIEMPOS					
Empresa:	Radiadores Alvites				
Proceso:	Reparación Radiador Compleja				
Responsable:	Paola Mendoza Guevara				
Tareas del proceso	Obs. 1	Obs.2	Obs.3	Obs. 4	X
Recepción del Vehículo	16.4	14.9	16.7	16.2	16.1
Desmontar Radiador del vehículo	205.6	198.7	199.7	200.8	201.2
Diagnóstico de la falla	26.7	24.3	24.9	27.1	25.8
Desplazarse a Oficina	3.8	4	4.3	4.6	4.2
Cotizar Servicio	17.5	16.8	16.8	15.3	16.6
Transportar a mesa de trabajo	4.2	3.6	3.8	3.8	3.9
Trasladar a área de lavado	2.7	1.8	3.2	2.4	2.5
Entregar al cliente	15.2	14.9	15.3	15.8	15.3
Desplazarse a Almacén	6.7	6.9	5.9	6.3	6.5
Identificar Repuesto de la pieza	19.3	20.2	17.6	23.1	20.1
Regresar área de trabajo	6.4	6.7	6.3	6.7	6.5
Buscar herramientas	23.1	18.9	16.7	24.2	20.7
Retirar pieza	37.8	45.6	32.7	35.7	38
Limpiar base del radiador	25.6	32.8	25.7	28.2	28.1
Trasladar a área de soldadura	4.6	3.9	4.2	4.3	4.3
Soldadura dentro de panel	75.8	80.9	67.8	82.1	76.65
Soldar pieza	20.5	18.9	19.4	22.1	20.2
Inspeccionar resultado de soldadura	7.8	8.1	7.2	8.5	7.9
Reevaluar radiador	15.7	14.3	16.2	16	15.6
Trasladar área de pintado	4.9	5.4	5.1	4.8	5.1
Pintar las piezas	33.5	29.8	34.6	32.3	32.6
Σ	573.8	571.4	544.1	580.3	2269.6
Σ^2	329246.4	326498.0	296044.8	336748.1	1288537.3

Entonces:

$$n' = 4$$

$$\Sigma = 2269.6$$

$$\Sigma^2 = 1288537.3$$

$$n = \left(40 \frac{\sqrt{4(1288537.3) - (2269.6)^2}}{2269.6}\right)^2$$

$$n = 0.95$$

De acuerdo con la fórmula del método OIT, el valor de n' debe ser mayor que n, por lo mismo el número de observaciones realizada para la toma de tiempos es suficiente ya que n' = 4 y el resultado de n es 0.95 para el proceso de reparación compleja.

3.2.4. Tiempo de ciclo total

El tiempo de ciclo total viene estando determinado por las actividades del proceso que tienen valor, así como los que no tienen. Para determinar este tiempo es necesario el emplear el diagrama de operaciones tradicional

Ecuación 4 Cálculo tiempo ciclo

$$\textit{Tiempo de ciclo total} = \textit{Tiempo}(1) + \textit{Tiempo}(2) + \textit{Tiempo}(3) \dots + \textit{Tiempo}(n)$$

(Marín & Tafur, 2020)

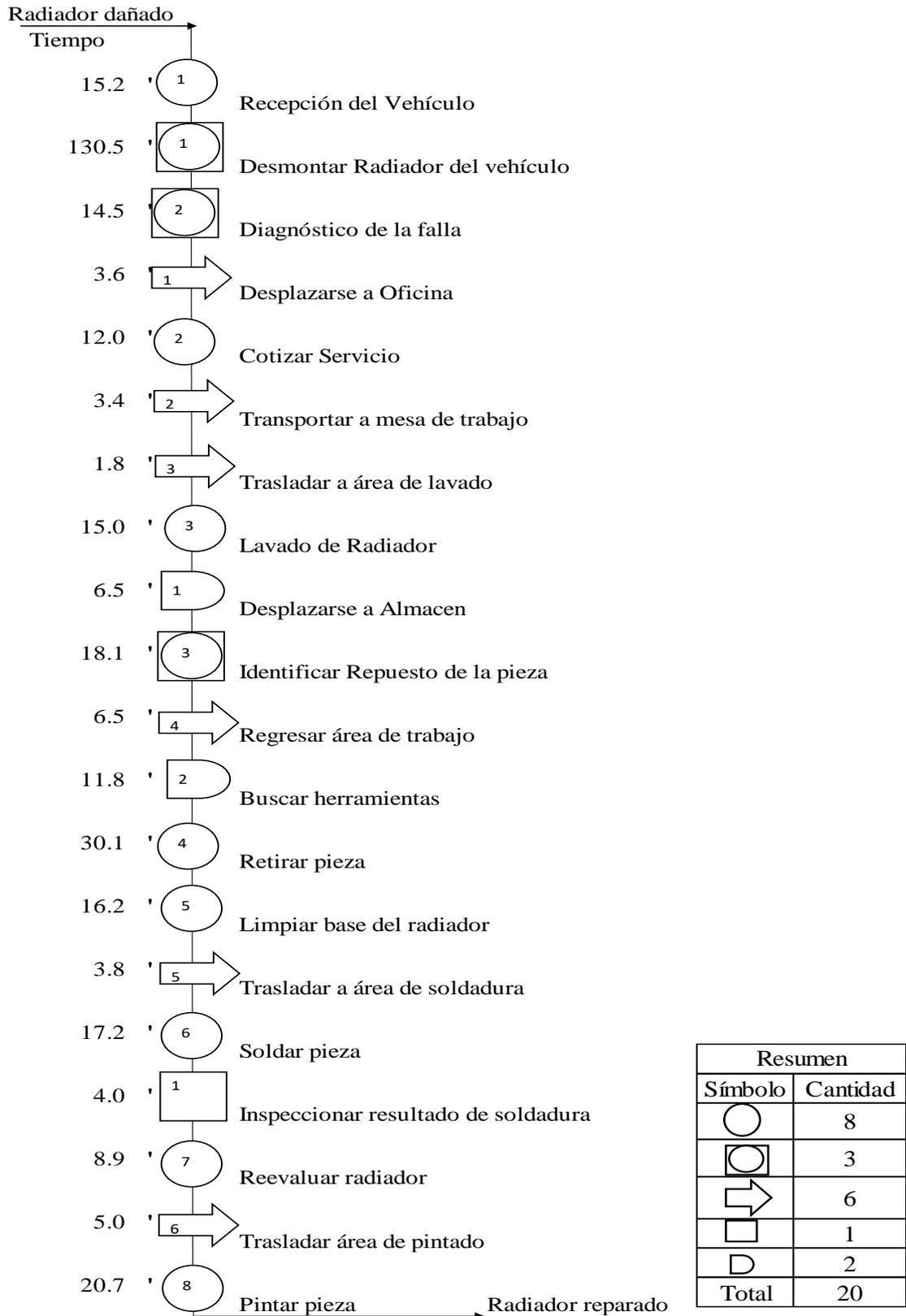


Figura 5 Diagrama de Operaciones Reparación Simple

En la Figura 5 se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso de Reparación Simple de un radiador, encontramos 8 operaciones, 3 operación-inspección, 6 actividades de transporte, 1 actividad de inspección y 2 demoras dentro del proceso.

La principal característica de este proceso es que se repara solo una parte pequeña del radiador como es el caso de las tinas y cuello, que son sencillas de reparar y que consta en reemplazar las piezas ya mencionadas por un repuesto.

Este proceso inicia con la recepción del vehículo y el desmontar el radiador del automóvil para posteriormente diagnosticarlo, tras ello es necesario trasladarse a la oficina para realizar la cotización, una vez que el cliente ha dado la conformidad a la operación anterior, el radiador es transportado al área de trabajo, donde si el operario esta libre iniciara la reparación, llevará el radiador a lavar, luego se desplaza al almacén para verificar la existencia del repuesto y el estado de la misma, regresa al área de trabajo y busca las herramientas que necesita, retira la pieza dañada, limpia la base del radiador de algún polvo existente en ella, traslada el radiador al área de soldadura, suelda la pieza, subsiguientemente inspecciona la soldadura, reevalúa el estado del radiador para ver si ya no presenta inconsistencias, traslada al área de pintado para dar uniformidad a la pieza y se tiene la falla simple reparada.

Tabla 10 Cálculo del tiempo ciclo Reparación Simple

Tareas del proceso	X
Recepción del Vehículo	15.16
Desmontar Radiador del vehículo	130.47
Diagnóstico de la falla	14.48
Desplazarse a Oficina	3.62
Cotizar Servicio	12.03
Transportar a mesa de trabajo	3.38
Trasladar a área de lavado	1.78
Lavado de Radiador	14.97
Desplazarse a Almacén	6.54

Identificar Repuesto de la pieza	18.09
Regresar área de trabajo	6.47
Buscar herramientas	11.76
Retirar pieza	30.11
Limpiar base del radiador	16.19
Trasladar a área de soldadura	3.83
Soldar pieza	17.16
Inspeccionar resultado de soldadura	3.99
Reevaluar radiador	8.93
Trasladar área de pintado	5.03
Pintar pieza	20.68
TIEMPO CICLO	344.67

De la tabla número 9, en la cual se aprecia la sumatoria de los tiempos promedios de cada actividad obtenemos un tiempo ciclo de 344.67 minutos.

Value Stream Mapping(VSM)

Esta herramienta de la filosofía Lean nos permite cartografiar la situación actual del flujo de los materiales e información identificando las actividades que contienen un valor añadido o no, así como las mudas que se tienen dentro del proceso de reparación simple de un radiador en la empresa Radiadores Alvites E.I.R.L

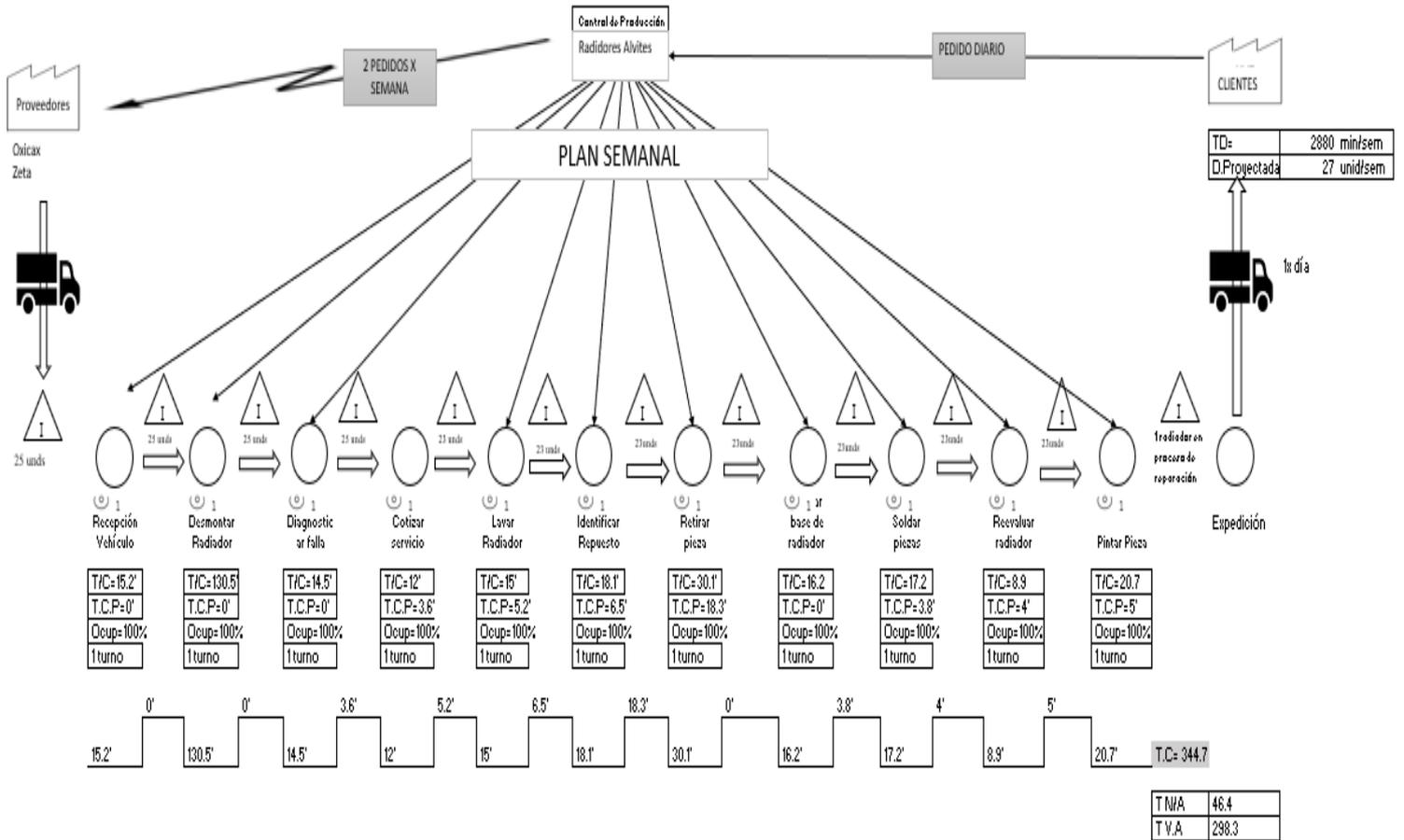


Figura 6 VSM Reparación simple Actual

La figura 6 muestra de manera gráfica las operaciones que añaden Valor al proceso, que son aquellas representadas por círculos y que contienen una caja de información y de la cual se obtiene la data para ver lo que realmente se está trabajando o cálculo del Touch Time.

Tabla 11

Resumen VSM actual reparación simple

Descripción	Símbolo	UND	Valor
Act. Valor añadido	V.A	min.	298.3
Act. Sin Valor añadido	N/V. A	min.	46.4
TIEMPO CICLO			344.7
% Touch Time	TT	min.	87%

Esta tabla 10 nos permite visualizar, que las actividades con valor añadido equivales al 87% del tiempo empleado siendo equivalente a 298.3 min, y el restante del tiempo que son 46.4 min no generan valor para la empresa.

Antes de obtener el VSM Actual de la empresa fue necesario realizar algunas métricas, que se muestran a continuación:

Tabla 12

Cálculo demanda

Descripción	Símbolo	Valor	UND
Demanda Mensual	DM	42.0	und/mes
Días hábiles	DH	24.0	días/mes
Demanda Diaria	DD	1.8	und/día

De la tabla 11 teniendo como referencia las 42 unidades por reparación simple que se atiende en un mes se calculó la demanda diaria, el resultado de 1.8 indica con claridad que en un día se llega a atender una reparación simple que finaliza en entrega al cliente y una que queda en proceso.

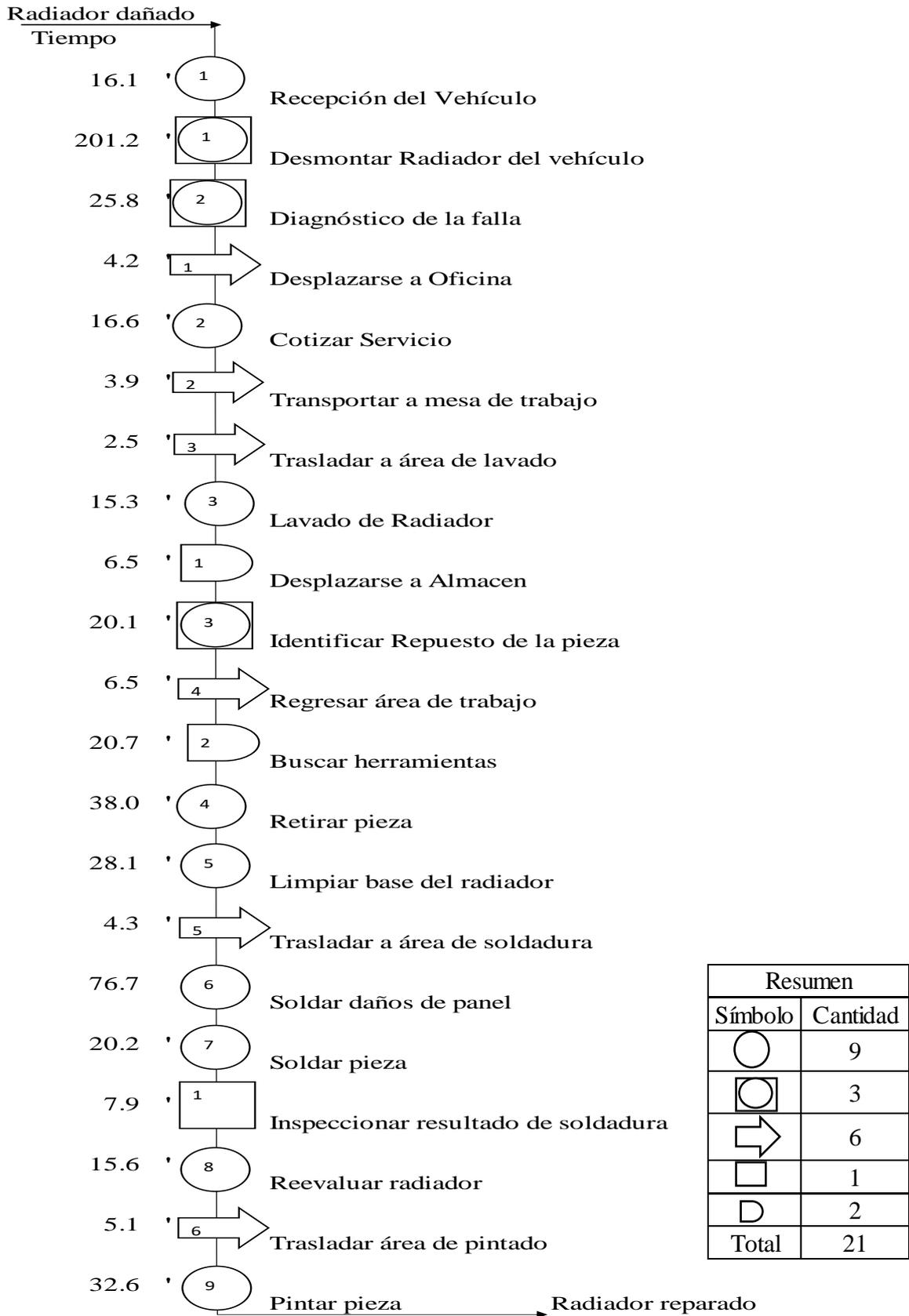


Figura 7 Diagrama de Operaciones Reparación Compleja

En la Figura 7 se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso de Reparación Compleja de un radiador, encontramos 9 operaciones, 3 operación-inspección, 6 actividades de transporte, 1 actividad de inspección y 2 demoras dentro del proceso.

La principal característica de este proceso es que se repara el panel central del radiador y una parte pequeña del radiador como es el caso de las tinas y cuello, por lo cual toma mayor tiempo en algunas operaciones que pudiera tener en común con la reparación simple.

Este proceso inicia con la recepción del vehículo y el desmontar el radiador del automóvil para posteriormente diagnosticarlo con mayor cuidado que en el procedimiento anterior pues las grietas que tienen el panel deben ser identificados en su totalidad ,luego se realiza el traslado a la oficina para realizar la cotización, tras la conformidad por parte del cliente a la operación anterior, el radiador es transportado al área de trabajo, donde si el operario esta libre iniciara la reparación, llevará el radiador a lavar, luego se desplaza al almacén para verificar la existencia del repuesto y el estado de la misma, regresa al área de trabajo y busca las herramientas que necesita , retira la pieza dañada, limpia la base del radiador de algún polvo existente en ella, traslada el radiador al área de soldadura, suelda en primer lugar las grietas identificadas en el panel. Posteriormente suelda la pieza, subsiguientemente inspecciona la soldadura, reevalúa el estado del radiador para ver si ya no presenta inconsistencias en el panel o en las partes añadidas, traslada al área de pintado para dar uniformidad a la pieza y se tiene la falla simple reparada.

Tabla 13
Cálculo del tiempo ciclo Reparación Compleja

Tareas del proceso	X
Recepción del Vehículo	16.1
Desmontar Radiador del vehículo	201.2
Diagnóstico de la falla	25.8
Desplazarse a Oficina	4.2
Cotizar Servicio	16.6
Transportar a mesa de trabajo	3.9
Trasladar a área de lavado	2.5
Entregar al cliente	15.3
Desplazarse a Almacén	6.5
Identificar Repuesto de la pieza	20.1
Regresar área de trabajo	6.5
Buscar herramientas	20.7
Retirar pieza	38
Limpiar base del radiador	28.1
Trasladar a área de soldadura	4.3
Soldadura dentro de panel	76.65
Soldar pieza	20.2
Inspeccionar resultado de soldadura	7.9
Reevaluar radiador	15.6
Trasladar área de pintado	5.1
Pintar las piezas	32.6
TIEMPO CICLO	567.85

De la tabla número 12, en la cual se aprecia la sumatoria de los tiempos promedios de cada actividad del proceso, obtenemos un tiempo ciclo de 567.85 minutos.

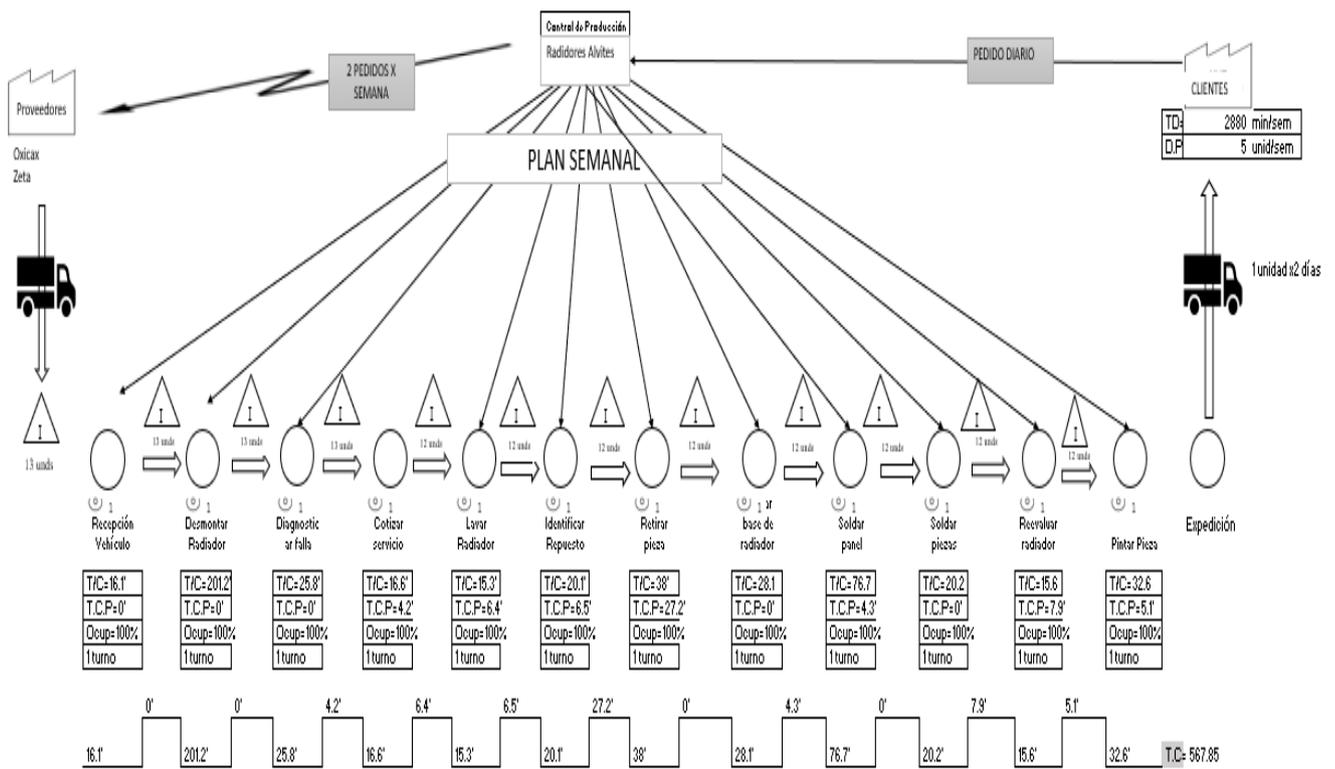


Figura 8 VSM Reparación simple Actual

La figura 8 muestra de manera gráfica las operaciones que añaden Valor al proceso de reparación compleja, que son aquellas representadas por círculos y que contienen una caja de información y de la cual se obtiene la data para ver lo que realmente se está trabajando o cálculo del Touch Time.

Tabla 14

Resumen VSM actual reparación compleja

Descripción	Símbolo	UND	Valor
Act. Valor añadido	V.A	min.	506.3
Act. Sin Valor añadido	N/V.A	min.	61.6
TIEMPO CICLO			567.9
% Touch Time	TT	min.	89%

Esta tabla nos permite visualizar, que las actividades con valor añadido equivalentes al 89% del tiempo empleado siendo equivalente a 567.9 min, y el restante del tiempo que son 61.6 min no generan valor para la empresa.

Antes de obtener el VSM Actual de la reparación compleja de la empresa fue necesario realizar algunas métricas, que se muestran a continuación:

Tabla 15

Cálculo demanda reparación compleja

Descripción	Símbolo	Valor	UND
Demanda Mensual	DM	20.0	UND/mes
Días hábiles	DH	24.0	Días/mes
Demanda Diaria	DD	0.8	UND/día

De la tabla 14 teniendo como referencia las 20 unidades por reparación compleja que se atiende en un mes se calculó la demanda diaria, el resultado de 0.8 indica con claridad que en un día no se llega a atender una reparación de este tipo y es necesario continuar el día siguiente que finaliza en entrega al cliente y una que queda en proceso.

3.2.4. Transporte

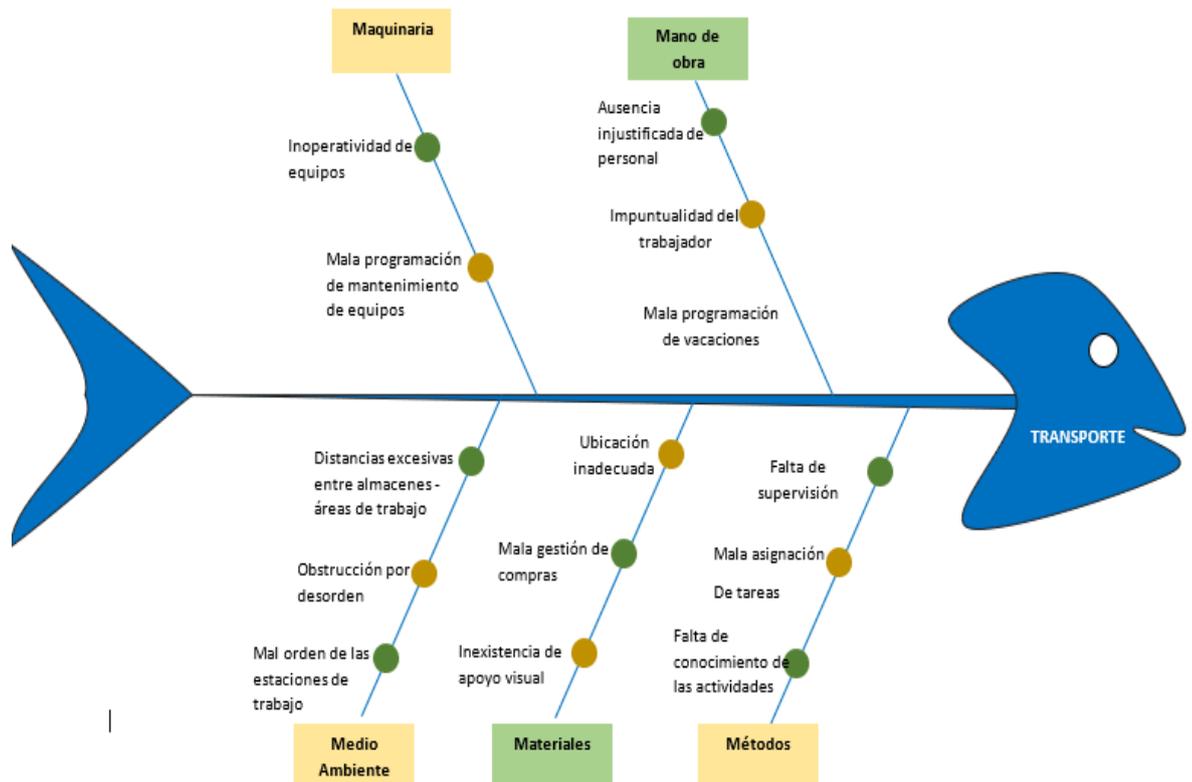


Figura 9 ISHIKAWA TRANSPORTE

a) Mano de obra:

Se producen ausencias injustificadas, impuntualidad ocasionando que no se cumplan las responsabilidades, así mismo el personal que se encuentra en el área debe trasladarse a las distintas estaciones para cubrir la demanda.

b) Maquinaria:

Por la cantidad de equipos que se pueden utilizar y su ubicación el operario está yendo de un lugar a otro de manera constante.

c) Métodos:

La no asignación de tareas hace que el operario realice lo que le resulte más cómodo, la supervisión no presta atención a estos detalles y los trabajos se realizan en desorden y se desconocen en que parte de la reparación se encuentra el radiador.

d) Materiales:

La disposición que realizan de las herramientas, materiales de trabajo dificulta el cumplimiento de las tareas, por una mala gestión de las compras se tiene mayor cantidad repuestos poco continuos y no los necesarios juntos y genera que se tenga que ir por el repuesto a otro lugar. La no rotulación de la clasificación de los repuestos hace que se busque en varios lugares causando desplazamientos.

e) Medio Ambiente:

La distancia excesiva entre el almacén de los materiales al área de trabajo genera mayores desplazamientos, al igual que el hecho de que el paso se encuentre bloqueado por repuestos que no se están utilizando y el orden no de las

estaciones hace que se vayan de un lado a otro sin necesidad para realizar procesos que son continuos.

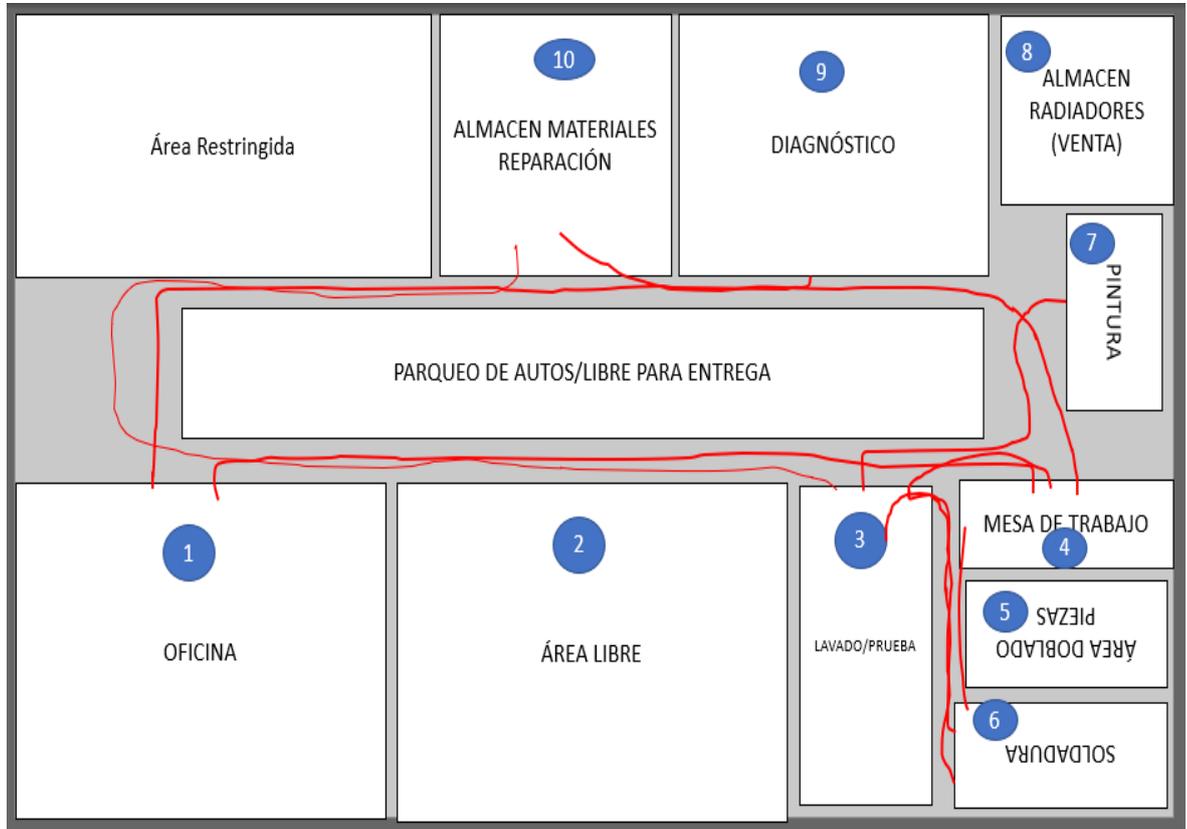


Figura 10 Diagrama espagueti actual para ambos tipos de reparación

El diagrama mostrado en la figura 8 muestra los movimientos que hace el operario en los cuales se nota la mala distribución del layout, este es válido para ambos tipos de reparación pues se realizan los mismos desplazamientos, sin embargo, en el estudio de tiempos muestran variaciones correspondientes a las condiciones que se presentaron.

Tabla 16

Diagrama Espagueti Reparación Simple

RESUMEN DIAGRAMA ESPAGUETI			
PROCESO REPARACIÓN SIMPLE DE RADIADOR			
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA(m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
T1(DIAGNÓSTICO-A OFICINA)	11.7	3.62	Operarios se Desplaza con lentitud
T2(OFICINA-MESA DE TRABAJO)	9.8	3.38	Operario se traslada con radiador y lento
T3(MESA DE TRABAJO-LAVADO)	6.7	1.78	Movimientos innecesarios
T4(LAVADO-ALMACÉN)	13	6.54	Operario va lento/Pase bloqueado
T5(ALMACEN-AREA DE TRABAJO)	12.3	6.47	Falta supervisión/Pase Bloqueado
T6(ÁREA DE TRABAJO-SOLDADURA)	5.7	3.83	Operario se distrae realiza otras tareas
T7(SOLDADURA A PINTURA)	9.6	5.03	Paso obstruido por equipos movimientos innecesarios
TOTAL	68.8	30.65	

Así mismo en la tabla 17 encontramos que las demoras son por la lentitud con la que realiza el operario, la falta de supervisión para evitar distracciones, la falta de orden, la obstrucción del pase limpieza y mala ubicación de los almacenes y equipos de trabajo; con esto se entiende que es hacer una reorganización de las estaciones de trabajo. La distancia recorrida es de 68.8 metros y el tiempo que se emplea innecesariamente de 30.65 minutos

Tabla 17 Hallazgos Diagrama Espagueti Reparación Compleja

RESUMEN DIAGRAMA ESPAGUETI			
PROCESO REPARACIÓN COMPLEJA DE RADIADOR			
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA(m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
T1(DIAGNÓSTICO-A OFICINA)	11.7	4.2	Operarios se Desplaza con lentitud/Indica y va conversando con cliente
T2(OFICINA-MESA DE TRABAJO)	9.8	3.9	Operario se traslada con radiador de manera pausada y observando al objeto
T3(MESA DE TRABAJO-LAVADO)	6.7	2.5	Encuentra obstrucción y la retira para realizar desplazamiento
T4(LAVADO-ALMACÉN)	13	6.5	Operario va lento, encuentra objetos no correspondientes en el trayecto
T5(ALMACEN-AREA DE TRABAJO)	12.3	6.5	Falta supervisión/Realiza paradas
T6(ÁREA DE TRABAJO-SOLDADURA)	5.7	4.3	Encuentra equipos en el suelo, retira para evitar accidente
T7(SOLDADURA A PINTURA)	9.6	5.1	Encuentra cajas hace un mayor recorrido evitando el obstáculo
TOTAL	68.8	33	

En la tabla 18 encontramos que las demoras son también por actitudes que asume el operario como conversar, por la lentitud con la que va de un lugar a otro, la falta de supervisión para evitar distracciones, la falta de orden, la obstrucción del pase, limpieza que lleva a que tenga que retirar los objetos y mala ubicación de los almacenes y equipos de trabajo; con esto se entiende que es hacer una reorganización de las estaciones de trabajo. La distancia recorrida es de 68.8 metros y el tiempo que se emplea innecesariamente de 33 minutos.

3.3. Diagnóstico de la variable dependiente **productividad**

3.3.1. Productividad de Mano de Obra

Ecuación 5 Productividad M.O.

$$P.MO = \frac{\text{Reparaciones Atendidas en el Trimestre}}{\text{Horas – Hombre empleadas}}$$

Reparaciones Atendidas: 186

HH: 72*8*3=1728

$$P.MO = 0.11$$

Por cada Hora-Hombre se realiza 0,11 unidades en un trimestre

3.3.2 Productividad de Energía Utilizada

Tabla 18

Consumo energético Radiadores Alvites

Mes	Consumo (Kwh)
Enero	107
Febrero	114
Marzo	122
Total	343
Energía diaria (24 días hábiles/mes)	14.3

Ecuación 6 Productividad Energía

$$P.Energía Utilizada = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Energía empleada}}$$

$$P. \text{Energía Utilizada} = \frac{186}{343}$$

$$P. \text{Energía Utilizada} = 0.5$$

Por cada KW que se realizan 0,5 reparaciones en un trimestre

3.3.3 Productividad de materiales

Ecuación 7 Productividad Materiales

$$P. \text{Materiales} = \frac{\text{Reparaciones Atendidas}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Tabla 19

Uso Oxígeno en Reparación

Materiales	Reparación	Cantidad		Total	Costo(m3)	Subtotal
		(m3)	Atenciones			
Oxígeno	Simple	1.4	126	170	15	2010
	Compleja	1.8	60	105	15	1575
TOTAL				275		3585

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

Productividad del Oxígeno en reparación Simple

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{126}{170}$$

$$P. \text{Oxígeno} = 0.7$$

Por cada m³ que se realizan 0,7 reparaciones simples en un trimestre

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

Productividad del Oxígeno en reparación Compleja

$$P. Oxígeno = \frac{\text{Reparaciones atendidas reparación compleja}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

$$P. Oxígeno = \frac{60}{105}$$

Productividad de Oxígeno=0.6

Por cada m3 que se realizan 0,6 reparaciones complejas en un trimestre

Tabla 20

Uso Oxígeno en Reparación

Materiales	Reparación	Cantidad (kg)	Atenciones	Total	Costo(kg)	Subtotal
GLP	Simple	1.15	126	145.0	5.6	812.1
	Compleja	2	60	120	5.6	672.0
TOTAL				265.0		1484

$$P. GLP = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{GLP Utilizado}}$$

Productividad del GLP en reparación simple

$$P. GLP = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{GLP Utilizado}}$$

$$P. GLP = \frac{126}{145}$$

$$P. GLP = 0.87$$

Por cada kg GLP que se realizan 0,87 reparaciones simples en un trimestre

Productividad del GLP en reparación compleja

$$P. Oxígeno = \frac{\text{Reparaciones atendidas compleja}}{\text{GLP Utilizado}}$$

$$P. Oxígeno = \frac{60}{120}$$

$$P. Oxígeno = 0.5$$

Por cada Kg GLP que se realizan 0,5reparaciones compleja en un trimestre

Tabla 21

Uso Aluminio Reparación

Materiales	Reparación	Cantidad (kg)	Atenciones	Total	Costo(kg)	Subtotal
Aluminio	Simple	1.3	126	166.3	60	9979.2
	Compleja	1.9	60	115.2	60	6912
TOTAL				281.5		16891.2

$$P. Alum = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Alum Utilizado}}$$

Productividad del Aluminio en reparación simple

$$P. Aluminio = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{Alum. Utilizado}}$$

$$P. Aluminio = \frac{126}{145}$$

$$P. Aluminio = 0.75$$

Por cada kg Aluminio que se realizan 0,75 reparaciones simples en un trimestre

Productividad del Aluminio en reparación compleja

$$P. Alum = \frac{\text{Reparaciones atendidas compleja}}{\text{Aluminio Utilizado}}$$

$$P. Aluminio = \frac{60}{120}$$

$$P. Aluminio = 0.5$$

Por cada Kg Aluminio que se realizan 0,5reparaciones compleja en un trimestre

3.4. Diseñar implementación de herramientas bajo el enfoque Lean Service



Figura 11 Diseño de la propuesta

3.4.1. 5S

Primero es necesario realizar una evaluación previa del estado en que puede encontrarse en las áreas en que se desarrolla el proceso de reparación de radiadores. Como a continuación se muestra:

EVALUACIÓN 5 S			
Auditor:		Área Evaluada:	
Paola Mendoza Guevara		Reparaciones de Radiadores	
Criterios para la Evaluación			
Valores	1=	Si cumple	0= No cumple
S1=Seiri=Clasificar			
Nº	Descripción	Observaciones	Puntuación
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	Existen objetos que no pertenecen al área	0
2	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	No, los objetos se encuentran en distintas ubicaciones	0
3	¿Esta todo el mobiliario:mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	No,el mobiliario no está identificado ni en buena ubicación	0
4	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	No, se encuentran sin identificación	0
TOTAL			0
S2=Seiton=Ordenar			
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	No, las áreas no estan definidas	0
2	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	Falta la rotulación	0
3	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	No, existe herramientas desgastadas	0
TOTAL			0
S3=Seiso=Limpiar			
1	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios?	No, existe polvo por el material, al igual que grasas.	0
2	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	Inexistencia de personal específico para la limpieza	0
3	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho y con frecuencia?	No hay cronograma de limpieza	0
TOTAL			0
S4=Seiketsu=Estandarizar			
1	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	No existe iniciativa	0
2	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	No se tiene plan de acción	0
3	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	No está documentado los procedimientos	0
4	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	No está implementada la metodología 5S	0
TOTAL			0
S5=Shitsuke Disciplinar			
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	No, ni existe check list	0
2	¿Se utiliza equipo de protección para realizar trabajos específicos?	El epp no se emplea	0
3	¿Está todo el personal capacitado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	No se tiene procedimientos estándares	0
4	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	No las herramientas están en desorden	0
5	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	No hay procedimientos de mejora	0
6	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos?	No	0
TOTAL			0

Figura 12 Evaluación De 5 S previo diseño

Con la aplicación de evaluación 5S, se auditó el área donde se realiza las reparaciones de Radiadores Alvites, respecto a sus 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, SHITSUKE) que tuvo un resultado de 0% de cumplimiento, esto debido que el cumplimiento parcial de alguno de los indicadores no tiene asignación de puntaje, al no cumplirse las tres primeras “S” tampoco es posible evaluar las últimas, como se muestra a continuación:

% Cumplimiento por cada S	
S1	0%
S2	0%
S3	0%
S4	0%
S5	0%

Figura 13 % Cumplimiento 5 S

Puntos Posibles	Puntos Obtenidos	% Cumplimiento
20	0	0%

Figura 14 Puntos posibles

SEIRI “Separar lo necesario de lo innecesario”

En el área de la reparación de Radiadores, son diversos los objetos que se pueden encontrar al igual que las herramientas que no necesariamente son útiles, principalmente cartón que se obtiene de los repuestos, llaves oxidadas, máquinas que no están siendo utilizadas. En relación de los operarios no conocen la metodología 5´S. La no clasificación de los objetos útiles de los no útiles dificulta la realización de las tareas primero por el tiempo que emplea hacer la búsqueda.

Técnica de las Tarjetas Rojas

Es una herramienta de la filosofía Lean que se emplea para la clasificación de los objetos y herramientas, con lo que se determina la urgencia y la acción a tomar.

FERRETERÍA LA 13	
METODOLOGÍA 5S's	
TARJETA ROJA	
FECHA:	No. REGISTRO
ÁREA:	
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO:	
CATEGORÍA (x)	
EQUIPOS	PRODUCTO EN PROCESO
HERRAMIENTAS	PRODUCTO TERMINADO
MAQUINARIAS	RECIPIENTES
PVC	MADERAS
PAPELERÍA	OTRO (ESPECÍFIQUE)
RAZÓN (x)	
CONTAMINANTE	NO SE NECESITA
DEFECTUOSO	USO DESCONOCIDO
DESCOMPUESTO	OTRO (ESPECÍFIQUE)
DESPERDICIO	
DESTINO (x)	
ELIMINAR	ORGANIZAR
INVESTIGAR	OTRO (ESPECÍFIQUE)
RESPONSABLE:	
CANTIDAD:	
OBSERVACIÓN:	

Fuente: Ríos (2021)

Figura 15 Modelo de Tarjeta Roja

SEITON

Tras la clasificación de los objetos y herramientas del área de trabajo (Seiri), se deben ordenar los objetos para lograr una identificación más rápido, de esta manera eliminamos los movimientos innecesarios relacionados a la búsqueda y se reducen los minutos que se emplean en ello.

La organización deberá tener en cuenta la seguridad, apoyo visual y practicidad.

Técnicas para emplear:

Determinar la frecuencia de Uso:

Tabla 22

Determinar la frecuencia de Uso

Frecuencia de Uso	Distancia del operario
Siempre	Junto al operario en carrito móvil
Casi siempre	Cerca del operario
A menudo	Panel de herramientas
Raramente	En estantes en el área de trabajo
Casi nunca	En almacén

De acuerdo con la evaluación preliminar de las 5 “S” realizada el punto del orden al igual que los otros se encuentra en el 0%. Por lo mismo es necesario utilizar también la señalización de las áreas:



Figura 16 Señalización de Área Soldadura

Por otro lado, es necesario organizar las herramientas a través de técnicas como emplear paneles, cajas y carritos móviles en los cuales los operarios tengan los objetos y herramientas de mayor con uso al alcance de su mano de acuerdo con la tabla 21.

SEISO

Para esta tercera “S” se colocó en un pequeño croquis, que se muestra a continuación, las herramientas de limpieza que necesita cada una de las estaciones de trabajo con la finalidad de que el operario las identifique y las emplee de manera adecuada:

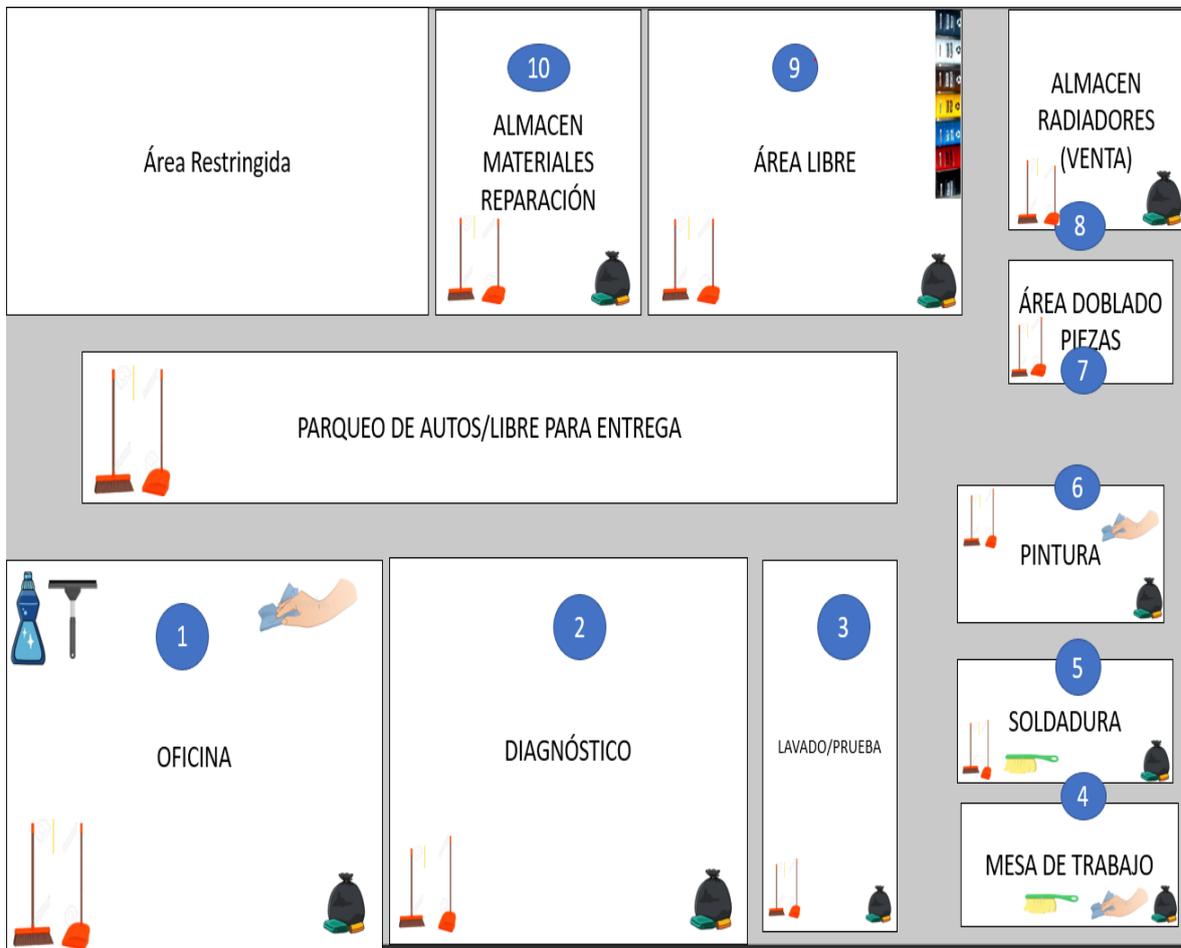


Figura 17 Croquis con Herramientas de limpieza

De la misma manera, se elaboró un cuadro en el cual se determina la frecuencia que se debe emplear cada una de las herramientas:

Tabla 23

Frecuencia uso Herramientas de Limpieza

ITEM	DIBUJO	NOMBRE DE LA HERRAMIENTA	FRECUENCIA DE USO
1		ESCOBA	DIARIO
2		RECOGEDOR	DIARIO
3		BOLSAS	DIARIO
4		TRAPO	UNA VEZ POR SEMANA
5		ESCOBILLA PARA VIRUTA	UNA VEZ CADA DOS DÍAS
6		LIMPIA VIDRIOS	UNA VEZ POR MES
7		CONTENEDORES DE RESIDUOS	UNA VEZ POR SEMANA

Por las herramientas que se muestran en el cuadro junto con su frecuencia y los lugares en los que se deben usar se determinó tres tipos de limpieza:

Limpieza simple:

Se debe hacer diaria y previamente en todas las áreas que se usan para la realización de las reparaciones de radiadores leves o graves, y el encargado es el asistente. Esta limpieza

consiste en barrer y recoger la basura empleando escoba, recogedor y bolsas pequeñas que puedan contener la basura, siendo colocada en los cilindros implementados.

Limpieza regular:

No es tan frecuente como el caso anterior, pero implica el uso del trapo una vez por semana en áreas que contienen mesas y que pueden contener manchas, así como el uso de la escobilla cada dos días para retirar las pequeñas virutas que pueden quedar en la mesa de trabajo, también se vacía los tachos que contienen distintos tipos de residuos.

Limpieza Intensiva:

Dura un día de trabajo consiste en realizar los dos tipos de limpieza anterior, y a estos se suma la limpieza de los vidrios que pueda tenerse en la oficina, de manera que se retire la suciedad que pudo haber quedado impregnada en el mes de trabajo sin interrumpir las operaciones.

Así mismo para la verificación del cumplimiento de la limpieza se creó un formato de inspección:

EVALUACIÓN DE LIMPIEZA			
Auditor:	Área Evaluada:	Reparaciones de Radiadores	
Criterios para la Evaluación			
Valores	OK =Si cumple		N.OK=No cumple
CONCEPTO	OK	N.OK	Observación
¿Se ha identificado los focos de suciedad?			
¿Los pisos se encuentran limpio?			
¿Se identifican las herramientas de limpieza y su uso?			
¿Se cumple con la frecuencia de limpieza?			
Las mesas de trabajo ¿Estan Limpias?			
¿Las herramientas estan limpias y libres de grasas?			
Firma del Auditor			

Figura 18 Formato evaluación de limpieza

SEIKETSU: Estandarización

Para este paso se elaboró un procedimiento escrito de la implementación de las 5 “S”:

	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 ´S	Versión : 01 Fecha : 26.11.2022 Página : 1 de 2
---	--	---

Objetivo:	El objeto de este procedimiento es definir las técnicas a seguir para establecer la metodología de las llamadas “5 S”, dentro Radiadores Alvites E.I.R.L.
Alcance:	El presente procedimiento tiene como alcance a todas las acciones de definición y desarrollo de las fases y documentación precisa para implantación, seguimiento y mejoras de los conceptos de las 3 S: Organización, orden y limpieza y de los otros dos referentes al control visual y disciplina.
Abreviaciones:	GG: Gerente General; SG: Subgerente; TBJ: Trabajadores

Nº	Responsable	Descripción de la Actividad
SEIRI (Clasificar)		
01	GG	Gerente General informa sobre la necesidad de clasificar las herramientas dentro de las áreas de trabajo
02	TBJ	Trabajadores identifican las herramientas que se emplean en cada área de trabajo.
03	TBJ	Trabajadores separan las herramientas de acuerdo con el estado en que se encuentran mediante el uso de tarjetas rojas.
SEITON(ORDENAR)		
04	GG/SG	Realizan la compra de equipos y anaqueles que faciliten el orden de las herramientas que se seleccionaron.
05	SG	Realiza la determinación de espacios físicos para las estaciones de trabajo.
05	TBJ	Colocan las herramientas en la paneles y estantes que fueron adquiridos por el GG y S. Así mismo, se aseguran de que los espacios estén bien delimitados y dentro de ellos las herramientas y equipos para realizar el trabajo.
SEISO(LIMPIAR)		
06	SG	Revisa el croquis con las indicaciones visuales de limpieza, e imprime y coloca la tabla de uso de herramientas de limpieza en un lugar visible.
07	SG	Explica a los trabajadores los tipos de limpieza y la frecuencia que se realizará cada una de ellas.
08	GG	Gerente General designa a un trabajador para que aplique el formato de inspección de limpieza de manera aleatoria a manera de auditoria
SEIKETSU(ESTANDARIZAR)		
07	GG	Encarga al tesista documentar el procedimiento que se empleará para trabajar las 5´S.
08	GG/SG/TBJ	Emplean apoyo visual, líneas de división señalización, e imparten indicaciones para mantener las 3” S” anteriores
09	GG	Gerente General encarga la responsabilidad de supervisar el cumplimiento de las 5 “S” al Subgerente.
SHITSUKE (AUTODISCIPLINA)		
10	GG	Involucra a cada uno de los miembros de la organización con la implementación de las 5 ´S”
11	GG	Determina los mecanismos necesarios para hacer cumplir la metodología.
12	GG/SG	Crean espacios para reforzar la mejora continua y tomar decisiones que faciliten en cumplimiento de las 5 “S”

PREPARADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	COPIA CONTROLADA
Nombre: Paola Mendoza Guevara	Katty Vasquez de Alvites	Ernesto Alvites Ninaquispe	
Cargo: Tesista	Subgerente	Gerente General	
Fecha: 26.11.2022	28.11.2022	01.12.2022	

Figura 19 Procedimiento 5S-1

	<p>PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 'S</p>	<p> Versión : 01 Fecha : 26.11.2022 Página : 2 de 2 </p>
---	---	--

CONTROL DE CAMBIOS

N° Página	Resumen del Cambio	Fecha	Autorizado por

PREPARADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	COPIA CONTROLADA
Nombre: Paola Mendoza Guevara	Katty Vasquez de Alvites	Ernesto Alvites Ninaquispe	
Cargo: Tesista	Subgerente	Gerente General	
Fecha: 26.11.2022	28.11.2022	01.12.2022	

Figura 20 Procedimiento 5S-2

SHITSUKE (Autodisciplina)

Este última “S”, se podrá desarrollar primero haciendo de conocimiento a cada uno de los trabajadores las mejoras que traerá su aplicación, para ello deberán acatar cada una de las estrategias que se presentan en las “S” anteriores. Aquí se presentan algunas sugerencias que debieran trabajarse para la implementación total de las 5 “S”:

- Capacitarse en la cultura de las 5 “S”
- Involucrar a todos los niveles de la organización.
- Sesiones de revisión de las 5 “S”.
- Emplear los formatos de Inspección y Evaluación.
- Mejorar el flujo de comunicación.
- Motivar la clasificación, el orden y limpieza en las áreas de trabajo.

3.4.2. Rediseño de Layout

Se procedió a rediseñar la planta utilizando una distribución por proceso o función como se muestra en la figura:

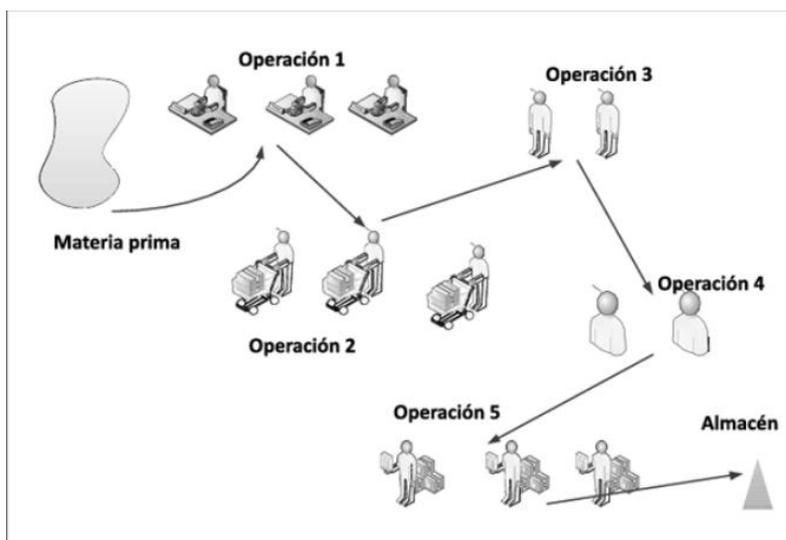


Figura 21 Diseño Layout

Este modelo de distribución tiene los siguientes criterios:

- Cada proceso en un área específica.
- Las operaciones tienen una secuencia lógica.
- Las estaciones de trabajo se colocan de acuerdo con su afinidad con el procedimiento anterior, reduciendo así los movimientos de transporte

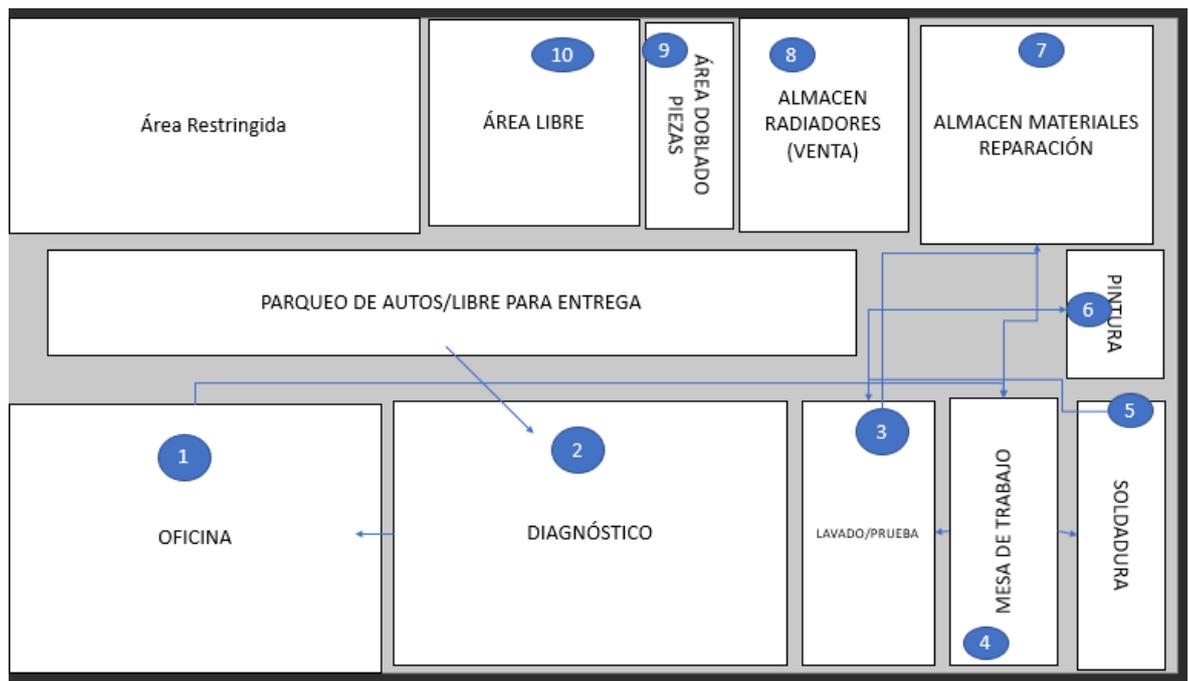
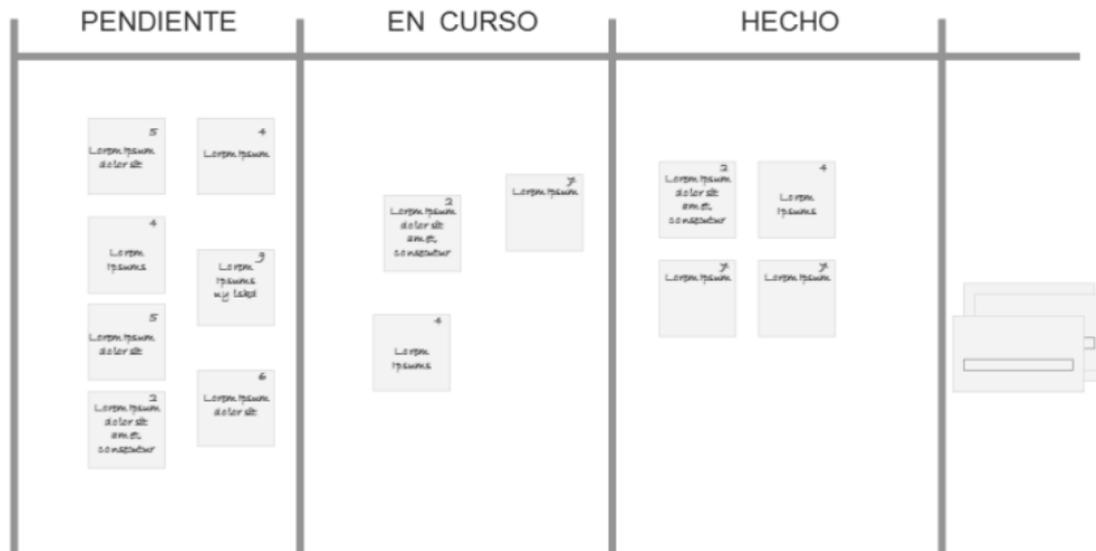


Figura 22 Nuevo Diagrama de Espaguetti

3.4.3. KANBAN

En el caso de Kanban, trabaja la organización de las tareas con el apoyo visual de un tablero que permitirá identificar el avance de cada una de las reparaciones que se estén realizando en el taller. Para implementar este tablero se debe tener en cuenta:

- Conocer en detalle las etapas de los servicios en estudio.
- Tener el VSM
- Personal que actualice de forma constante el tablero



Fuente: Openwebinars

Figura 23 Tablero Kanban

3.4.4. JIDOKA

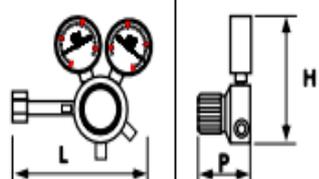
Esta técnica de la filosofía de lean está ligada a la automatización y su intervención para evitar el error humano por lo mismo, para el servicio de la reparación de radiadores se pueden considerar la compra de equipos y herramientas que regulen el uso de las materias, y mejoren la productividad del tiempo de los operarios. A continuación, se muestran las opciones consideradas para la reparación de radiadores:

- Se propone el uso de una llave para regular el paso del oxígeno que se emplea para las soldaduras de las reparaciones de los radiadores, de esta manera no se desperdiciaría la materia ya que el paso de oxígeno sería constante y controlado a diferencia de tener el paso libre y por el hecho de estar en un área abierta el caudal es mayor por tanto mayor consumo del O₂.

Características Constructivas:

GAS DE USO:	OXIGENO		
NORMAS DE APLICACIÓN:	UNE-EN-2503		
APLICACIONES:	Procesos de soldadura, calentamiento y corte con llama. Llenado de depósitos, presurización y barrido de conductos y cualquier regulación de presión de gases combustibles o inertes.		
MATERIALES:	S/EN 29.539		
Cuerpo (Tratamiento)	LATÓN CuZn39Pb3	Juntas	NYLON Y EPDM
Tapa (Tratamiento)	LATÓN CuZn39Pb3	Filtro	LATÓN SINTERIZADO
Cierre	CAUCHO	Membrana	NBR
Resorte Presión	ACERO DIN 2076 ZINCADO	Resorte Cierre	ACERO INOXIDABLE 17224

MANOMETROS DE PRESIÓN:	S/EN 562 Clase 2,5		
ROSCA DE ENTRADA:	G5/8" RH EXT.	ROSCA DE SALIDA:	G1/4" RH

PESO:	2,085 Kg.	DIMENSIONES:		L=	19 cm.
Tª máxima uso:	60°C			P=	12 cm.
Tª mínima uso:	-20°C			H=	15 cm.

Características Técnicas:

CLASE S/UNE-EN-2503:	Clase 3	
PRESIÓN MÁXIMA DE ENTRADA (P1):	200 bar	
PRESIÓN MÁXIMA DE SALIDA (P2):	10 bar	
CAUDAL NOMINAL (Q1):	80 m³/h	
PRESIÓN DE SALIDA ESTABILIZADA (P4):	10,3 bar	
CAUDAL MÁXIMO A PRESIÓN P2 (Q máx.):	100 Nm³/h	
COEFICIENTE DE INCREMENTO DE PRESIÓN (R):	0,06	
COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD (i):	0,095	

Figura 24 Modelo llave para regular el paso del oxígeno

Se Plantea además el uso de un economizador de gas, en el caso de Radiadores Álvites sería el GLP, que se emplea para la soldadura tic, este economizador permite regular la presión y de esta manera reduce las mermas de gas que se puedan tener.



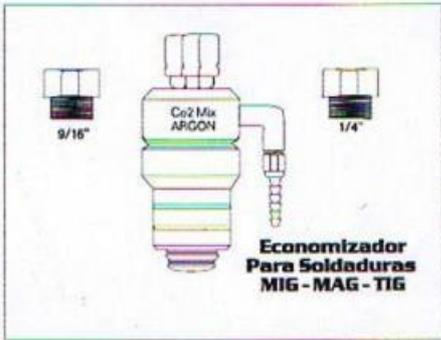
TECNO 2001

Economizador de gas para soldaduras MIG - MAG - TIG

TECNO 2001 es la idea mas revolucionaria en la economía de gases para los procesos de soldadura MIG - MAG - TIG.

TECNO 2001 es una válvula reguladora de presión que permite un ahorro de gas ARGON, CO2 o MIX desde 30% a 50% de acuerdo al tipo de trabajo desarrollado.

TECNO 2001 se puede conectar a cualquier Fluómetro o Flujomanómetro de cualquier marca para Argón, CO2 y a redes de distribución de gas instaladas en fábricas.



REDUCE EL COSTO DEL GAS ENTRE 30% a 50%

La mayor economía de gas se obtiene en aquellos procesos de soldadura MIG-TIG donde hay mucha intermitencia, es decir, tiempos cortos de soldadura. ¿Por qué?

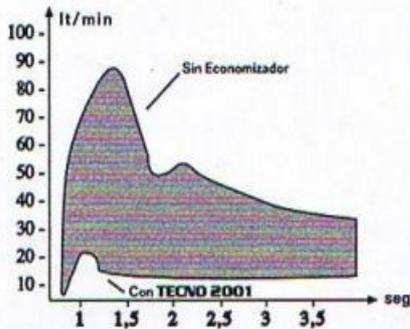
El motivo es que la manguera de gas está inchada con toda la presión de gas. Al accionar el gatillo de la pistola MIG o al abrir la válvula de la pistola TIG, el gas sale en un "PICK" de presión, ocasionando un exceso de consumo momentáneo hasta que se estabiliza la presión de trabajo. Realizando ésta operación decenas de veces al día hay un consumo de gas considerablemente grande e inútil.

El economizador **TECNO 2001**, garantiza un flujo regular de gas, en la cantidad exacta y sin ninguna pérdida.

Pruebas de laboratorio y confirmadas en el terreno con los usuarios han demostrado que se puede obtener un ahorro efectivo de gas de hasta 50%

Compare en el gráfico la diferencia de consumo con y sin economizador

TECNO 2001



Claudio Gay 2535 • Teléfonos: 56-2 689 4269 • 56-2 689 7582 • Fax: 56-2 689 1888
• email: mersud@entelchile.net • Casilla: 2643 • Santiago

Figura 25 Llave para reducir el consumo del gas

Además, para garantizar un consumo óptimo de la energía, se propone emplear un interruptor diferencia, de manera que el paso de energía sea constante de manera que en picos de tensión no se exceda el consumo, permite también la seguridad del trabajador, el buen funcionamiento de máquina y reducir la posibilidad de corto circuito.

Hoja de datos del producto **EZ9R36440** Características **INTERRUPTOR DIFERENCIAL EASY9 4X40A 30MA**



Principal

Rango de producto	Easy9
Tipo de producto o componente	Disyuntor de corriente residual (RCCB)
Modelo de dispositivo	Easy9 RCCB
Poles	4P
Posición de polo de neutro	Izquierda
Corriente nominal	40 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad a la fuga a tierra	30 mA
Retraso tiempo protec. pérdida a tierra	Instantáneo
Prot. c. fuga a tier. (tabular)	Tipo AC
Capacidad de cierre y corte nominal	500 A
Rated conditional short-circuit current	Easy9 MCB: 6000 A 40 A

Complementario

Ubicación dispositivo sistema	Salida
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Tensión asignada de empleo	400 V CA 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente tensión
Tensión asignada de aislamiento	440 V CA
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicación de contacto positivo	Sí
Tipo de control	Palanca de conmutación
Modo de montaje	Clip-on
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de juego de bar	Superior: Sí
Pasos de 9 mm	8
Alto	82 mm
Ancho	72 mm
Profundidad	72 mm
Color	Gris (RAL 7035)
Endurancia mecánica	5000 ciclos
Endurancia eléctrica	AC: 2000 ciclos 400 V C.A 50/60 Hz
Conexiones - terminales	Terminal tipo túnel (arriba o abajo) 1...35 mm ² rígido Terminal tipo túnel (arriba o abajo) 1...25 mm ² flexible
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Figura 26 Interruptor Diferencial

3.5. Resultados de la variable independiente Lean

De acuerdo con Chumacero (2019), muestra que tras la aplicación de herramientas de Lean Service se puede lograr a alcanzar una variación de 83% en relación con la disminución del tiempo de ciclo de cada actividad para el proceso que analiza.

Fuertes (2019) en su tesis Explica que luego de la aplicación de las herramientas Lean la eficiencia de sus operarios pasa de 45% a 90 % por la mejora de tiempos de trabajo. Además, recalca que los resultados que obtuvo no pueden ser posible si no se mejora los procesos, y distribución de taller (Layout).

López et al. (2015) escribe Para mejorar la calidad percibida por los clientes, la metodología 5S en las actividades de servicio debe enfatizar su implantación en las zonas de contacto con los clientes. Para una aplicación exitosa de 5S en una organización de servicios, El equipo multifuncional de operadores debe considerar la limpieza general.

Parte de la propuesta que se ejecutó en el taller de reparaciones de Radiadores son las siguientes:

SEIRI:

Se llevó de manera empírica la clasificación general de herramientas de acuerdo con su estado



Figura 27 Herramientas sin clasificar



Figura 28 Herramientas Oxidadas

SEITON:

Para ordenar las herramientas en buen estado y teniendo en cuenta su frecuencia se hizo uso de un carrito móvil, cajas de herramientas y estante para organizar:



Figura 29 Carrito móvil



Figura 30 Caja de herramientas



Figura 31 Estante Organizador

SEISO



Figura 32 Operario Limpiando



Figura 33 Operario Aplicando Clasificación

Para la tercera S de la filosofía Lean Service, vemos a los operarios cumpliendo con la limpieza de acuerdo con el cronograma, así como la limpieza de herramientas y su conjunta clasificación empleando los criterios propuestos.

Por lo mencionado en párrafos anteriores, y tras la aplicación de las herramientas de lean service se muestran los siguientes resultados:

Tabla 24

Movimientos de Therblig con la Mejora

N°	THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TIPO		EVIDENCIA
				EFIC.	INEFIC.	
1	Ensamblar	E	Operario junta dos piezas como parte del proceso de reparación			

2	Inspeccionar	I	Operario revisa el estado de la máquina de soldar antes de su uso			
3	Posicionar	P	Operario durante el trabajo posiciona el equipo antes de continuar tareas			
4	Descansar	D.E. S	Pausa realizada para evitar la fatiga de los trabajadores antes de retomar actividades			
5	Mover	M	Operario Mueve Radiador al área de trabajo.			
6	Usar	U	Operario realiza tarea de pintado			
7	Usar	U	Operario usa herramientas para alinear pieza			
8	Usar	U	Operario realiza tarea de limpiar radiador			
9	Usar	U	Operario realiza lavado de radiador.			

10	Alcanzar	AL	Operario toma pieza para alcanzar a su compañero			
TOTAL				7	3	

Porcentaje de movimientos eficientes

Ecuación 8 Fórmula Movimientos Eficientes

$$M.E \% = \frac{\text{Cant. Movimientos eficientes}}{\text{Cant. Movimientos realizados}} \times 100$$

$$M.E = \frac{7}{10} \times 100$$

$$M.E = 70\%$$

De la tabla anterior en la cual se clasificaron los movimientos bajo el mecanismo de therblig, dentro del proceso de reparación de radiadores y tras la implementación de la metodología 5 s se eliminaron los movimientos innecesarios pasando así de 47% a 70% de movimientos eficientes.

Porcentaje de movimientos Ineficientes

Ecuación 9 Fórmula Movimientos Ineficientes

$$M.I \% = \frac{\text{Cant. Movimientos eficientes}}{\text{Cant. Movimientos realizados}} \times 100$$

$$M.I = \frac{3}{10} \times 100$$

$$M.I = 30\%$$

De la tabla anterior en la cual se clasificaron los movimientos bajo el mecanismo de therblig, dentro del proceso de reparación de radiadores tras la implementación de la metodología 5 s se logra identificar que el 30 % de los movimientos son Ineficientes.

Tras la eliminación de algunas actividades como la búsqueda de herramientas gracias al nuevo orden de estas, sumado a ello la implementación de tablero Kanban para la organización de las tareas y conociendo por otros autores que los tiempos ciclo se pueden reducir hasta en un 83%.

Tabla 25

PROM. % mejora por otros autores

AUTOR	% DE MEJOR DESPUES DE LEAN SERVICE
CHUMACERO	83%
LOPEZ	15%
PROM.	42%

En la table 24 se obtuvo un promedio de 42% que se empleará para los nuevos cálculos , a continuación se muestra un nuevo VSM

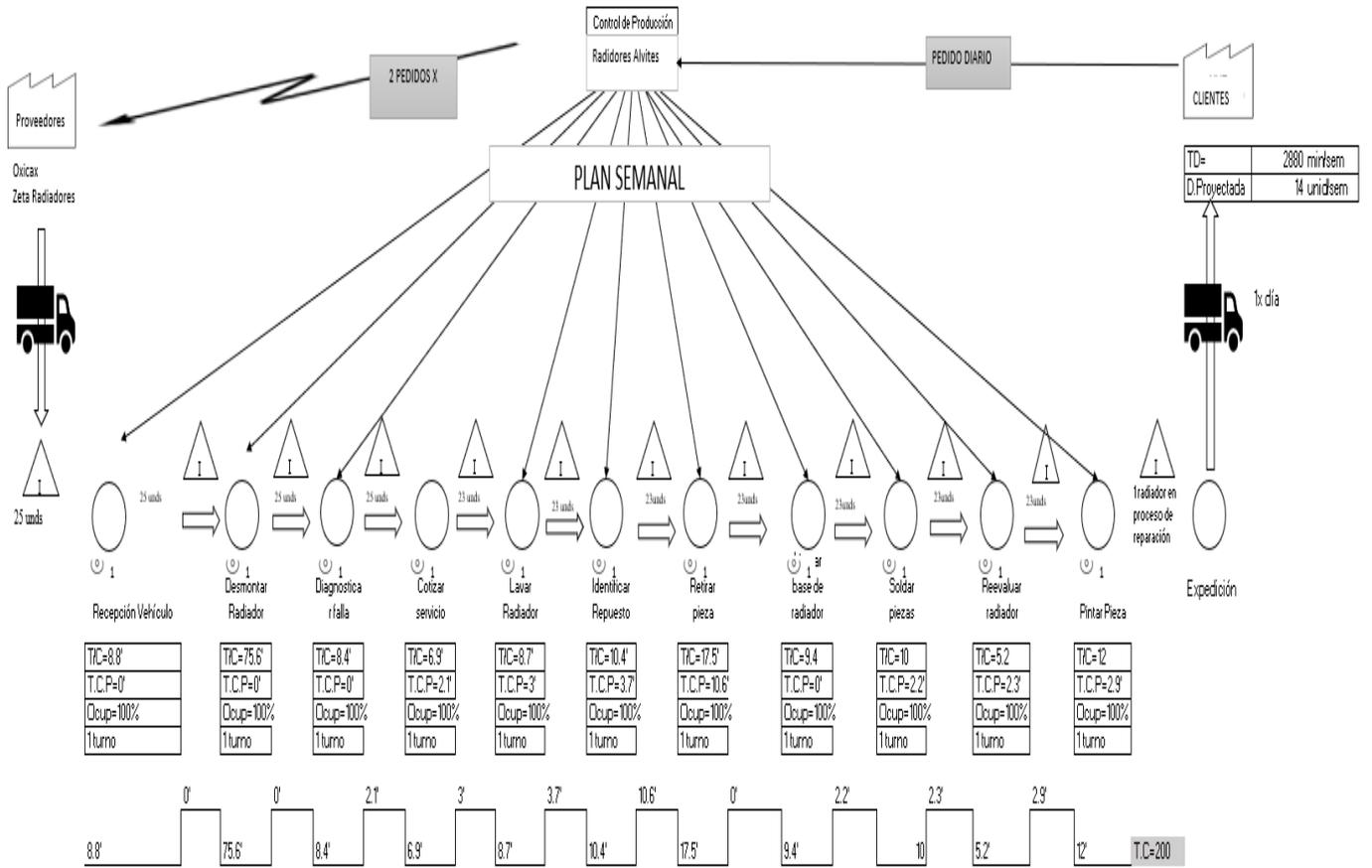


Figura 34 VSM REPARAICÓN SIMPLE MEJORADO

La figura 33 muestra de manera gráfica las mejoras de las operaciones que añaden Valor al proceso, que son aquellas representadas por círculos y que contienen una caja de información y de la cual se obtiene la data para ver lo que realmente se está trabajando o cálculo del Touch Time.

Tabla 26

Touch Time Mejorado

Descripción	Símbolo	UND	Valor
Act. Valor añadido	V.A	min.	173.2
Act. Sin Valor añadido	N/V.A	min.	26.8
TIEMPO CICLO			200.0
%Touch Time	TT	min.	87%

Al ver sido una reducción proporcional en el tiempo de las actividades el Touch Time mantiene su porcentaje del 87%, sin embargo, el TC viene siendo un equivalente a 200 minutos, habiendo una diferencia de 144 minutos con el VSM de reparación Simple del diagnóstico.

Antes de obtener el VSM Mejorado de la empresa fue necesario realizar la mejora en las métricas, como se muestra a continuación:

Tabla 27

Métricas reparación simple mejoradas

Descripción	Símbolo	Valor	UND
Demanda Mensual	DM	56.0	UND/mes
Días hábiles	DH	24.0	días/mes
Demanda Diaria	DD	2.3	UND/día

De la tabla ahora se muestra que con un tiempo de ciclo menor puede atenderse 56 unidades por reparación simple existiendo un avance de 14 unidades más en un mes, el resultado de 2.3 indica con claridad que en un día se llega a atender hasta dos reparaciones

simple que finaliza en entrega al cliente y una que queda en proceso, a diferencia que en el diagnostico solo se podía culminar con una.

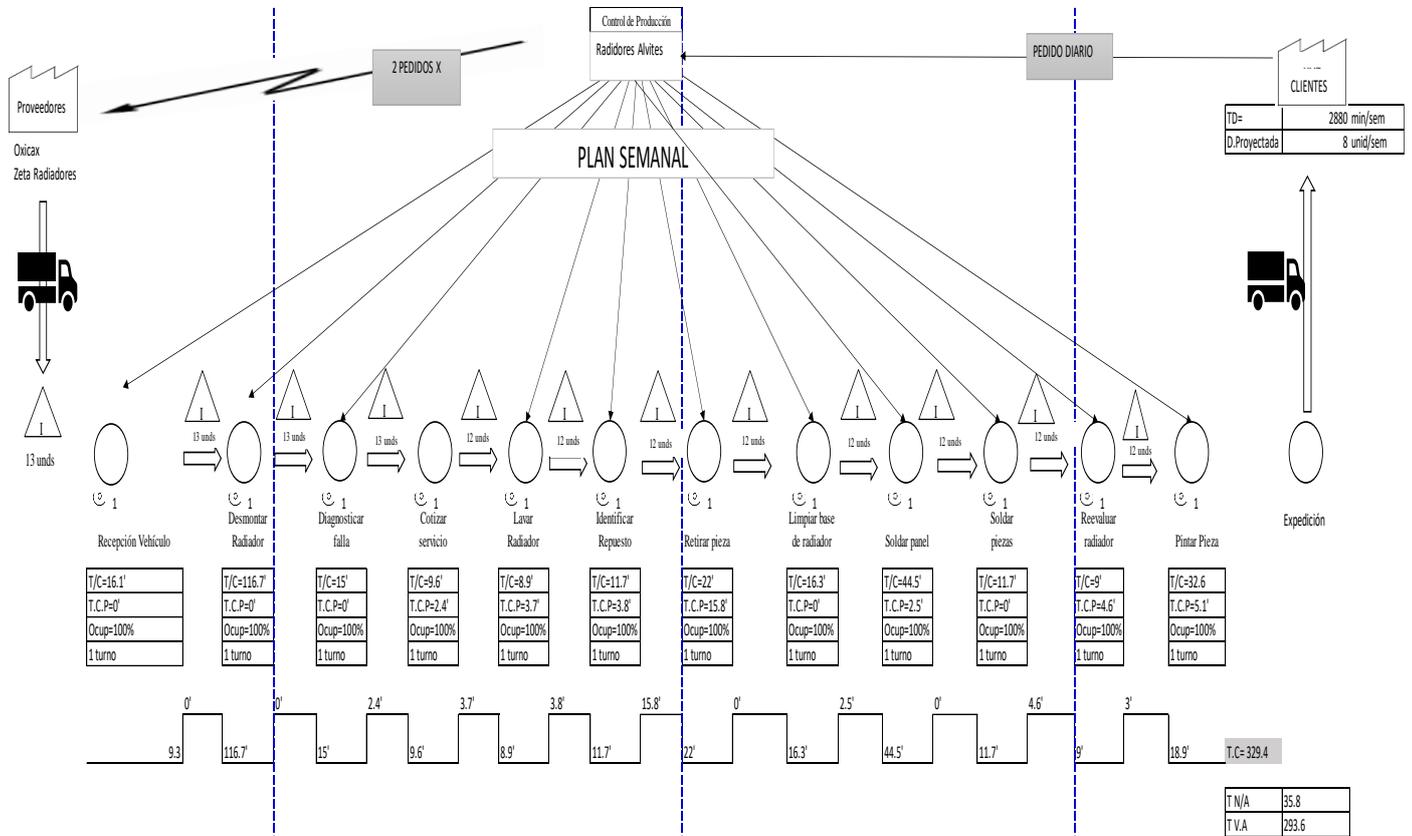


Figura 35 VSM Reparación mejorada

La figura 34 muestra de manera gráfica las operaciones que añaden Valor al proceso mejorado de reparación compleja, que son aquellas representadas por círculos y que contienen una caja de información y de la cual se obtiene la data para ver lo que realmente se está trabajando o cálculo del Touch Time.

Tabla 28

Touch Reparación Compleja mejorada

Descripción	Símbolo	UND	Valor
Act. Valor añadido	V.A	min.	293.6
Act. Sin Valor añadido	N/V. A	min.	35.8
TIEMPO CICLO			329.4
% Touch Time	TT	min.	89%

La tabla 27 nos permite visualizar, que las actividades con valor añadido equivalentes al 89% del tiempo empleado al igual que en el diagnóstico con la diferencia de que siendo paso de ser un equivalente a 567.9 min a solo 293.6 min, y el restante del tiempo que son 61.6 min no generan valor para la empresa pasaron a ser 35.8 min.

Antes de obtener el VSM Mejorado de la reparación compleja de la empresa se proyectaron nuevas métricas, que se muestran a continuación:

Tabla 29

Cálculo demanda reparación compleja mejorado

Descripción	Símbolo	Valor	UND
Demanda Mensual	DM	32.0	UND/MES
Días hábiles	DH	24.0	DÍAS/MES
Demanda Diaria	DD	1.3	UND/DÍA

De la tabla 28 teniendo como referencia las 32 unidades por reparación compleja que se pueden atender en un mes se calculó la demanda diaria, se pasó del resultado de 0.8 a 1.3 indicando con claridad que en un día se puede llegar a atender una reparación de este tipo y una que queda en proceso.

Finalmente, la variación de tiempo ciclo para este caso es de: 238.2 min

Además de la mejora en la eliminación de movimientos ineficientes de therblig, también con la aplicación del nuevo layout las distancias de recorrido entre las áreas de los procesos se ven acortadas y por tanto mejorado los transportes

Tabla 30

Diagrama Espagueti mejorado

RESUMEN DIAGRAMA ESPAGUETI MEJORADO		
PROCESO REPARACIÓN SIMPLE DE RADIADOR		
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA(m)	TIEMPO (min)
T1(DIAGNÓSTICO-A OFICINA)	6.5	2.8
T2(OFICINA-MESA DE TRABAJO)	9.8	2.9
T3(MESA DE TRABAJO-LAVADO)	2.7	1.4
T4(LAVADO-ALMACÉN)	8	3.5
T5(ALMACEN-AREA DE TRABAJO)	7.2	1.9
T6(ÁREA DE TRABAJO-SOLDADURA)	2.7	2.2
T7(SOLDADURA A PINTURA)	3.6	3.1
TOTAL	40.5	20.8

Se tiene una variación de 28.3 en metros y en cuanto al tiempo empleado para las actividades hay una reducción de 9.85 minutos en el caso de una reparación simple y en el caso de una reparación compleja es de 12.2 minutos.

3.6 Estimación de porcentajes para la mejora

Tabla 31

Estimación de %

AUTOR	ANTECEDENTE /CITA	ESTIMACIÓN PARA LA MEJORA	VARIABLE DE APLICACIÓN
humacero(2019)	La aplicación de herramientas de Lean Service se puede lograr a alcanzar una variación de 83% en relación con la disminución del tiempo de ciclo de cada actividad para el proceso que analiza.	42%(Se considera la mitad del porcentaje que encontró el autor ya que solo coinciden el 50% de las herramientas Lean service con la presente investigación siendo estas :VSM, KANBAN Y 5S)	Lean Service (Mejora del tiempo ciclo -Herramienta VSM-Unidades de producción)
Departamento de Energía de los Estados Unidos	Los dispositivos electrónicos en modo de espera pueden representar hasta el 10% del consumo total de energía en los hogares. Al utilizar llaves diferenciadoras para desconectar completamente los dispositivos, se evita este consumo	10% por cada llave diferenciadora que se propone usar	Productividad(Mejora en el uso de energía eléctrica)
Ficha Técnica de Economizador de gas para soldadura MIG-MAG-TIG.(MERSUD)	Economizador de gas para soldadura MIG-MAG-TIG. Reduce el costo del gas entre 30% a 50%.	Se empleó el promedio para el nuevo cálculo siendo este de 40%	Productividad(Mejora en el uso de GLP y material de soldadura)
GCE CUTTING & WELDING TECHNOLOGIES(202	La primera etapa reduce la presión de entrada más del 15% y el gran diafragma de la segunda etapa asegura el suministro de presión estable, con una presión de cierre casi nula.	El uso de la llave reguladora de paso de oxígeno ,ayudaría a reducir un 15% de su consumo.	Productividad(Mejora en el uso de Oxígeno y material de soldadura)

3.7 Resultados de la mejora en la productividad

Un estudio realizado en una empresa de fabricación de piezas de automóviles encontró que la implementación de JIDOKA permitió reducir el tiempo de procesamiento de los pedidos en un 60% y reducir el número de errores en el proceso en un 80% (Womack y Jones, 2010).

"El sistema de JIDOKA es una herramienta clave para aumentar la productividad en la fabricación, ya que se enfoca en la detección temprana de problemas y en su solución, evitando que los errores se propaguen a través de la cadena de producción." (Revista de Economía Industrial, 2019)

"El uso de JIDOKA es una de las principales razones detrás del éxito de Toyota en la fabricación. Al identificar y solucionar problemas de inmediato, Toyota ha sido capaz de aumentar la calidad y la eficiencia en la producción, lo que ha llevado a una mayor productividad." (The Lean Post, 2016)

"La implementación de JIDOKA puede tener un gran impacto en la productividad y la calidad en la producción. Al detectar y solucionar problemas rápidamente, se puede reducir el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia, lo que a su vez puede mejorar la productividad." (Hameed y Amjad, 2015)

Esta variable se logró acrecentar gracias a los tiempos mejorados y por la técnica de JIDOKA en la cual se emplea la tecnología:

Para el cálculo mejorado de mano de obra se consideró el total de producción o servicios en un trimestre entre las horas hombre empleadas.

Productividad de Mano de Obra Mejorado

$$P.MO = \frac{\text{Reparaciones Atendidas en el Trimestre}}{\text{Horas – Hombre empleadas}}$$

Reparaciones Atendidas: 296

HH: 72*8*3=1728

$$P.MO = 0.17$$

Por cada Hora-Hombre se realiza 0,17 unidades en un trimestre, subiendo en 0.06 con respecto al cálculo sin la mejora.

Productividad de Energía Utilizada Mejorado

Tabla 32

Consumo energético Radiadores Alvites

Mes	Consumo (Kwh)
Enero	85.6
Febrero	91.2
Marzo	97.6
Total	274.4
Energía diaria (24 días hábiles/mes)	11.43

$$P.Energía Utilizada = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Energía empleada}}$$

$$P.Energía Utilizada = \frac{296}{274.4}$$

$$P.Energía Utilizada = 1.17$$

Por cada KW que se emplea se realizan 1.17 reparaciones en un trimestre con la mejora de las llaves diferenciadoras, utilizando para ello una reducción de consumo del 20% teniendo en cuenta que son 2 las llaves.

Productividad de materiales

$$P. \text{Materiales} = \frac{\text{Reparaciones Atendidas}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Tabla 33

Uso Oxígeno en Reparación

Materiales	Reparación	Cantidad (m3)	Atenciones	Total	Costo(m3)	Subtotal
Oxígeno	Simple	1.05	215	225.75	15	3386.25
	Compleja	1.35	81	109.35	15	1640.25
TOTAL				335.1		5026.5

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

Productividad del Oxígeno en reparación Simple

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{215}{225.75}$$

$$P. \text{Oxígeno} = 0.95$$

Por cada m³ que se realizan 0.95 reparaciones simples en un trimestre

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

Productividad del Oxígeno en reparación Simple

$$P. \text{Oxígeno} = \frac{\text{Reparaciones atendidas reparación compleja}}{\text{Oxígeno Utilizado}}$$

$$P. Oxígeno = \frac{81}{109.35}$$

$$P. Oxígeno = 0.74$$

Por cada m³ que se realizan 0,74 reparaciones complejas en un trimestre.

Tabla 34

Uso GLP en reparación

Materiales	Reparación	Cantidad (kg)	Atenciones	Total	Costo(kg)	Subtotal
GLP	Simple	0.8	215	172	5.6	963.2
	Compleja	1.4	81	113.4	5.6	635.04
TOTAL				285.4		1598.24

$$P. GLP = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{GLP Utilizado}}$$

Productividad del GLP en reparación simple

$$P. GLP = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{GLP Utilizado}}$$

$$P. GLP = \frac{215}{172}$$

$$P. GLP = 1.25$$

Por cada kg GLP que se realizan 1,25 reparaciones simples en un trimestre

Productividad del GLP en reparación compleja

$$P. Oxígeno = \frac{\text{Reparaciones atendidas compleja}}{\text{GLP Utilizado}}$$

$$P. GLP = \frac{81}{113.4}$$

$$P. GLP = 0.71$$

Por cada Kg GLP que se realizan 0,71 reparaciones compleja en un trimestre

Tabla 35

Uso Aluminio Reparación

Material	Reparación	Cantidad (kg)	Atenciones	Total	Costo(kg)	Subtotal
Aluminio	Simple	1.1	215	236.5	60	14190
	Compleja	1.6	81	129.6	60	7776
TOTAL				366.1		21966

$$P. Alum = \frac{\text{Reparaciones atendidas}}{\text{Alum Utilizado}}$$

Productividad del Aluminio en reparación simple

$$P. Aluminio = \frac{\text{Reparaciones atendidas simple}}{\text{Alum. Utilizado}}$$

$$P. Aluminio = \frac{215}{126}$$

$$P. Aluminio = 0.9$$

Por cada kg Aluminio que se realizan 0,9 reparaciones simples en un trimestre

Productividad del Aluminio en reparación compleja

$$P. Alum = \frac{\text{Reparaciones atendidas compleja}}{\text{Alum. Utilizado}}$$

$$P. Aluminio = \frac{81}{129.6}$$

$$P. Aluminio = 0.62$$

Por cada Kg Aluminio que se realizan 0,62 reparaciones compleja en un trimestre

3.7 Operacionalización de la Variable

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad	ACTUALIDAD		PROPUESTA		Interpretación	
					Tipo Reparación		Tipo Reparación			
					Simple	Compleja	Simple	Compleja		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	“La Productividad es la relación entre la producción de bienes, en el caso de una empresa manufacturera, o ventas en el de los servicios, y las cantidades de insumos utilizados” (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2001, p.18).	PRODUCCIÓN	Unidades Producidas	Unidad/Trim:	126	60	215	81	La producción trimestral de reparación simple son 126 y reparación compleja 60, con la propuesta se pretende que sean 215 y 81 respectivamente.	
			Productividad M. O a Hombre	Unidad/Hora	0.11		0.17		Por cada Hora-Hombre se realiza 0,1 unidades en un trimestre, tras la mejora se pretende que sea un 0.17	
		PRODUCTIVIDAD	Productividad Energía Eléctrica	kw		0.5		1.17		Se realizaban 0.5 reparaciones por kw usado ahora se podran realizar 1.17.
				Unid/Kg		0.7	0.6	1.25	0.71	Por cada kg GLP se realiza 0.7 reparación simple, 0.6 reparación compleja; con la propuesta seria de 1.25 y 0.71
			Productividad de Materiales	Unid/m3		0.87	0.5	0.95	0.74	Por cada m3 de Oxígeno se realiza 0.87 reparación simple, 0.5 reparación compleja; con la propuesta seria de 0.95 y 0.74
				Unid/Kg		0.75	0.5	0.9	0.62	Por cada Kg de Aluminio se realiza 0.75 reparación simple, 0.5 reparación compleja; tras la mejora estos valores serían 0.9 y 0.62 respectivamente.

Figura 36 Operacionalización Variable Productividad

De Reparación en Radiadores Alvites E.I.R.L”

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad	ACTUALIDAD Tipo Reparación		PROPUESTA Tipo Reparación		Interpretación
					Simple	Compleja	Simple	Compleja	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN SERVICE	El Lean Service es la aplicación de las metodologías Lean en el sector servicios. Se basa en la identificación y eliminación de cualquier actividad que agregue costos sin valor desde la perspectiva de los clientes (Anel J., 2021)	Movimientos	Movimientos eficientes	%	47		70		De acuerdo con la categorización de Movimientos Therbligs en proceso de reparación se identifica un 47% de movimientos eficientes. Con la mejora los mov. Eficientes pasarían a ser el 70%
			Movimientos ineficientes	%	53		30		De acuerdo con la categorización de Movimientos Therbligs en proceso de reparación se identifica un 53% de movimientos ineficientes. Con la mejora los mov. Eficientes pasarían a ser el 30%
		Tiempo	Tiempo de ciclo	Min.	344.67	567.85	200	329.4	El tiempo de ciclo de la reparación simple es de 344.67 min, mientras que el de la reparación compleja es 567.85 min, con el diseño lean se mejora los TC convirtiéndose en 200 min y 329.4
			Tiempo de Valor Añadido	Min.	298.3	506.3	173.2	293.6	El tiempo de valor de añadido es de 298.3 min, mientras que el de la reparación compleja es 506.3 min ; sin embargo con la propuesta mejorarían siendo los nuevo TVA 173.2 y 283.6
			Tiempo Sin Valor Añadido	Min.	46.37	61.55	26.8	35.8	El tiempo sin valor añadido de la reparación simple es de 46.37 min, mientras que el de la reparación compleja es 61.55 min con la mejora estos tiempos pasan a ser de 26.8 y 35.8 min respectivamente.
		Transporte	Distancia recorrida	Metros	68.8		40.5		La distancia recorrida es de 68.8 metros en ambos tipos de reparación, con la mejora los metros recorridos son 40.5.

Figura 37 Operacionalización Variable Lean Service

3.8 Evaluación económica

Tabla 36

Costos por procedimiento

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total S/.
Grupo electrógeno herramientas	1	S/ 6,300.00	S/ 6,300.00
Maletas de herramientas	3	S/ 1,800.00	S/ 5,400.00
Computadora de escritorio	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Economizador de Gas	1	S/ 650.00	S/ 650.00
Regulador de Oxígeno industrial	1	S/ 844.20	S/ 844.20
Interruptor diferencial	2	S/ 260.00	S/ 520.00
Estante para herramientas y repuestos	1	S/ 400.00	S/ 400.00
TOTAL			S/ 15,614.20

Para lograr un incremento de la productividad, se requiere de un grupo electrógeno completo, el cual, el precio es de S/. 6300 nuevos soles, una computadora para realizar las proyecciones de entradas mensuales, esta tendrá con un costo de S/.1500 contando con capacidades básicas como contar con un procesador Intel Core I5 de onceava generación como mínimo para el correcto funcionamiento de programas.

Para la mejora de tiempos de ejecución entre los operarios que se encargan de realizar las reparaciones se requiere de 3 maletas de herramientas con un precio base de S/. 1800, las cuales serán equipadas sobre un estante de metal a la que se le presupuestan S/. 400.

Tabla 37

Costos de Capacitación

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S/./hora	Total semestral S/.	Total anual S/.
Capacitación en filosofía lean service	1	2	S/ 40.00	S/ 80.00	S/ 160.00
Capacitación en metodología 5 s	1	2	S/ 40.00	S/ 80.00	S/ 160.00
Capacitación sobre el uso de equipos y su procedimiento adecuado	1	2	S/ 40.00	S/ 80.00	S/ 160.00
Capacitación en manejo de residuos	1	4	S/ 40.00	S/ 160.00	S/ 320.00
Total				S/ 400.00	S/ 800.00

Para la realización de capacitaciones, los gastos en los que se incurren son los del capacitador al tratarse de una pyme un solo capacitador puede realizarlo, teniendo una frecuencia semestral y llegando a costa en total s/.800.00

Tabla 38

Materiales de Capacitación

Implementos	Costo de material S/.	Nº de trabajadores	Total por número de capacitaciones anuales (1)	Total anual S/.
Separatas, trípticos y videos	6	5	30	S/ 30.00
Separatas, trípticos y videos	6	5	30	S/ 30.00
Separatas, trípticos y videos	6	5	30	S/ 30.00
Separatas, trípticos y videos	6	5	30	S/ 30.00
	Total		S/ 120.00	S/ 120.00

Los materiales que simplifican las capacitaciones y su comprensión tienen un costo de s/.6.00., este material consiste en la entrega de una separata s/.3.00, trípticos s/.1.00 y CD con videos en cajita s/.2.00.

Tabla 39

Registro de evidencias

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total mensual	Total anual S/.
Libro de registro	1	S/ 25.00	S/ 25.00	S/ 50.00
	Total		S/ 25.00	S/ 50.00

Se mandará a realizar en la imprenta un libro de registro con copia a manera de controlar la evidencia, este tiene un costo de s/.25.00.

Tabla 40

Costo EPP

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total trimestral S/.	Total anual S/.
Respiradores para polvo y quimicos	3	20	S/ 60.00	S/ 240.00
Tapones de oído	3	3	S/ 9.00	S/ 36.00
Guantes de seguridad	3	25	S/ 75.00	S/ 900.00
	Total		S/ 144.00	S/ 1,176.00

Tabla 41

Costo de Implementación de Limpieza

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total mensual	Total anual S/.
Botes de basura	7	S/ 85.00	S/ 595.00	S/ 595.00
Escoba y recogedor	3	S/ 70.00	S/ 70.00	S/ 70.00
Trapos	1	S/ 5.00	S/ 1.00	S/ 60.00
Limpiavidrios	2	S/ 25.00	S/ 50.00	S/ 50.00
Total			S/ 595.00	S/ 775.00

Tabla 42

Costo de botiquín

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Botiquín	2	S/ 40.00	S/ 80.00
Total			S/ 80.00

La implementación de la metodología lean service trae gastos asociados como es el caso de los gastos de EPP s/.1176.00, Costos para implementar la limpieza de s/.775. e incluso se considera el costo de un botiquín a manera de tener un trabajo seguro.

Tabla 43

Costo de pintado

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Pintura para paredes	5	S/ 20.00	S/ 100.00
Pintura para señalización	1	S/ 28.00	S/ 28.00
Total			S/ 128.00

Por otro lado, lean está ligado a un control visual el caso de utilizar pintura para la reorganización de layout de manera de definir las áreas aquí se tiene un costo de s/.28.00, además de ello se tiene un pintado de las paredes en el cual se tiene una inversión de s/.100.00.

Tabla 44

Costo de señalizar

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Letrero señalizador	11	S/ 5.50	S/ 60.50
Total			S/ 60.50

La empresa no contaba con señalización, se tuvo que adquirir 11 señaléticas cada una con un costo de s/.5.50 haciendo un total de s/.60.50.

Tabla 45

Costo de Hora extra

Descripción	Horas reales trabajadas	Horas establecidas por la empresa	Diferencia de horas	Costo/hora S/.	Total por demoras	Total de retrasos anuales por área	Total anual S/.
Recepción del auto	0.5	0.27	0.23	S/	7.50 S/.	1.74	20.85
Diagnóstico	0.6	0.43	0.17	S/	7.50 S/.	1.28	10.20
Cotizar Servicio	0.4	0.28	0.12	S/	7.50 S/.	0.93	9.25
Identificar Repuesto de la pieza	0.45	0.34	0.12	S/	7.50 S/.	0.86	10.25
Retirar pieza	0.8	0.63	0.17	S/	7.50 S/.	1.25	23.75
Limpiar base del radiador	0.6	0.47	0.13	S/	7.50 S/.	0.99	19.75
Soldadura dentro de panel	2.3	1.28	1.02	S/	7.50 S/.	7.67	92.03
Soldar pieza	1.3	0.34	0.96	S/	7.50 S/.	7.23	86.70
Reevaluar radiador	0.6	0.26	0.34	S/	7.50 S/.	2.55	33.15
Paintar las piezas	0.9	0.54	0.36	S/	7.50 S/.	2.68	13.38
Total				Total			S/ 319.40

Las demoras que se tienen en los procesos incurren en horas extra para los trabajadores, como las que se detalla en la tabla anterior y teniendo en cuenta la base de datos de la empresa, estos costos en un año hacen un total de s/.319.40.

Tabla 46

Costos por pérdida

Descripción	Número de radiadores/día	Costo de pérdida S/.	Costo Pérdidas semestrales S/.	Total de pérdidas anuales	Total anual S/.
Pérdida por espera	0.8	S/ 15.00	S/ 1,656.00	220.8	S/ 3,312.00
Pérdida por falta de orden	0.8	S/ 12.00	S/ 1,324.80	220.8	S/ 2,649.60
Pérdida por falta de espacios	0.2	S/ 8.00	S/ 220.80	55.2	S/ 441.60
Pérdida por falta de herramientas	0.3	S/ 7.00	S/ 289.80	82.8	S/ 579.60
Pérdida por falta de limpieza	0.8	S/ 25.00	S/ 2,760.00	220.8	S/ 5,520.00
				Total	S/ 12,502.80

La tabla 44 muestra los costos que se tienen por perder los clientes por las mudas que se detallaron en la investigación.

Tabla 47

Costos de no incurrir en la propuesta

COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
Recepción del auto	S/	20.85								
Diagnóstico	S/	10.20								
Cotizar Servicio	S/	9.25								
Identificar Repuesto de la pieza	S/	10.35								
Retirar pieza	S/	23.75								
Limpiar base del radiador	S/	19.75								
Soldadura dentro de panel	S/	92.03								
Soldar pieza	S/	86.70								
Reevaluar radiador	S/	33.15								
Pintar las piezas	S/	13.38								
Pérdida por espera	S/	3,312.00								
Pérdida por falta de orden	S/	2,649.60								
Pérdida por falta de espacios	S/	441.60								
Pérdida por falta de herramientas	S/	579.60								
Pérdida por falta de limpieza	S/	5,520.00								
COSTO POR HH ADICIONALES										
TOTAL DE COSTOS	S/.	12,822.20								

De no realizar las mejoras la tabla 45 muestra los costos que se tendrían.

FLUJO DE CAJA NETO		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TASA
FLUJO DE CAJA NETO		-18,803.70	9,632.70	9,632.70	9,632.70	9,632.70	9,632.70	10%
VAN		S/ 36,515.51						
TIR		43%						
IR		S/ 1.04						

Figura 38 Flujo de Caja

La figura 35 muestra el flujo de caja neto, teniendo en cuenta la tasa más común de las entidades bancarias que es el 10%.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Con el objetivo claro de aplicar un sistema lean Service para la reparación de radiadores de la empresa

Radiadores Alvites E.I.R.L se diagnosticó el estado actual de la empresa a través de diagramas de Ishikawa para cada una de las mudas del enfoque lean, estas fueron: movimientos, espera y transporte.

Por otro lado, se determinaron los pasos que son parte del proceso. Estos son: recepción del vehículo, desmontar radiador del vehículo, diagnóstico de la falla, cotizar servicio, lavado de radiador, repuesto de la pieza, retirar pieza, limpiar base del radiador, soldar pieza, inspeccionar resultado de soldadura, reevaluar radiador, pintar pieza.

Al diseñar un sistema de mejoras bajo el enfoque de lean service a través de sus herramientas para eliminar las mudas dentro del proceso se encontró que, para la muda de Movimientos, en la cual inicialmente había el 47% de los movimientos eficientes y el 53 % restante Ineficientes, tras el uso de 5 S a eliminar los movimientos sin valor dejando solo aquellos necesarios de acuerdo con la clasificación de therblig los nuevos porcentajes son 70% de movimientos eficientes y 30% de ineficientes. Esto se respalda en la investigación de Castro -Mena et al. (2019) donde escribe que "La implementación de Lean Service y las 5S en una empresa de servicios de atención médica permitió mejorar la organización y limpieza en el lugar de trabajo, lo que resultó en una mayor eficiencia y una reducción en los tiempos de espera para los pacientes. Además, permitió eliminar actividades innecesarias y reducir los tiempos de entrega de los servicios, lo que mejoró la satisfacción del cliente y aumentó la eficiencia operativa de la empresa".

Sumado al programa de 5s que se planteó en el diseño de layout disminuyendo así las distancias y por ende el tiempo de los transportes, la organización mejorada por el KANBAN se logró obtener nuevos tiempos ciclos para los procesos de reparación de radiador simple que durante el diagnóstico fue de 344.67 minutos y paso a 200 min; y de la reparación compleja que inicialmente fue de 567.85 y el nuevo tiempo ciclo es de 324.9 minutos. Coincidiendo con la Investigación Alizadeh et al. (2019), "Con el rediseño de layout permitió a la empresa de servicios de transporte mejorar la organización y la eficiencia en su proceso de carga y descarga, lo que resultó en una reducción del tiempo de espera y un aumento en el número de entregas por día.". Por otro lado, Sarkar & Mohapatra (2018) escriben, "Usar KANBAN permitió a la empresa de servicios de consultoría mejorar la planificación y el control de su proceso de trabajo, lo que resultó en una reducción del tiempo de espera y una mejora en la calidad del servicio prestado."

Por cada m³ de oxígeno que se realizaban 0,7 reparaciones simples y 0,6 reparaciones complejas en un trimestre tras la propuesta se plantea la productividad se incrementa 0.95 reparaciones simples en un trimestre y 0,74 reparaciones complejas en un trimestre. Por otro lado, la productividad de cada kg GLP que era de 0,87 en reparaciones simples en un trimestre y de 0,5 reparaciones compleja en un trimestre con la implantación de JIDOKA se tiene que Por cada kg GLP que se realizan 1,25 reparaciones simples en un trimestre y realizan 0,71 reparaciones compleja en un trimestre. En la situación diagnóstico Por cada kg Aluminio que se realizan 0,75 reparaciones simples en un trimestre y 0,5 reparaciones compleja en un trimestre mientras que puesta en marcha la propuesta se tendrá con la mejora se tendría que Por cada kg Aluminio que se realizan 0,9 reparaciones simples en un trimestre y 0,62 reparaciones compleja. Para reforzar este hallazgo se tiene que un estudio realizado

en una empresa de servicios de tecnología de la información mostró que la implementación de JIDOKA permitió reducir el tiempo de procesamiento de los tickets de soporte en un 40%, y mejoró la calidad del servicio prestado, lo que resultó en una mayor satisfacción del cliente" (Oztemel y Gursev, 2021)

Del análisis del costo beneficio se tiene un VAN de S/. 36,515.51 que representa lo que se va a ganar con esta inversión proyectados a 5 años siendo este valor mayor a 0, y un TIR de 43% mayor a la tasa de la entidad financiera que es el 10% siendo estos indicadores favorables por lo que se acepta el proyecto y un IR de 1.94 lo que quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.94, siendo mayor a 1, lo que indica que es un proyecto rentable.

CONCLUSIONES

Al haberse realizado el diseño de un sistema lean herramientas lean service para mejorar la productividad en Radiadores Alvites E.I.R.L. Cajamarca se concluye que:

- Tras la realización de un diagnóstico del estado actual del servicio en el taller de la empresa Radiadores Alvites E.I.R.L. Cajamarca, se clasificó y se obtuvieron los objetivos necesarios para la realización el diseño de las mejoras.

- Se Diseñó La Propuesta De Mejora Utilizando Herramientas Lean Service Para Disminuir Las Mudanzas Encontradas Y Aumentar La Productividad En El Taller Radiadores Alvites E.I.R.L. Cajamarca

- Se estimaron los porcentajes teniendo en cuenta autores que emplearon con anterioridad la filosofía de lean service así como los porcentajes de reducción de recursos de las herramientas que se utilizarían como parte de la propuesta.

-Se desarrolló una evaluación económica a través de la metodología costo-beneficio en la empresa Radiadores Alvites E.I.R.L. Cajamarca, con el cual, se pudo afirmar la conveniencia de aplicar el plan de mejora dentro del taller.

Referencias

Aguirre, C. & Vásquez, D. (2020). Aplicación del Lean Service para la mejora de productividad en servicio de transporte en la empresa SSI S.A.C. Callao, 2019 (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Alizadeh, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Zahedi, F. (2019). Implementation of Lean Service with layout redesign enabled the transportation service company to improve organization and efficiency in their loading and unloading process, resulting in reduced waiting time and increased number of deliveries per day. In addition, the layout redesign allowed for improved occupational health and safety for workers, as well as reduced costs associated with managing product loading and unloading [Implementation of Lean Service with layout redesign in transportation service]. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(3), 473-489. <https://doi.org/10.3926/jiem.2846>

Anel J. (2021). Lean Service: aplicando metodologías Lean en el sector servicios. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.anelj.com/lean-service-metodologias-lean-sector-servicios/>

Castro-Mena, E., Gomez-Dominguez, O., Martinez-Durazo, A., & Zayas-Castro, J. L. (2019). Application of Lean Service and 5S to improve the efficiency in a medical service company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(4), 658-675. <https://doi.org/10.3926/jiem.2796>

Chumacero, M. (2019). Aplicación de herramientas de Lean Service en la reducción de tiempo de ciclo en un proceso de atención al cliente (Tesis de pregrado). Universidad de Chile.

Díaz, L. (2018). Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

El Economista América. (2018, mayo 9). Negocios: Talleres mecánicos no logran cubrir el parque automotor de Lima. [Business: Mechanical workshops unable to cover Lima's vehicle fleet]. Retrieved Nov 11, 2022, from

<https://eleconomistaamerica.pe/mercados-eAm-peru/noticias/9121351/05/18/Negocios-Talleres-mecanicos-no-logran-cubrir-el-parque-automotor-de-Lima.html>

Fuertes, J. (2019). Mejora de la eficiencia en la línea de producción de una empresa manufacturera mediante la aplicación de herramientas Lean (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Cataluña.

Garrido, J. (2017). "Lean es una herramienta a la medida del escenario actual de competitividad y rápido cambio en los modelos de negocios de los servicios." Revista de Economía y Empresa, 10, 45-55.

Hameed, Z. & Amjad, S. (2015). Implementing JIDOKA to Improve Productivity and Quality. Industrial Management & Data Systems, 115(6), 1086-1106. <https://doi.org/10.1108/IMDS-03-2015-0086>

Ingeniería Industrial. (2019). ¿Qué es la productividad? Definición, fórmula y ejemplos. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://ingenieriaindustrial.net/que-es-la-productividad-definicion-formula-y-ejemplos/>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2001). Sistema de cuentas nacionales de México: Producto interno bruto. Ciudad de México.

López, L., Gómez, J., & Rodríguez, M. (2015). La metodología 5S en los servicios para mejorar la calidad percibida por los clientes. Revista de Investigación Académica, 27, 1-12.

Lozano, L. (2020, 27 de febrero). Descubre las 10 fallas más comunes en un motor [Discover the 10 most common failures in an engine]. Kia Motors Perú. <https://www.kia.com.pe/util/news/descubre-las-10-fallas-mas-comunes-en-un-motor.html>

Martínez, M. (2012). Investigación cualitativa. Retos e interrogantes [Qualitative research. Challenges and questions]. Pearson.

Mitsubishi Motors Perú. (2019.). Beneficios de tener un auto propio [Benefits of having your own car]. Revisado 11 de noviembre, 2022, de <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/beneficios-tener-auto-propio/>

Oztemel, E., & Gursev, S. (2021). Lean and Industry 4.0 integration for advanced manufacturing systems [Book]. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-04967-8>

Paredes, K. & Ramos, R. (2021). Aplicación de Herramientas Lean Service en una Empresa de Taxi Remisse para incrementar la Eficacia del Servicio de transporte de personal (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Perú.

Revista de Economía Industrial. (2019). Los beneficios del JIDOKA en la fabricación. <http://www.reieconomia.es/los-beneficios-del-jidoka-en-la-fabricacion/>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). Metodología de la investigación [Research methodology] (6th ed.). McGraw Hill.

Savitzky, A. (2018). Implementing 5S within the Lean Service methodology allowed the information technology service company to reduce information search times, improve the organization and order of their workspace, and increase operational efficiency by 20% over a six-month period [Implementation of 5S within Lean Service methodology]. Revisado <https://www.industryweek.com/lean-six-sigma/article/21963432/implementing-5s-within-lean-service-methodology>

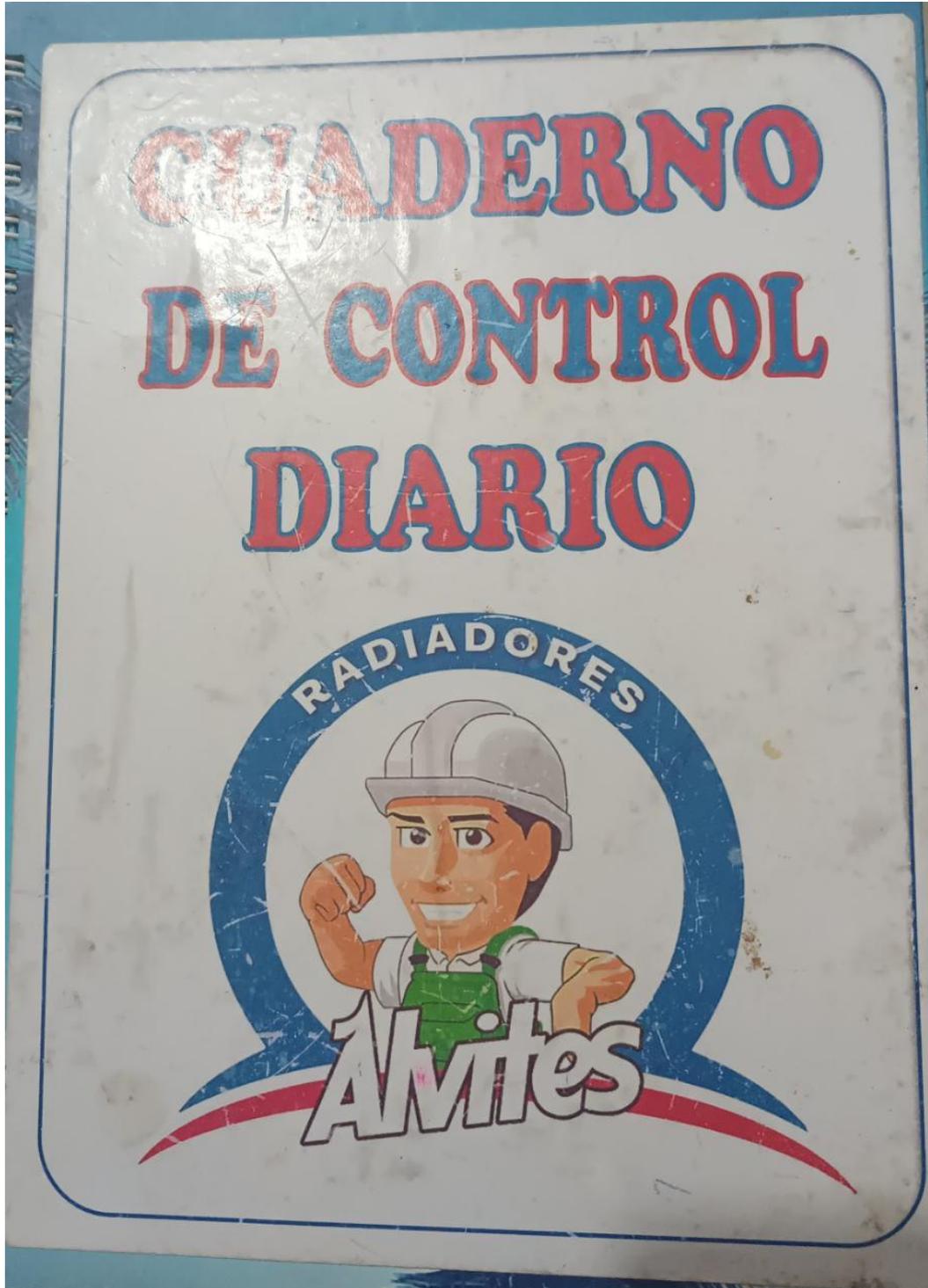
The Lean Post. (2016). JIDOKA: The Lean Manufacturing Process that Drives Toyota. <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=327>

Wang, Z., Han, L., Zhang, Y., & Zhang, Y. (2017). Implementation of Jidoka in a financial service company allowed for reduction in transaction processing errors and improvement in service quality. In addition, Jidoka implementation enabled a reduction in response time to customers and optimization of resource utilization, resulting in improved profitability and customer satisfaction [Jidoka implementation in financial service company]. Journal of Industrial Engineering and Management, 10(3), 420-431. <https://doi.org/10.3926/jiem.2125>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation [Book]. Simon and Schuster.

Anexos

Anexo A: Imágenes Cuaderno de control



17 - 03 - 21

CIENTE	SERVICIO PRESTADO	COAJLAR	IMPORTE
Richard Figueroa	Mantenimiento de Radiador Motorizada	949391024	450.00
Elena Huancapata	Reparación de radiador para Escavadora y ampiezo exterior	945 639 451	250.00
Caon Garcia	Reparación de radiador y cambio de Tinte	991424370	1300.00
Fredy Chuquuma	1 sellador	954663007	25.00
Rodrigo Rojas	1 radiador 33261 KF46T		1330.00
Fabrizio	Cambio de Tinte Volkswagen	901 93 23 85	100.00
Elias Herrera	Reparación de radiador de moto	90156 848	60.00
		total	3935.00

Cliente	Tipo de Servicio	Celular	Importe
José Reguelme	1 agua desionizada	955735348	10.00
Augusto Suardes	Reparación de radiador 1321 Xc 366	967 27 2 977	600.00
Fabi Gamero Davi	1 radiador para reparación más congeadora	953 49 6023	50.00
Mano Llano Serrano	1 Agua + 1 refrigerante de la	980 06 8 722	8.00 25.00
William Nider Company	1 radiador para cambio de tipo de utroexavalto 710 F		1400.00
Total			2073.00

Cliente	Servicio	Celular	Importe
Geimes Jopla	Reparación radiador T 3-70107 K10 Rio (una sup)	976 388 469	200.00
Sn. Rambo	Mantenimiento de radiador	976 783 899	70.00
Luis Guevara	Soldadura de canena	976 91 3992	80.00
Luis Rodas	Reparación radiador Chevrolet Alero W-10023	901 617 722	220.00
Luis Mendoza	1 Vistomy (silicons)		70.00
Sn. Julio	Reparación de radiador 2224 Kc-461 (una sup e 174)	988094944	830.00
Vehicars	Cambio de gupo	976 913 992	5.00
Total			1425.00

Cliente	Tipo de Servicio	Nº Vehículo	Importe
Javier Huaceta	Reparación de radiadores (soldadura de cuello)		50.00
Aldo Saman	Abnegados B-12	985 944 351	1.00
	Reparación de panel de radiador		30.00
Antonio Romero	Reparación de radiador (cambio de finis)	963 934 724	40.00
Wilson Rosquero	Reparación de radiador	944 635 274	80.00
Luis Pedraza	Reparación de radiador Peugeot (cuello)	986 836 022	80.00
Manuel	Reparación de radiador (1 hora)		1400.00
Santos de la Cruz	Cuello mecánico	976 8141 345	20.00
Manuel Rojas	Hidráulica	976 76 6801	15.00
E. Fernandez	Refrigerante Azul		15.00
	Reparación de radiador (Alvite) con tanque y manguera		80.00
Total			1711.50

Anexo B: Movimientos de Therblig

THERBLIGS					
EFICIENTES			INEFICIENTES		
1		Alcanzar	1		Planear
2		Tomar	2		Buscar
3		Mover	3		Seleccionar
4		Soltar	4		Inspeccionar
5		Ensamblar	5		Demora evitable
6		Desmontar	6		Demora inevitable
7		Usar	7		Colocar en posición
8		Preparar posición	8		Descansar
			9		Sostener