

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA INVERMORI E.I.R.L.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Clider Virginio Mori Chavarria

Isaac Jonathan Silva Vidal

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chavez

<https://orcid.org/0000-0002-1289-1221>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

TS MORI / SILVA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	ciencialatina.org Fuente de Internet	1%
2	www.ambit-bst.com Fuente de Internet	1%
3	www.qualtrics.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1%
8	moam.info Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	

DEDICATORIA

A nuestro señor Jesucristo por derramar sus bendiciones en nuestros hogares y por su voluntad le permitió desarrollar este trabajo de suficiencia profesional

A nuestras familias

Clider Virginio Mori Chavarria

A mis padres Virginio Mori y Ana Chavarría Vega Cadenillas por su motivación, a mi esposa e hija por su motivación e inspiración para lograr mis objetivos trazados.

Isaac Jonathan Silva Vidal

A mis padres Eugenio Silva Tafur y Juana Vidal Ríos. Por su motivación, a mi esposa Yeny Pérez armas por su motivación y apoyo, y a mi hijo Hans Silva Pérez, por ser mi motivación e inspiración para lograr mis objetivos trazados.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todas sus derramadas sus bendiciones sobre nosotros y nuestros seres queridos.

A nuestras familias que son fuentes de inspiración para lograr cada objetivo trazado, que siempre estuvieron brindándonos su apoyo incondicional y motivándonos en todo momento en toda nuestra etapa de formación profesional y durante la ejecución de este trabajo de suficiencia profesional.

Al gerente general de la empresa Invermori E.I.R.L. por permitirnos implementar la metodología DMAIC en su empresa.

A todos nuestros clientes que nos brindaron la información necesaria para elaborar y desarrollar la implementación de esta metodología DMAIC en la empresa Invermori E.I.R.L.

A todas las personas que han permitido el desarrollo e implementación de esta metodología DMAIC en la empresa Invermori E.I.R.L.

A la Universidad Privada del Norte, donde hemos vivido nuevas experiencias y adquirido los conocimientos de nuestra carrera profesional.

Agradecer a nuestros docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, por sus conocimientos, paciencia y consejos recibidos que nos ayudan en nuestra formación personal y profesional.

Agradecer a todos nuestros compañeros de carrera por su amistad y compañerismo.

Por último, agradecer de manera especial a nuestro asesor el Ing. Erick Humberto Rabanal Chávez.

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDOS.....	5
INDICE DE TABLAS.....	10
INDICE DE FIGURA.....	11
INDICE DE ECUACIÓN.....	14
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN..	16
1.1Contextualización.....	16
1.2 La Empresa.....	17
1.2.1Misión.....	18
1.2.2 Visión.....	18
1.2.3 Valores.....	18
1.2.4 Objetivos.....	19
1.2.5 Servicios.....	19
1.2.6 Registro Nacional de Proveedores.....	22
1.2.7 Clientes.....	23
1.2.8 Estadísticas de los últimos seis meses	24

1.2.9 Ubicación.....	25
1.2.10 Organigrama.....	25
1.2.11 Competidores.....	26
1.3 Realidad Problemática.....	28
1.3.1 Realidad Problemática Internacional.....	28
1.3.2 Realidad Problemática Nacional.....	30
1.3.3 Formulación del Problema.....	32
1.3.4 Problema Específicos.....	32
1.4 Justificación.....	33
1.5 Formulación de Objetivos.....	33
1.5.1 Objetivo General.....	33
1.5.2 Objetivos Específicos.....	33
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	34
2.1 Antecedentes de trabajo de investigación.....	34
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	34
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	38
2.2 Sustento teórico.....	42
2.2.1 Filosofía Lean Six Sigma.....	42
2.2.2 Six Sigma.....	43
2.2.3 Aplicación de Six Sigma.....	44
2.2.4 Beneficios de Six Sigma.....	44
2.2.5 Metodología DMAIC.....	45

2.2.6 Diagrama de Pareto.....	49
2.2.7 Diagrama de Ishikawa.....	51
2.2.8 Índice de Satisfacción del Cliente (ISC).....	52
2.2.9 Encuestas.....	53
2.2.10 Lluvia de ideas.....	54
2.2.11 Net Promoter Score (NPS).....	54
2.2.12 VSM (Value Stream Mapping).....	56
2.2.13 Kaizen Blitz.....	59
2.3 Mantenimiento.....	61
2.3.1 Importancia del mantenimiento.....	62
2.3.2 Tipos de mantenimientos.....	63
2.3.3 Total Quality Management (TQM).....	65
2.4 Producción.....	68
2.4.1 Productividad.....	68
2.4.2 Eficiencia.....	70
2.4.3 Eficacia.....	70
2.4.4 Análisis del costo de beneficio.....	71
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	73
3,1 Contexto general.....	73
3.2 Estrategia de desarrollo.....	75
3.3 Ejecución de la metodología DMAIC de Six Sigma.....	76
3.3.1 Fase Definir.....	76

3.3.2 Fase Medición.....	77
3.3.2.1 Las encuestas del servicio de mantenimiento preventivo.....	77
3.3.2.2 VSM actual del área de mantenimiento preventivo.....	82
3.3.3 Fase Analizar.....	84
3.3.3.1 Diagrama Ishikawa del área de mantenimiento preventivo.....	84
3.3.3.2 Diagrama de Pareto del área de mantenimiento preventivo.....	85
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	87
4.1 Diagnostico y Análisis del Diagrama de Pareto.....	87
4.1.1 Fase Mejorar.....	87
4.1.2 Evento Kaizen Blitz.....	95
4.1.3 Implementación de la VSM futura.....	97
4.1.4 Nuevos resultados después de la implementación de la metodología DMAIC.....	99
4.1.5 Fase controlar.....	101
4.2 Diagnostico y análisis del área de mantenimiento antes y después de la implementación de la metodología DMAIC.....	103
4.2.1 La productividad antes de la implementación de la metodología DMAIC.....	103
4.2.2 La productividad después de la implementación de la metodología DMAIC.....	104
4.2.3 ISC antes de la implementación de la metodología DMAIC.....	104
4.2.4 ISC después de la implementación de la metodología DMAIC.....	105
4.2.5 comparación de tiempos antes y después de la implementación de la metodología DMAIC.....	106
4.3 Análisis Económico.....	107

4.3.1 Costo total de la implementación de la metodología DMAIC.....	109
4.3.2 Análisis del Costo Beneficio.....	110
4.4 Limitaciones de la investigación.....	113
4.4.1 Limitaciones de tiempo.....	113
4.4.2 Limitaciones de datos o estadísticas.....	113
4.4.3 Personales y opiniones sesgadas.....	113
4.4.4 Limitaciones espacial.....	114
4.4.5 Limitaciones económicas.....	114
4.4.6 Situación política.....	114
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
Conclusiones.....	115
Recomendaciones.....	116
REFERENCIA.....	117
ANEXO.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Competidores de la empresa INVERMORI E.I.R.L.....	24
Tabla 2. Participantes y funciones del equipo DMAIC.....	74
Tabla 3. Los criterios de calificación.	80
Tabla 4. Resumen de la encuesta (1.a pregunta).	80
Tabla 5. Resumen de la encuesta (2.a pregunta).....	81
Tabla 6. Los procesos y tiempos del servicio de mantenimiento preventivo.....	83
Tabla 7. Frecuencia de las causas raíz.....	85
Tabla 8. Ficha de capacitación del Evento Kaizen Blitz.....	95
Tabla 9. Resultados de la encuesta (1.a pregunta) después de VSM.....	99
Tabla 10. Resultados de la encuesta (2.a pregunta) después de VSM.....	100
Tabla 11. Resultados NPS.....	102
Tabla 12. Costo del equipo DMAIC.....	107
Tabla 13. Costo intangible de la metodología DMAIC.....	108
Tabla 14. Costos tangibles de la metodología DMAIC.....	109
Tabla 15. Costo total para la implementación de la metodología DMAIC.....	109
Tabla 16. Costos variables unitarios del mantenimiento preventivo.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gerente General.....	18
Figura 2. Mantenimiento del cargador frontal.....	19
Figura 3. Mantenimiento a una retroexcavadora.....	20
Figura 4. Cambio de aceite del motor Diésel.....	20
Figura 5. Venta de insumo.....	21
Figura 6. Depósito de aceite.....	21
Figura 7. Venta de accesorio.....	22
Figura 8. Registro Nacional de Proveedores.....	22
Figura 9. Clientes de la empresa.....	23
Figura 10. Municipalidad Distrital de Parobamba.....	23
Figura 11. Municipalidad Distrital de Santo Domingo de los Olleros.....	24
Figura 12. Estadística de los últimos seis meses.....	24
Figura 13. Ubicación.....	25
Figura 14. Organigrama.....	26
Figura 15. Metodología DMAIC de Six Sigma.....	46
Figura 16. Metodología DMAIC.....	49
Figura 17. Diagrama de Pareto.....	50
Figura 18. Diagrama de Ishikawa.....	52
Figura 19. Categoría NSP.....	55
Figura 20. VSM (Value Stream Mapping).....	58
Figura 21. Etapas del Kaizen Blitz.....	61

Figura 22. Ciclo de gestión de mantenimiento.....	62
Figura 23. Herramientas de gestión de la calidad (TQM).....	66
Figura 24. Reunión con la gerencia.....	73
Figura 25. Equipo DMAIC.....	74
Figura 26. Las encuestas del servicio de mantenimiento preventivo.....	78
Figura 27. Resultado de la encuesta (1.a pregunta).....	79
Figura 28. Gráfico ISC.....	81
Figura 29. Tiempo de demora del servicio de mantenimiento preventivo.....	82
Figura 30. VSM actual del área de mantenimiento preventivo.....	84
Figura 31. Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento preventivo.....	85
Figura 32. Diagrama de Pareto del área de mantenimiento preventivo.....	86
Figura 33. Control de inventario de herramientas del área de mantenimiento preventivo....	87
Figura 34. Factura electrónica de la compra de herramientas.....	88
Figura 35. Cronograma y temas de la capacitación.....	89
Figura 36. Capacitación al personal técnico.....	89
Figura 37. Evaluación del personal técnico.....	90
Figura 38. Reunión final con el personal técnico.....	90
Figura 39. Formato de la capacitación.....	91
Figura 40. Repuesto de baja calidad.....	92
Figura 41. Nuevos proveedores de repuesto originales.....	93
Figura 42. Control de inventario de los equipos.....	94
Figura 43. Factura de la compra del compresímetro.....	94
Figura 44. Formato de sugerencia del Evento Kaizen Blitz.....	96

Figura 45. VSM actual con estallido Kaizen Blitz.....	97
Figura 46. VSM futuro para del área de mantenimiento preventivo.....	98
Figura 47. Nuevo VSM de la empresa Invermori E.I.R.L.....	98
Figura 48. Grafico ISC después de VSM.....	99
Figura 49. Grafico del nuevo tiempo de mantenimiento preventivo.....	101
Figura 50. Grafico del NPS.....	102
Figura 51. Grafico comparativo de ISC antes y después de la metodología DMAIC.....	105
Figura 52. Grafico comparativo del tiempo antes y después de la metodología DMAIC.....	106
Figura 53. Grafico de los costos intangibles.....	108
Figura 54. Grafico comparativo de la productividad.....	112

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo de ISC.....	53
Ecuación 2. Formula de NPS.....	56
Ecuación 3. Formula de la productividad.....	69
Ecuación 4. Formula de la eficiencia.....	70
Ecuación 5. Formula de la eficacia.....	71
Ecuación 6. Margen de contribución unitario.....	72
Ecuación 7. Formula de costo de beneficio.....	72

RESUMEN EJECUTIVO

En la empresa Invermori E.I.R.L., existen áreas dedicadas a la comercialización de repuestos, alquiler de maquinaria pesada y brindar servicios de asistencia mecánica a diversas unidades de minería, construcción y agrícola, se diagnosticó la baja producción en el área de servicios de asistencia mecánica y al ser de gran importancia esta área se ha planificado estudiar las causa raíz y plantear soluciones junto con el área de gerencia general y el área de administración; luego de identificar las causas raíz que originan estas dificultades se opta por la implementación de esta metodología DMAIC como la mejor solución para incrementar su producción de la empresa, con el objetivo de ser una empresa competitiva a nivel nacional. El presente trabajo de suficiencia profesional utiliza la metodología DMAIC, la aplicación de la técnica VSM y el uso de distintas herramientas de la filosofía Lean Six Sigma, este método nos permitió mejorar la atención al cliente en el servicio de asistencia mecánica que realiza la empresa Invermori E.I.R.L.; sea establecido un trabajo estandarizado, mejorar los tiempos a los clientes garantizando el servicio como también contando con la seguridad laboral dentro de las horas de servicios. Se utilizó la metodología DMAIC de Lean Six Sigma para analizar los diferentes pasos de sus actividades previas al servicio de asistencia mecánica y como herramienta de mejora continua que nos permitió controlar aquellas actividades innecesarias dentro de los servicios que brinda la empresa Invermori E.I.R.L.

Palabras clave: DMIAC, Lean Six Sigma, VSM, minera

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización

Para la presente elaboración de trabajo de suficiencia profesional se decidió implementar la metodología DMAIC para mejorar la productividad en la empresa Invermori E.I.R.L. en donde se realizó un previo estudio y se determinó que los técnicos mecánicos que realizan los mantenimientos y las reparaciones de las maquinarias pesadas, estas operaciones se realizaba de manera desordenada, sin ningún procedimiento estandarizado; evidenciando que no existe un trabajo estandarizado, generando pérdida de tiempo en el servicios, gastos excesivos e innecesarios de dinero o materiales; como consecuencia produce molestias e incomodidad de nuestros clientes. En septiembre del año 2020 el Sr. Clider Virginio Mori Chavarria y el Sr. Isaac Jonathan Silva Vidal fueron contratados por la empresa Invermori E.I.R.L. como técnico mecánico de maquinaria pesada, debido a su amplia experiencia laboral anterior en empresas como CAT Caterpillar y en otras empresas de mantenimiento y reparaciones de maquinaria pesadas y mecánica de herramientas. Luego de seis meses laborando en el área de servicio en mantenimientos y las reparaciones a las maquinarias pesadas el Sr. Clider Virginio Mori Chavarria logro diagnosticar que faltaba coordinación y comunión entre las áreas de administración y servicios, esto lo motivo por el cual fue sugiriendo ideas, opiniones basado en su experiencia para estandarizar el trabajo, logrando mejorar el tiempo y la calidad de nuestros servicios en mantenimientos y las reparaciones a las maquinarias pesadas y como consecuencia se puedo evidenciar un mayor número de clientes satisfechos por el servicio; estas alternativa se reflejaron en los resultados, el área de gerencia junto a la de administración optaron a seguir la implementación y seguir creciendo como empresa, al Sr. Clider Virginio Mori Chavarria lo ascendieron al cargo de Jefe de Operaciones

en el área de servicios de mantenimiento y reparación de maquinaria pesadas, por lo cual se desarrolló esta implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad en la empresa Invermori E.I.R.L. Por la otra parte el Sr. Isaac Jonathan Silva Vidal, que también tiene una experiencia laboral en el rubro de mecánica de herramientas, se le solicitó su colaboración y su participación en los diferentes pasos y en las diversas actividades de la implementación de la metodología DMAIC en la empresa Invermori E.I.R.L. De tal manera fue ascendido a Supervisor de Talleres con el fin de tener mayor participación en la elaboración y desarrollo de las distintas etapas de campo, siendo parte del grupo formado por la empresa para mejorar su productividad.

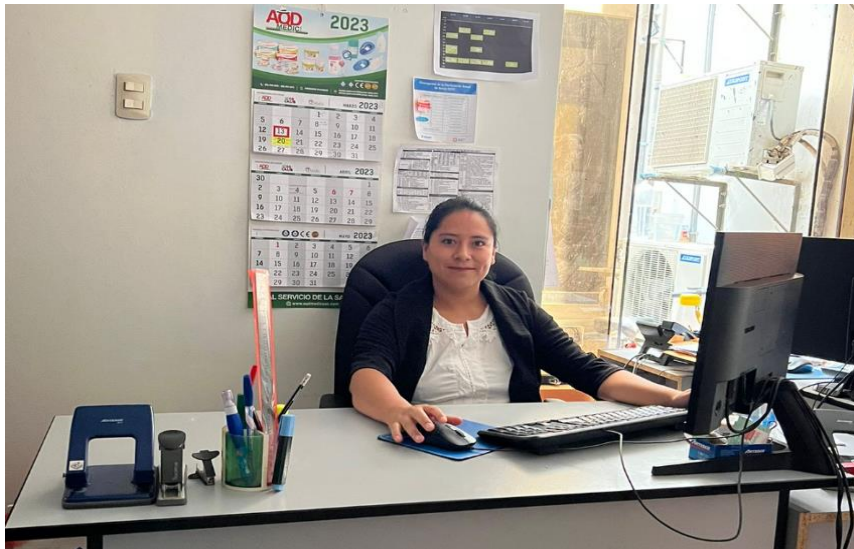
1.2 La Empresa

La empresa INVERMORI E.I.R.L., da inicio sus actividades económicas el 20 de agosto del año 2020, está registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una Empresa Individual de Responsabilidad Limitada.

Cuenta con un equipo humano profesionales unidos por los valores fundamentados en una misma filosofía, el personal administrativo, personal de ventas y técnico mecánicos calificados y con un amplio equipamiento que garantiza el desarrollo de sus actividades, salvaguardando la seguridad de las maquinarias pesadas, el tránsito terrestre a nivel nacional y el cuidado del medio ambiente en cumplimiento de las exigencias de los clientes. Su gerente general es el Sra. Anali Clarissa Miranda Vega, identificado con DNI: 71440760, cuenta con número de RUC: 20606338768 y con CIU: 51502.

Figura 1

Gerente General



Nota: Fuente propia

1.2.1 Misión

Tiene como misión impulsar el desarrollo y el crecimiento económico mediante la infraestructura, proveer servicios de alta calidad en ventas de repuestos, alquiler de maquinarias pesadas y ofreciendo soluciones profesionales, innovadoras, seguras y rápidas con un excelente costo beneficio.

1.2.2 Visión

Ofrecer a nuestros clientes nuestro máximo esfuerzo y compromiso en las soluciones de sus necesidades en las ventas, alquiler o mantenimiento a las distintas maquinarias pesadas, con una continua renovación de planes y metas, como también brindar una capacitación continua a todo el personal.

1.2.3 Valores

- Responsabilidad
- Seguridad
- compromiso

- Satisfacción por realizar un buen trabajo
- Sentido común
- Respeto por las culturas locales

1.2.4 Objetivos

- Su objetivo de ser una empresa líder en servicios de mantenimiento a las maquinarias pesadas.
- Tener una mayor participación en el mercado de ventas de repuestos ofreciendo un servicio rápido y de calidad.
- Cuidado del medio ambiente.

1.2.5 Servicios

Invermori E.I.R.L. es una empresa especializada en servicios de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, reparaciones de motores, transmisión, adaptaciones de mecanismos hidráulicos, ventas de repuestos y alquiler de maquinarias pesadas, la empresa cuenta con todo el soporte técnico y como amplia experiencia para ofrecer una exacta y correcta solución a sus problemas.

Figura 2

Mantenimiento del cargador frontal



Nota: Fuente propia

Figura 3

Mantenimiento a una retroexcavadora



Nota: Fuente propia

Figura 4

Cambio de aceite del motor Diésel



Nota: Fuente propia

Figura 5

Venta de insumo

Nota: Fuente propia



Figura 6

Depósito de aceite



Nota: Fuente Propia

Figura 7

Venta de accesorio



Nota: Fuente propia

1.2.6 Registro Nacional de Proveedores

Se encuentra empadronada en el Registro Nacional de Proveedores (RNP).

Figura 8

(RNP)

Nota: Fuente Propia

<i>CÓDIGO</i>	<i>CAPÍTULO</i>	<i>VIGENCIA</i>	<i>ESTADO</i>
B1165732	PROVEEDOR DE BIENES	28/01/2022 - VIGENCIA INDETERMINADA	VIGENTE
S1893772	PROVEEDOR DE SERVICIOS	28/01/2022 - VIGENCIA INDETERMINADA	VIGENTE

1.2.7 Clientes

Tiene como clientes a las empresas que realizan servicios de minería, a las empresas

que realizan obras de construcción y empresas que se dedican al cultivo de vegetales, a continuación, se presenta a nuestros clientes.

Figura 9

Clientes de la empresa IMVERMORI E.I.R.L.

ITEM	CLIENTES
1	HERTS SERVICIOS GENERALES
2	TRANSPORTES ESPINOZA
3	CORPORACIÓN EL ZORRO
4	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAROBAMBA
5	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTO DOMINGO DE LOS OLLEROS
6	JAYTO S.A.C.
7	J&T INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
8	FERRETERÍA SAN JUAN
9	GRADIENTES S.A.C.
10	M&R MAQUINARIAS

Nota: Fuente Propia

Figura 10

Municipalidad distrital de Parobamba



Nota: Fuente propia

Figura 11

Municipalidad distrital de Santo Domingo de los Olleros

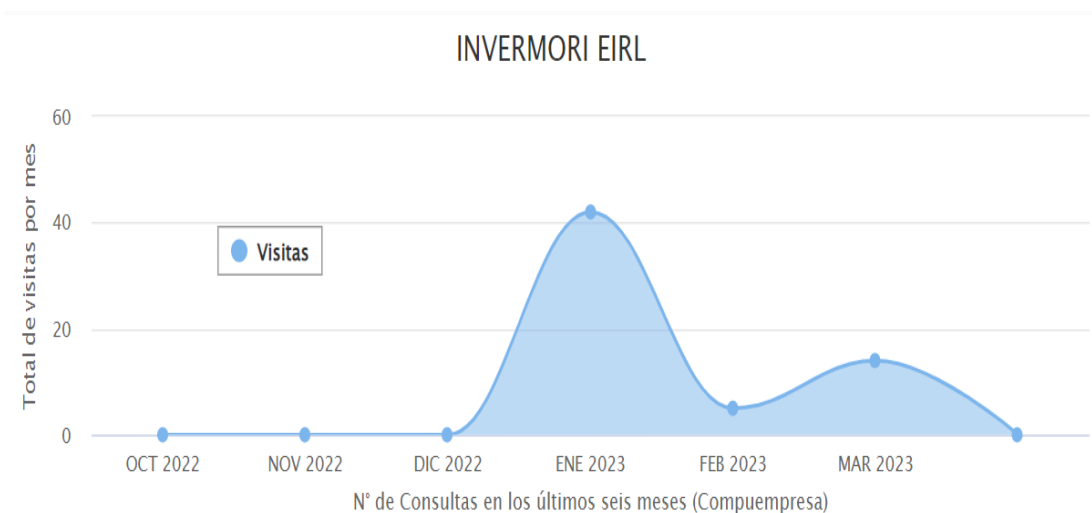


Nota: Fuente Propia

1.2.8 Estadísticas de los últimos seis meses (269 visitas en total)

Figura 12

Estadísticas de los últimos seis meses



Nota: Fuente propia

1.2.9 Ubicación

Tiene como domicilio fiscal en Mza. B Lote. 13 Pro vivienda la Florida II, en el distrito de San Martín de Porres, Lima.

Figura 13

Ubicación de la empresa



Nota: Fuente propia

1.2.10 Organigrama

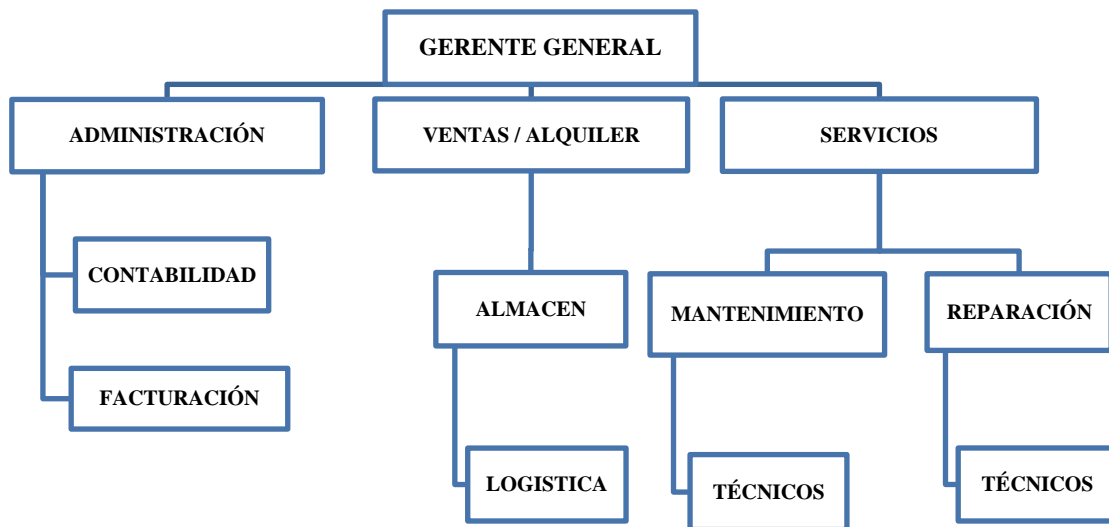
En la actualidad la empresa está dirigida por la Gerente General que conduce bajo la estructura organizativa mostrada en el siguiente organigrama.

Se visualiza el organigrama de la empresa; se han determinado 3 áreas fundamentales:

Administración, Ventas / Alquiler y Servicios, estas 3 áreas son la columna de la empresa Invermori E.I.R.L., las 3 son áreas independientes, pero a la misma vez son dependiente de las otras áreas las cuales están lideradas y dirigidas por el Gerente General de la empresa.

Figura 14

Organigrama de la empresa INVERMORI E.I.R.L.



Nota: Fuente propia

1.2.11 Competidores

Son todas aquellas empresas que brindan los mismos productos y servicios se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1*Competidores de la empresa INVERMORI E.I.R.L.*

ITEM	COMPETIDORES
1	RYM GENERALES S.A.C.
2	J & M MAQUITEC E.I.R.L.
3	MAQ HYDRAULIC J&R PERÚ S.A.C.
4	SERVICIOS MULTIPLES DR S.R.L.
5	NOR DIESEL S.R.L.
6	ARCE EQUIPOS & MAQUINARIAS
7	CONSORCIO METALURGICO S.A.C.
8	CIDELCO S.A.C.
9	UNIMAQ S.A.
10	FERREYROS SAA

Nota: Fuente propia

1.3 Realidad Problemática

1.3.1 Realidad problemática internacional

La evolución del mantenimiento está en tiempos de crisis en Latinoamérica, 4ª y última parte; quedo estabilizada la ocupación del personal en mantenimiento preventivo por tiempo (TBPT). Estos datos eran de esperarse si no se toma en cuenta que los costos de material disminuyo, deduciendo que no se empleó muchas horas en el cambio de componentes con base en el periodo de utilización. Sin embargo, se verifica un aumento de 1,2% puede basarse en la evaluación para aprovechar el tiempo de disponibilidad por la no operación. Sin embargo, el indicador de ocupación en mantenimiento preventivo por estado (TBPE); presento una reducción de un 9,2% generando la reducción de costos. El mantenimiento predictivo en el tiempo es una inversión de mayor valor que la inversión del preventivo, esta cifra parece tener estar relacionada con la ideología de varias empresas que aun creen que es solo un gasto en vano para la empresa y no pueden ver la reducción de costos que puede generar evitando las fallas en las maquinas o equipos. Como consecuencia fue el aumento de la ocupación del personal en mantenimiento correctivo (TBMC), el cual aumento en un 2,8% que puede haber sido uno de los motivos del aumentó de indisponibilidad por mantenimiento en los activos físicos y su reflejo en el CMFT. La ocupación de mano en otras actividades como la mejora de seguridad, capacitación, mejora de mantenibilidad e investigación se verifico un aumento de unos 2,8%, este dato tiene relación con las actividades llevadas a cabo por el equipo de mantenimiento que elevo la indisponibilidad de las maquinas o equipos por cuenta del mantenimiento que paso a ser más centrado en mejoras y actividades que no generan muchos gastos, es importante menciona que las actividades de limpieza y 5S son normalmente responsabilidad de los equipos de trabajo. El plan previsión de las empresas, el presupuesto se realiza cada

año y generalmente para el área de mantenimiento tiende hacer bastante escaso, debido a la falta de interés, pero la estrategia de una empresa no solo debe tener un plan de corto plazo con base a no generar efectos inmediatos de los cambios en flujo de caja sino deben tener un plan de largo plazo. Las grandes empresas ya trabajan buscando una visión del largo plazo con un promedio de cinco años que se debe revisarse con frecuencia basándose al movimiento y la situación del mercado, esta estrategia se está recomendando para todas las empresas. Por mucho tiempo el área de mantenimiento fue vista como una fuente de gastos para la empresa, sin saber las importancias que significaría esta área, pero se logró pasar a formar parte de la estrategia en la gestión de sus activos físicos. Existen en empresas que sostienen una madurez en estrategias de mantenimiento e ingeniería de confiabilidad, son estimuladas para buscar alcanzar estándares de clase mundial, como también existen empresas que no tienen esta visión del mantenimiento o no forma parte de las decisiones corporativas tienen mayor probabilidad de ser afectadas por la crisis. Sin embargo, existen algunas empresas que trabajan la crisis al revés, mejorando el marco estratégico de mantenimiento y su diseño de estructura, buscando alcanzar una mayor confiabilidad y disponibilidad, garantizando así una pérdida mínima de ingresos; esto puede ser más lucrativo comparado con las empresas que bajo la crisis aplican reducciones en los costos. Mientras tanto, se debe mantener el enfoque en los objetivos de la empresa y no de ese objetivo es ahorrar costos, no solo por el tiempo de crisis si no en todo momento; la empresa debe revisar sus metas, sus planes de venta y todo el plan estratégico para lograr mayores ingresos. En los países latinoamericanos las primeras industrias y la más antigua en instalar grandes maquinarias han sido los ingenios azucareros como el extractor de azúcar y el procesador a partir de la caña de azúcar. Como también otras fábricas de licores y de producción de metales. Estas grandes industrias realizaban

instalaciones de equipo y maquinarias metalúrgicos que con el pasar del tiempo fueron quedando obsoletos. Esa práctica fue expandiéndose a las demás industrias emergentes, fabricas, procesos y hasta los gobiernos que han sido lo menos interesados en el sector del mantenimiento. La mayoría de los países latinoamericanos que lamentablemente han sido históricamente dictatoriales y no han visto el mantenimiento como estrategia o herramienta para dar confiabilidad a las maquinas o equipos, como también la falta de mantenimiento a los puentes, carreteras, entre otras instalaciones. Se ha visto en diversos países que las condiciones de algunas obras de construcción o maquinarias se encuentran en destrucción o en el olvido. La intención no es criticar la función de los gobiernos en cuestión política, la intención es informar la importancia del tema y evitar que repita en nuestra actualidad.

Hoy en día existen avances en temas de mantenimiento, la ingeniería de confiabilidad ha demostrado que realizando los procesos correspondientes se puede mantener en buen funcionamiento las maquinarias o equipos garantizando las mínimas fallas posibles. Existen estudios, metodologías o herramientas científicas como TPM (ceros defectos, ceros averías y cero accidentes), la filosofía Lean, 5S y mejoras continuas que permiten que los análisis de mantenimiento se lleven a cabo de manera más precisa. Los ingenieros de mantenimiento se han asociados con los programadores, ingenieros eléctricos, electrónicos e instrumentación para desarrollar e instalar un sistema de monitoreo con la ayuda de PLC (HMI o SCADA), en donde se recopilan los datos de un sin número de equipos y sensores de medición para hacer más preciso el seguimiento de cada máquina o equipo, nos permite pronosticar o mejorar los mantenimientos futuros y ser más eficiente la productividad. El futuro se inclina cada vez más fuerte hacia la industria automatizada, los sistemas para mejorar las condiciones de inspección y diagnóstico de equipos sin dejar de lado el factor humano

que es la parte analítica del proceso.

1.3.2 Realidad problemática nacional

El sector de mantenimiento mueve alrededor de S/ 250 millones anuales en el Perú.

Solo el 75% de las empresas formales tienen un plan de mantenimiento continuo de sus instalaciones, algunas empresas han encontrado oportunidades para optimizar sus servicios con la finalidad de volverse más competitivo, más rentable y productivas.

Bajo ese concepto, el mantenimiento ha sido uno de los más atractivos para las empresas en el 2020 y lo que va de este año. El gerente de mantenimiento y servicios auxiliares del Grupo EULEN Perú, Javier Ramos, señala que una empresa que hace autogestión de mantenimiento puede economizar por encima del 20% a sus clientes si opta por la tercerización.

Las empresas en el Perú dedicadas formalmente en el rubro de mantenimiento que son entre 10 y 12 empresas mueven alrededor de 250 millones de soles al año. Sin embargo, aún se debe erradicar la idea que tercerizar servicio debido que tiene un alto costo. Una empresa especializada en brindar servicios mantenimiento y Facility justamente optimiza sus recursos y genera valor al cliente, es clave entender que un plan de mantenimiento preventivo y correctivo lo primero es genera es durabilidad en el tiempo y menos gastos de inversión por adquirir cualquier equipo o activo nuevo. Existe un mercado en lo que se visualiza mayores oportunidades para el negocio de mantenimiento, puntualmente vemos esto en las plantas industriales, la cuales no han dejado ni puede dejar de producir aun en estas crisis sanitarias, como el sector salud que es y ha sido clave en la coyuntura con el virus Covid-19, ya que labora 24x7 todo el año, y por lo general, todas las grandes instalaciones como edificios, centros comerciales, entre otros. Dentro de los servicios que se ofrecen en el mercado de mantenimiento, también se encuentran aquellos servicios que van desde gasfitería,

electricidad, mantenimientos de equipos de refrigeración, obras civiles, instalaciones medianas y grandes planta industriales. Los servicios más solicitados por las empresas peruanas suelen ser, en general, electricidad, gasfitería, carpintería; seguidos por los servicios más especializados como mantenimiento de aire acondicionado, máquinas de producción e instalaciones en general, dependiendo del tipo de industria que lo solicita. Existen un 25% de empresas que no cuentan con un plan de mantenimiento dentro de sus instalaciones, esto sucede porque tenemos un tendencia a ser más reactivos, en otras palabras, esperamos que suceda o empiece a fallar algo para recién actuar, en este escenario no es muy alentador, debido a que no se manejan presupuestos para este tipo de servicio y todo lo volvemos correctivo, es importante que las empresas no descuiden sus instalaciones aun en este momento en donde la mayoría realiza teletrabajo y casi no van a la oficina. Se les recomienda realizar una revisión mensual o trimestre dentro de las instalaciones de la empresa para evitar problemas que pueden ser mucho mayor cuando suceda.

1.3.3 Formulación del Problema

¿Cómo la implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.?

1.3.4 Problemas Específicos

¿Cómo la implementación de la metodología DMAIC nos permite describir la situación actual del área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.?

¿Cómo la implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia y eficacia en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.?

¿Cómo la implementación de la metodología DMAIC nos genera beneficios en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L. ?

1.4 Justificación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), P 39. La justificación es exponer sus razones en la investigación. El mantenimiento es muy importante para las empresas que les permite ser más eficaces y eficiente en la productividad, el mantenimiento nos garantiza brindar un producto o servicio de calidad, vuelve más competitivo en el mercado nacional, por ello es importante desarrollar e investigar el tema de manera que el estudio es muy fundamental.

1.5 Formulación de Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Implementar la metodología DMAIC para aumentar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.

1.5.2 Objetivo Específicos

Describir la situación actual del área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.

Determinar cómo la implementación de la metodología DMAIC mejorará la eficiencia y la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.

Determinar los beneficios obtenidos por la implementación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de trabajo de Investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

(Vilela, 2018). En su trabajo de investigación titulado "Implementación de la Metodología DMAIC para mejorar la productividad de productos de embalaje en la empresa SIVEIN S.A.C. – Lima"; expuesta en la Universidad Cesar Vallejo, se determinó como la aplicación de la metodología DMAIC puede mejorar el proceso de la producción en la fabricación de productos embalaje (zunchos) en la empresa SIVEIN S.A.C., durante el proceso de la implementación de detecto cantidades de errores y defectos en el producto final que es el zuncho, posterior de la implementación de la metodología DMAIC se puede apreciar que el índice de productos aumento de 95% al 100%, reduciendo la cantidad de reclamos de los clientes.

(Arestegui; Jimenez, 2019). En su tesis titulada "Estandarización del nivel de llenado para el formato vidrio 330 ml sin gas mediante la metodología DMAIC en la empresa CERVECERÍA CUSCO S.A.C.", manifestado en la Universidad Andina del Cusco, en la facultad de Ingeniería y Arquitectura; la presente tesis se realizó con el objetivo principal de lograr la estandarización de nivel de llenado para el formato vidrio 300 ml sin gas mediante la metodología DMAIC, con el propósito de mejorar dicho problema presentes en la línea de envasados de esta empresa.

Con resultado de la investigación se aprecia que después del diagrama de Pareto se presentó del 45% y 20% representa las quejas de clientes indicando por un llenado superior o inferior de los límites permisibles establecidos por la empresa, en segundo diagrama de Pareto se detectó un 88.5% de los motivos que se generan los problemas del mal nivel de llenado, se implementó la metodología DMAIC y usando distintas herramientas se logró

reducir el mal llenado de envases el número de productos de especificación de 680 a 10 unidades. Logrando una eficiencia de 98.6 %.

(Huaman, 2019). En su tesis titulada "Seis Sigma para Mejora de la productividad en la Fabricación de Pañales de la Línea Nazca, Santa Clara 2019", manifestado en la Universidad César Vallejo; para optar el grado el título profesional de Ingeniero Industrial, el objetivo del proyecto es la implementación Seis Sigma, se aborda en cinco etapas concretas llamado DMAIC, donde en Definir; se identifica la problemática como oportunidad, el alcance y los beneficios de la implementación, en Medir; se revisa las causas y los efectos, usando herramientas como el Ishikawa. Diagrama de Pareto, las herramientas estadísticas del CP y del Cpk, en Analizar; se evalúa la especificación de calidad en el proceso productivo (CTQs), en la fase Implementar; se mejora el proceso después del análisis, reduciendo la variabilidad de calidad que genera la baja productividad en base a la evaluación de los datos obtenidos, finalmente en controlar; se mide el impacto de la variabilidad del CTQ, así como la eficacia, eficiencia y la productividad del preste al poste.

El resultado de la investigación lleva a la conclusión que, la metodología Seis Sigma incrementa la productividad en la fabricación de pañales de la Línea Nazca, Santa Clara 2019. La media de la productividad antes de la aplicación de la metodología Seis Sigma se encontraba en 68.71% y después de la implementación se incrementó a un 78.56%, teniendo un crecimiento de 9-85% de la productividad.

(Landeró; Concha, 2022), En su tesis titulada "Propuesta de implementación seis sigmas para mejorar el proceso productivo de queso de una empresa de la región Arequipa". Expuesta en la Universidad Católica San Pablo, Arequipa – 2022, lo cual tiene como objetivó fue proponer la implementación de la metodología Seis Sigma para mejorar el proceso productivo de queso de una empresa de Arequipa, para realizar la implementación se

utilizó la metodología DMAIC, con la cual se determinó las causas de la situación actual es la falta de mantenimientos de los equipos, falla en el horno de laboratorio, moldes del queso deformes, tuberías de las pasteurizadora con fugas de vapor, baldosas rotas que generan polvo, falta de orden y limpieza y acumulación de suciedad en las áreas de trabajo. Como también mala operatividad de los equipos por desconocimiento de su manejo por parte de los trabajadores.

Se utilizaron herramientas de la metodología como diagrama de análisis de proceso, observación interviniente, memoria fotográfica, diagrama de Pareto, VSM, diagrama de Ishikawa y 5S, se obtuvo un Sigma de 3 con un 93.7% de productividad. Un CP en 0.997

La mejora implementada se realizó con la aplicación VSM y 5S, se cambió el horno del laboratorio, tuberías de las pasteurizadora, nuevos moldes para el queso, el costo de la mejora fue de USD 10,960. Como resultado se obtuvo una productividad de 99.04% y una sigma de 3.

(Diaz; Dioses, 2022) En su tesis titulada "Implementación de la Metodología DMAIC para mejorar la productividad de la empresa Motor Gas Company S.A." Lima-2022, para optar el Grado de Título en Ingeniería Industrial, tiene por objetivo la implementación de la Metodología DMAIC para mejorar la productividad de la empresa Motor Gas Company S.A.; para identificar las causas y raíces de los problemas se utilizó diversas herramientas de análisis como encuestas, Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa, evento Kaizen, ISC y VSM; luego de identificar las causas que originaron este problema se opta por la implementación de esta metodología para analizar las diferentes fases de sus actividades y plantear soluciones y una mejora continua.

Basado en el objetivo general; se analizó los procesos del servicio de inspección de seguridad a los vehículos convertidos a gas natural (GNV) de la empresa Motor Gas

Company se realizaron mejoras en la productividad del 20.6% entre los dos semestres del año 2021; además existe un incremento de S/ 41,499.80 en la producción en el segundo semestre del año, luego de implementar la metodología.

Referente al segundo objetivo específico; inicialmente se contaba con un 25% de clientes satisfechos y un 75% de insatisfacción con los servicios siendo calificación de Regular, posterior de la implementación de la Metodología DMAIC se incrementó a un 55% de clientes satisfechos y se redujo a 45% la insatisfacción siendo la calificación a Buena.

Referente al tercer objetivo específico; al inicio existía un tiempo de 18 minutos en el servicio de inspección de seguridad vehicular, después de la implementación de la Metodología DMAIC de Six Sigma se optimizó siendo a 11 minutos el nuevo tiempo en el servicio de inspección de seguridad vehicular.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

(Giraldo, 2021). En su trabajo de investigación titulado "Adecuada implementación de metodología DMAIC en un centro de servicios administrativos"; expuesta en Colombia por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, se determina explicar la implementación de herramientas avanzadas de Lean Six Sigma a través de un proyecto DMAIC en un centro de servicios administrativos. El paper inicia dando revisión a la evolución de Lean y Six Sigma en los últimos años, el uso de nuevas tecnologías y algunos casos con éxito en diferentes compañías que han implementado y los resultados obtenidos en la implementación por primera vez de la metodología DMAIC en un proceso financiero en un centro administrativo de una multinacional logística, los retos, herramientas utilizadas, los recursos humanos, conceptos y económicos requeridos. Esta metodología en este tipo de procesos, pasando por la fase de definición del problema, la medición de resultados del

proceso, análisis de datos implementación de mejoras y planes para garantizar la sostenibilidad de las mejoras en el tiempo.

Luego de 6 meses dedicados al proyecto y algunos retos propios de la operación y el ser el primer gran proyecto Lean Six Sigma en el centro de servicios administrativos, los resultados fueron muy significativos para comenzar, la percepción de los clientes mejoro, durante los últimos 6 meses, al menos 6 de 14 clientes presentaban quejas mes a mes, luego de finalizado el proyecto, los clientes mencionaron estar satisfechos con la mejoras y el nuevo servicio por ejemplo en cuentas la de México, país piloto la mejora fue de 50%, pasando aproximadamente de dedicar 72 horas por conciliación a tan solo 35 horas.

Por otra parte, el DPMO y el nivel sigma mejoro también significativamente, teniendo en el primer mes posterior a las mejoras 14 conciliaciones entregables y 19 oportunidades de error, se cometieron 44 de 266 errores posibles. Teniendo así un indicador Yield de 83.3%, un DPMO de un nivel sigma de 2,47. Para el segundo mes posterior a las mejoras se obtuvo 14 conciliaciones y 21 oportunidades de error, como se observa en el indicador Yield de 99%, un DPMO de un nivel sigma de 3,82. Es decir con respecto a los valores iniciales del nivel Sigma paso de 1,61 a 3,82.

(Pérez; Pérez; García; Gómez, 2020). En su trabajo de investigación titulado "Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad" expuesta por la Universidad Autónoma Ciudad Juárez, Ciudad de Juárez, México. Se implementó en una empresa de productos médicos, para la reducción de quejas de clientes, ya que es la causa principal del problema en la empresa. Con el método se busca una solución óptima para el proceso en la producción de citología. El problema ocurre en control de calidad al momento de inspeccionar el producto así que, al momento de jalar de manera

manual el cepillo del casquillo, se desprende lo que representa el 70% de las fallas en el producto. Lo que genera material defectuoso y quejas de clientes.

El objetivo del método es medir, analizar, mejorar y controlar. En cada fase de la metodología se presenta diagramas, histograma, planes de control, diagrama de causa efecto y regresión. Con la elaboración de este proyecto se pudo demostrar a la empresa la importancia de emprender mejoras en sus procesos basándose en técnicas estadísticas, con el método DMAIC.

Después del análisis de comparación el problema de rechazo de casquillo flojo donde al principio del problema se tiene un registro de 70.7% siendo este el principal defecto que se presenta en la empresa y diagrama actual de Pareto muestra una considerable reducción del problema al 9.3 %. La implementación del método permitió disminuir los costos y los retrasos y tiempos de entrega hasta un 60%.

(Carrillo; Vargas; Severiche; Peralta; Ortega, 2022). En su trabajo de investigación titulado "Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial – sector metalmecánico"; expuesta en la ciudad de México, México, por Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, el objetivo principal fue analizar cualitativamente la literatura científica disponible en las bases de datos y páginas web oficiales de Scielo, Redalyc y Google Académico, utilizando como palabras de búsqueda: ruido industrial, industrial metalmecánica, Lean Seis Sigma, DMAIC. Se obtuvo información relevante relacionada con el objetivo propuesto, que se presenta en tres apartados. La metodología Lean Seis Sigma con las etapas DMAIC puede ser utilizada para reducir la variabilidad operacional y reducir el ruido como contaminante industrial, medir el nivel de presión sonora por cada máquina y operador después de implementar medidas de

control en el individuo, medio y fuente, indican que los niveles de presión sonora disminuyen significativamente.

Como conclusiones la metodología DMAIC al ser aplicada para la reducción de ruido industrial en procesos productivos de Sector Metalmecánico, se concluye que su implementación incluye un conjunto de acciones y herramientas estadísticas que permiten el desarrollo y cumplimiento satisfactorio, se hace necesario que las empresas implementen un programa para la conservación auditiva, el cual debe estar dirigido a los trabajadores, con el objetivo de prevenir y controlar la aparición de pérdida auditiva, cumplan la normativa vigente en los aspectos de mantener las condiciones de trabajo segura en términos de exposición laboral a ruido industrial, ya que ayuda a las disminución de accidentes y enfermedades, al igual es de inmediatez establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en forma periódica en las distintas fuentes del ruido.

(Pozo, 2019). En su trabajo de investigación titulado "Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de capacidad de producción en la elaboración de prototipos de madera plástica" expuesta por la Universidad Técnica del Norte, ciudad de Ibarra, Ecuador. Tiene como finalidad de incrementar la capacidad de producción de madera plástica reciclada a través de la implementación de la metodología DMAIC en el laboratorio de Procesos Físicos de la Universidad técnica del Norte. En este laboratorio se simulo el proceso de producción de lámina de madera plásticas recicladas, teniendo como problemática principal la falta de estrategias que ayuden a mejorar la capacidad de producción y partiendo de esto, se determinaron objetivos como metodología del proyecto en base a DMAIC.

Posteriormente del análisis de la causa raíz de los problemas se elaboró un proceso que interviene en la transformación de polímeros reciclados en prototipos de madera plástica se determinó 5 macro actividades: selección de polímeros y vibra vegetal, triturador de

polímeros y pulverización de la fibra vegetal, mezcla de los compuestos y fibra, fundición de los compuestos y prensado del material; esto ayudo con el desarrollo del estudios de trabajo mismo que apporto con el tiempo de producción y el cálculo de los índices de capacidad.

El análisis de los resultados del antes y después del proceso concluye que el índice de capacidad superior mejoro pasando de 0,49 a 0,99. Sin embargo, no se encuentra dentro de los límites establecidos ya que es menor a 1. Esto se debe a que aún existe desconocimiento del método de trabajo y en las operaciones de la maquina por parte de operarios nuevos.

El estudio del tiempo ante de la implementación de la metodología DMAIC determino un tiempo de producción de 214,3 minutos para realizar una lámina de madera plástica con capacidad de 0.75 kg de materia prima, debido a esto que solo se podía elaborar 3 productos durante una jornada laboral, posterior a la implementación el tiempo de producción es de 347,2 minutos para realizar 2 láminas con capacidad de 3,3 kg (63% más grande), lo que indica que el tiempo del proceso disminuyo un 19% y ahora se realizan 4 productos durante la jornada laboral indicando un incremento del 25% en sus volumen de producción.

(Gallegos; Hernández; Rodríguez; Piña, 2021). En su trabajo de investigación titulado "Implementación de la metodología DMAIC para el mejoramiento del proceso de manejo no conformidades relacionadas a proveedores" expuesta por la Universidad Autónoma de ciudad Juárez, Chihuahua, México. El presente proyecto implementado en la empresa Biosense Webster Inc. Tiene como objetivo implementar la metodología DMAIC para el mejoramiento del proceso de manejo "no conformidades" relacionadas a proveedores debido a que el tiempo de cierre de las investigaciones relacionadas a dichas "no conformidades" cerradas en un periodo entre febrero 2020 a febrero 2021 aplicando diversas herramientas de solución de problemas como VOC, técnicas

de grupo nominal, diagrama de Ishikawa, tormenta de ideas, plan de acción para la mejora del proceso de "no conformidades" relacionadas a proveedores.

Como resultado de este proyecto puede señalarse que se hasta el momento se ha determinado una mejoría en cuanto a la implementación de algunas de las acciones propuestas dentro del plan de acción; ya que el tiempo de respuesta por parte del departamento de calidad de proveedores a calidad de operaciones ha disminuido de 7 días a 2 días en promedio; y la iniciación de las investigaciones correspondientes cuando se detecta una "no conformidades" relacionadas a proveedores con base en la información inicial ha disminuido de 5 días a 3 días promedio. También se espera que la guía de correcta asignación de aprobadores de disposición de material no conformante mejore significativamente la disposición de este y así disminuir el tiempo de cierre de las investigaciones y de la disposición de dicho material no conformante.

2.2 Sustento Teórico

2.2.1 Filosofía Lean Six Sigma

El Six Sigma es una popular filosofía de gerencia, la primera empresa que lo hizo popular fue la empresa Motorola, en la década de 1986, esta empresa buscaba reducir los defectos en sus productos electrónicos. Frente a esta situación partieron de un trabajo elaborado por su director Mikel Harry. Lo adopto Allied Signal a inicios de la década siguiente y luego la empresa General Electric hizo de ella la filosofía gerencial más popular en la historia. Luego fue unida al concepto de Lean Manufacturing de la empresa Toyota. Como esta filosofía gerencial se basa en los hechos y los datos que se usen para tomar decisiones en la organización o empresa, muchos especialistas son estadística han descubierto nuevas carreras como instructores y consultores sobre la materia.

Es una filosofía de mejora continuo que parte de la voz del cliente para optimizar los procesos basándose en dos pilares fundamentales:

- Factor humano
- Las herramientas estadísticas

A diferencia de la mejora continua Kaizen, la técnica Six Sigma mejora los indicadores de resultado al menos de 50%. Cabe mencionar que en la industria de servicios la filosofía Six Sigma se encuentra en fase de desarrollo, esto refleja que existe un alto índice que la gran mayoría de las empresas aun no aplican esta filosofía.

Cabrera (2016) manifiesta que Lean Six Sigma busca generar valor para el cliente, sociedad y la economía teniendo como objetivo: reducir costos, mejorar tiempos de entrega y mejorar la calidad a través de la eliminación de desperdicios.

2.2.2 Six Sigma

El Six Sigma evolucionó con el pasar del tiempo paso de ser un simple indicador de la calidad hasta convertirse en una estrategia general para acelerar las mejoras correspondientes y alcanzar niveles de desempeño sin precedentes enfocándose en las características críticas para los clientes y la identificación de las causas de los errores o defecto en los procesos para posteriormente eliminarlas, garantizando la satisfacción del cliente.

Herrera (2021) afirma que el Seis Sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esa manera que la organización comprenda las necesidades de su cliente.

Se puede definir a Six Sigma como una estrategia que se orienta a la mejora continua de las organizaciones, desempeñándose en los procesos y reducir su variación. Podemos

determinar que es un enfoque de gestión que mide y mejora la calidad, y para obtener estos resultados se requiere conocer y eliminar las causas raíz, defecto o retraso en los procesos. Esta metodología es altamente sistemática y cuantitativa y se aplica en cinco etapas o fases conocidas como la metodología DMAIC.

Evans (2008) manifiesta que el logro de esta tarea tan compleja requiere de la implementación eficaz de principios estadísticos y diversas herramientas para diagnosticar los problemas de calidad y facilitar las mejoras.

2.2.3 Aplicación Six Sigma

El Six Sigma es una metodología de trabajo que puede aplicar en cualquier empresas, sector o área trabajo para medir la eficiencia operativa, está enfocada en mejorar y dar soluciones a los problemas complejos a través de la aplicación de las distintas herramientas y disminuir la variación en los procesos de alto desempeño.

2.2.4 Beneficios de Six Sigma

- Mejorar la calidad de los productos o servicios de la empresa.
- Mejorar la satisfacción del cliente, se logrará obtener un producto o servicio más estable.
- Reducir los costos de operación (más eficiente).
- Reducir los costos derivados (devoluciones, reclamos y retrasos).
- Reducir los tiempos de entrega del producto o servicios que brinda la empresa.
- Fortalece la relación entre los trabajadores dentro de la empresa (aquellos problemas que siempre existen en la empresa).
- Ayuda a tomar las mejores decisiones dentro de la empresa.
- Establece un trabajo estandarizado en los procesos o servicios.

2.2.5 Metodología DMAIC

Es una metodología de mejora de procesos, que busca establecer herramientas estadísticas y un análisis de datos para una aplicación práctica en los proyectos de mejora de calidad de proceso como también de servicios, su objetivo principal es establecer una mejora continua, competitiva y satisfacción del cliente, reduciéndola variabilidad del proceso

Es una metodología de Six Sigma es similar a la metodología de mejora continua (Kaizen), se manifiesta mediante una metodología DMAIC, significa:

D: Definir el proyecto.

M: Medir el desempeño del proceso.

A: Analizar las causas raíz.

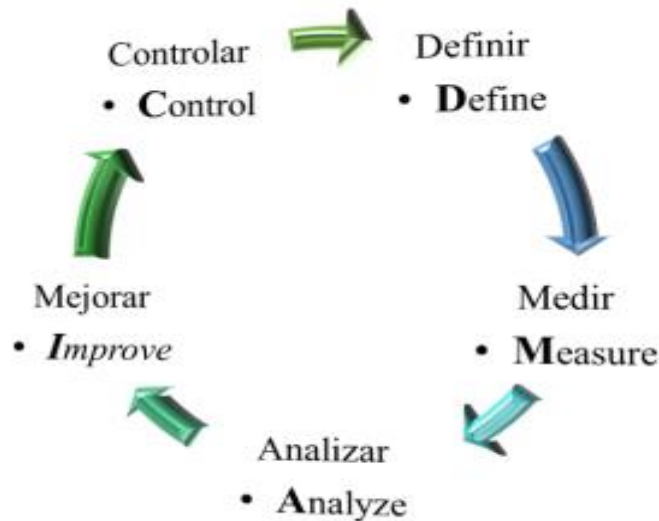
I: Implementación de mejoras.

C: controlar y asegurar las mejoras.

Vergara y López, (2019), utilizan un planteamiento estructurado y sistemático que se soporta en cinco (5) fases descritas como DMAIC (siglas en ingles Define, Measure, Analyze, Improve y Control); las cuales brindan un contexto adecuado que guía el proceso de mejora y propone en cada fase objetivos que parten desde identificar los procesos a intervenir y evaluar los sistemas de estabilidad, capacidad y medición, determinado las causas reales que afectan el proceso: además se identifica, prioriza, selecciona e implementa soluciones que controlen y/o eliminen las causas identificadas; por ultimo implementar un plan de control para garantizar que el problema no vuelva a suceder.

Figura 15

Metodología DMAIC de Six Sigma



Nota: Gusman, 2015

- **Fase Definir (D)**

Es la primera fase donde definiremos e identificaremos claramente los problemas y dificultades del proceso, se puede utilizar en empresas de todo tipo de tamaños, como también se define la situación en la que se encuentra la empresa antes de la implementación. Es el primer paso para realizar la implementación de la metodología DMAIC consiste en reunir toda la información sobre los requerimientos y necesidades de los clientes, con la finalidad de identificar posibles oportunidades de mejora.

Ocampo y Pavón, (2013), manifiestan que para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿Por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora?, ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema?, ¿Qué se busca lograr en el proceso?, ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto?, ¿Cómo sabrá que ya terminó el

proyecto (criterio de finalización) ?, ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

- **Fase Medir (M)**

En esta segunda fase consiste en identificar y validar las métricas que tendrán que intervenir para la implementación que determinarán el desempeño actual del proceso. Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso del producto o servicio. Que el cliente percibe como clave y que parámetro son los que afectan a este. Toda esta información permitirá establecer las causas del problema y también facilitará la medición inicial de la capacidad del proceso involucrado.

Bonilla, (2010), establece que algunas preguntas típicas que surgen en esta etapa son: ¿sabe son su cliente?, ¿conoces las necesidades de su cliente?, ¿sabe qué es crítico para su cliente, derivado de su proceso?, ¿Cómo se desarrolla el proceso?, ¿Cuáles con los pasos?, ¿Qué tipo de pasos compone el proceso?, ¿Cuáles son los parámetros de medición del proceso y cómo se relacionan con las necesidades del cliente?, ¿Por qué son esos los parámetros?, ¿Cómo obtienen la información?, ¿Qué tan exacto o preciso es su sistema de medición?

- **Fase Analizar (A)**

En esta tercera fase el propósito es analizar e interpretar los datos obtenidos con anterioridad y determinar las causas raíz de los defectos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posible relación entre causa -efecto utilizando herramientas estadísticas pertinentes.

Vergara y López, (2019), manifiestan que en esta etapa se utilizan las herramientas estadísticas y propias de DMAIC, se promueve el trabajo en grupo y la aplicación de métodos

que involucren la participación de los empleados que generan eficiencia en la identificación de las causas y sus soluciones.

- **Fase Mejorar (M)**

En esta cuarta fase tiene como objetivo desarrollar y cuantificar las soluciones potenciales, mismas que nos llevarán a mejorar y ser más óptimo en el proceso, para luego evaluar y verificar el resultado final. Esto incluye la aplicación y el seguimiento de las herramientas utilizadas verificando que cumplan con el objetivo fijado.

García, (2018) determina que las mejoras, desarrollar, probar e implementar soluciones a las causas raíz. Utilizar datos para evaluar los resultados.

- **Fase Controlar (C)**

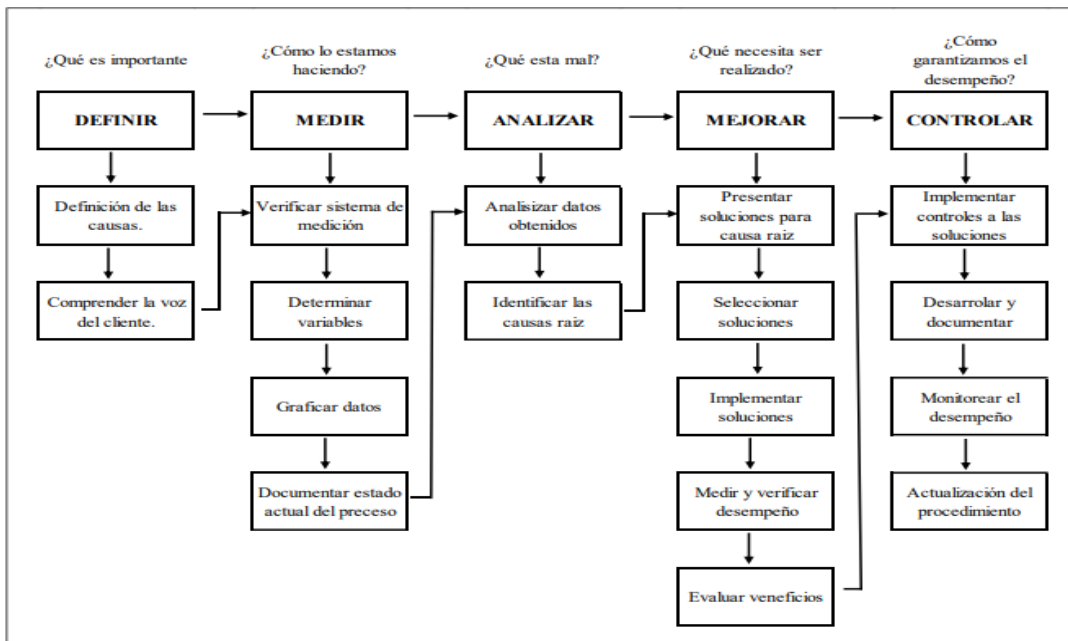
En esta quinta fase consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para consolidar que lo conseguido mediante la implementación de la metodología DMAIC se mantenga una vez que se haya implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por terminada, el equipo informa a la gerencia y se disuelve. Es importante poner en marcha el sistema que garantice que las mejoras son sostenibles a largo plazo.

Evans, (2008), sostiene que la etapa de control se enfoca hacia cómo conservar las mejoras, que incluye tener las herramientas en su lugar para garantizar que las variables clave continúen dentro de los rangos máximos aceptables en el proceso modificado. Estas mejoras pueden incluir el establecimiento de nuevas normas y procedimientos, la capacitación del personal y la institución de controles para tener la seguridad de que las mejoras no desaparecerán con el tiempo. Los controles pueden ser tan sencillos como el uso de listados de verificación o revisiones periódicas de las condiciones para asegurarse de que siguen los

procedimientos apropiados o que se emplean los diagramas de control de los procesos estadísticos para supervisar el desempeño de los indicadores claves.

Figura 26

Metodología DMAIC



Nota: Reinoso (2016)

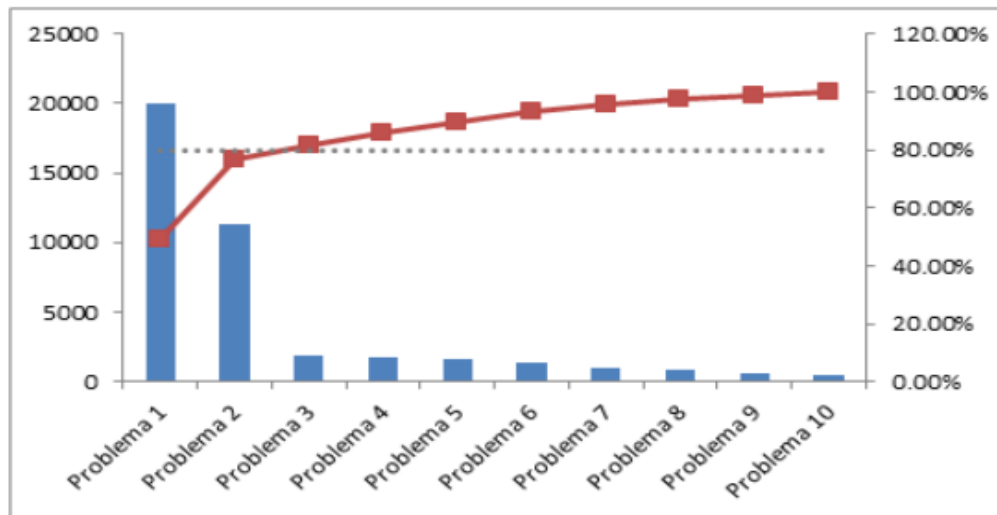
2.2.6 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un grafica donde se organizan distintas clasificaciones de datos de orden descendente, se visualiza de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunidos toda la información necesaria, para clasificar las causas que demoran o dañan un proceso productivo o de servicios. Esta herramienta sirve para dar prioridad a los problemas y las causas que lo genera. Se interpreta que el 20% de las causas solucionan el 80% del problema y por el contrario el 80% de las causas solucionan el 20% del problema.

Aiteco, (2012), manifiesta que el diagrama de Pareto es la representación de que un 80% de fallas son causadas por un 20% de los problemas existentes en un determinado proceso. Este grafico ayuda a entender la mejor manera cuales son los problemas en los que se tiene que enfocar para dar solución y lograr la disminución de estos para llegar a los objetivos de la empresa. La siguiente imagen muestra cómo se representa un gráfico de Pareto.

Figura 37

Diagrama de Pareto



Fuente: Aiteco – métodos y herramientas de la mejora

Esta matriz de estratificación es una de las herramientas de calidad es un muestreo estratificado o estratificación. Que lleva a la selección o clasificación de datos que utilizaremos como base para el estudio de un determinado problema. El método de analizar y mejorar procesos se puede lograr mediante un muestreo estratificado.

Mencionares el procedimiento para realizar esta matriz.

1. Reconocer el problema que se presenta en la empresa.

2. Proyectar una tabla para el conteo y la verificación donde se consigne los datos obtenidos.
3. Recolectar los datos y realizar las sumatoria correspondiente de todos los datos obtenidos.
4. Diseñar una tabla de datos para nuestro diagrama de Pareto; la que debe tener la cifra total individual y las cifras del total acumulado, así como su distribución porcentual y el porcentaje acumulado.
5. Llenar la tabla con los datos más relevantes.
6. Trazar un eje horizontal y dos ejes verticales.
7. Graficaremos las barras con las cantidades y porcentajes.
8. Trazamos la curva acumulada marcando para ello los valores acumulados de la zona superior al lado derecho de los intervalos de datos y unimos mediante una línea continua los puntos.
9. Interpretamos la información que sea necesaria para el diagrama.

2.2.7 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es conocido también con el nombre de diagrama de pescado (por su forma) o también llamado diagrama de causa-efecto, sirve para la representación gráfica de las posibles fallas, en donde la parte de la cabeza representa el problema principal o el problema que se va a analizar y las espinas que normalmente nos apoyamos en las 6 emes. Que nos ayudan a identificar los posibles problemas observados y sus causas.

Las 6 emes más comunes para agrupar estas causas:

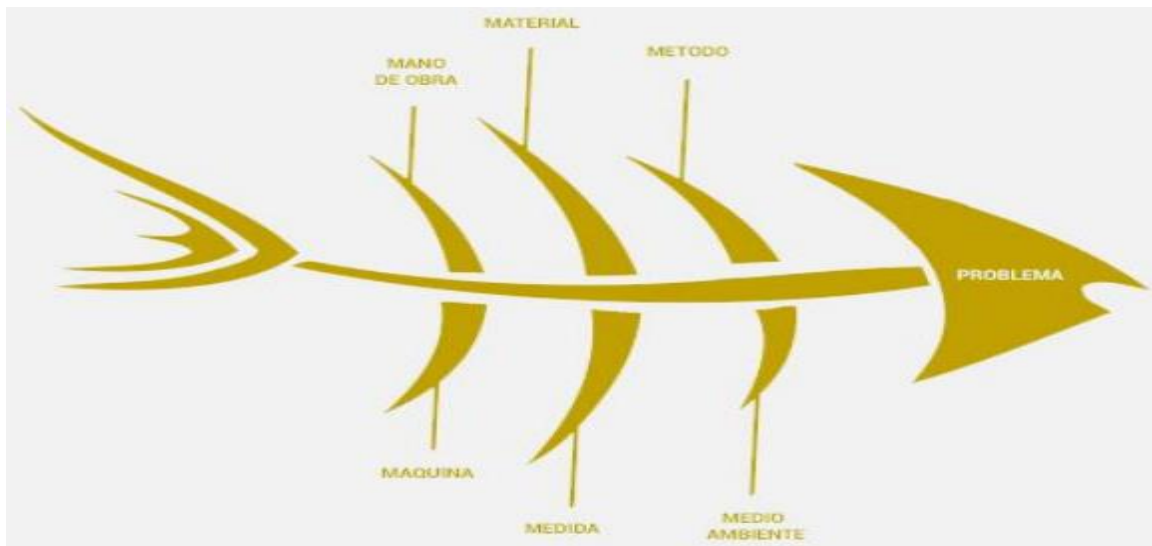
1. Mano de obra
2. Materiales
3. Método

4. Maquina
5. Media
6. Medio ambiente

En la figura 18 se muestra cómo se elabora un diagrama de Ishikawa utilizando el método de las 6 emes.

Figura 46

Diagrama de Ishikawa



Nota: SPC consulting Group

López (2020), sostiene que con este diagrama se puede analizar los efectos positivos y corregir las causas que originan los efectos negativos.

2.2.8 Índice de Satisfacción del Cliente (ISC)

El índice de satisfacción del cliente es uno de los indicadores que nos ayuda a medir el nivel de satisfacción, tiene relación con el rendimiento de las organizaciones el cual se evalúa

por el aumento de ventas, la participación en el mercado y la presencia de marca, obteniendo información necesaria para bríndales mejores experiencias.

Ecuación 1: Calculo ISC

$$ISC = \frac{\text{total de clientes satisfechos}}{\text{total de clientes encuestados}} X100$$

$$ISC = \frac{\text{total de clientes insatisfechos}}{\text{total de clientes encuestados}} X100$$

Gonzáles; Gonzáles; Pelegrín y Juaneda (2014), manifiesta que la encuesta a los clientes nos permite recabar información sobre la satisfacción de los clientes e incluso deja libertad para que el cliente exprese textualmente su percepción sobre el servicio prestado.

2.2.9 Encuestas

Es una herramienta simple que es utilizada para recopilar información relevante para desarrollar una investigación cuantitativa. Tiene como objetivo la recopilación de información a través de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recolecta la información, se puede entregarse en forma de tríptico, gráfica, tabla o escrita.

“La siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/análisis o casos” (Hernández; Fernández & Baptista, 2014, p.198).

2.2.10 Lluvia de idea

Es también conocida como tormenta de ideas es una técnica de trabajo grupal, dentro de este trabajo grupal se busca el surgimiento de nuevas ideas o ideas innovadoras sobre un problema o tema en específico. Es una herramienta creativa que estimula a los miembros de un grupo a desarrollar el ingenio y aportar ideas sobre un determinado tema.

García (2021), manifiesta que la lluvia de ideas es una técnica grupal para que los involucrados en el trabajo brinden sus opiniones o ideas originales es un ambiente relajado y cálido, donde se puedan expresar libremente.

2.2.11 Net Promoter Score (NPS)

El NPS es una regla métrica de experiencia de clientes. Fue creado en 2003 por Bain and Company, se utilizar para medir la gran mayoría de negocio, permite analizar productos específicos, tiendas, página web incluso su personal. Es un indicador que se emplea en los programas de experiencia del cliente. Su objetivo es determinar la satisfacción del cliente sobre un producto o servicio brindado, como también se determina la lealtad de los clientes a una compañía. Se mide a través de una encuesta que tiene una única pregunta ¿Qué tan probable es que recomiende la organización y/o el producto y/o el servicio a un amigo o familiar?

Los encuestados deben dar su respuesta dentro de una escala de inicia desde el 0 que significa (nada probable) hasta el 10 que significa (sumamente probable). Se recolecta las respuestas y se los organiza en tres categorías, que permiten calcular el resultado.

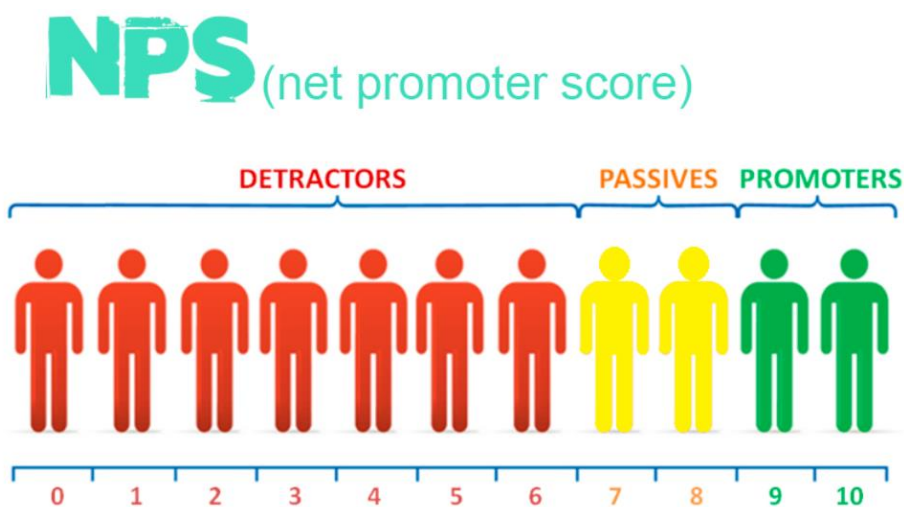
- Promotores: son aquellos que respondan entre 9 o 10, por lo general son los clientes que son, leales y entusiastas con el producto o servicio.

- Pasivos: son aquellos que responden entre 7 u 8, por lo general son los clientes que están satisfechos con el producto o servicio, sin embargo, no es suficiente como para considerarse promotores.
- Detractores: son aquellos que responden entre 0 a 6, son clientes insatisfecho que es poco probable que vuelvan a comprar e incluso desalentar a otros clientes que no consuman el producto o servicio.

Disney (2002), asegura que has lo que haces tan bien, que tus clientes querrán verlo de nuevo y traer a sus amigos.

Figura 59

Las categorías Del NPS



Nota: web

Se calcula cuando los clientes seleccionen su respuesta en la escala del 0 hasta el 10.

Basado en sus respuestas, los clientes se dividen en 3 categorías. El NPS se calcular tomando

el porcentaje de promotores y restando el porcentaje de detractores, es una operación matemática muy simple calcular la puntuación NPS final.

Ecuación 2: Fórmula NPS

$$\text{NPS} = (\% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores})$$

Posterior al resultado obtenido se puede implementar unas estrategias de marketing, como campañas en las redes sociales y sus agentes de servicio al cliente o de experiencia del cliente para luego comparar los resultados con los valores de referencia de NPS de la industria y de ese modo, determinar su situación frente a la competencia. Nos permite comprender mejor sus objetivos y analizar las respuestas de los consumidores de sus productos o servicios. Esto define el objetivo es incrementar la cantidad de clientes leales que se conviertan en consumidores potenciales.

2.2.12 VSM (Value Stream Mapping)

El VSM es una herramienta propia del Lean Six Sigma, es una herramienta visual que permite hacerse una idea de todo el proceso de fabricación de un producto, nos permite definir los puntos de interacción con los clientes y los procesos de apoyo que permitirán lograr los resultados. Desde la recepción de la mercancía, pasando por los procesos de fabricación, hasta la entrega final del cliente. Es la primera herramienta para utilizar para ver dentro de los procesos

El mapa de flujo de valor o VSM, es un diagrama o mapa que nos permite analizar el flujo de material, el flujo de información que rigen el servicio o proceso de manufactura, los indicadores claves y mejorar el flujo dentro de un proceso de producción, así como las diversas actividades que agregan valor y las que no agregan valor, este se conforma de dos mapas: el mapa de la situación actual y el mapa del estado futuro.

El objetivo principal es identificar a todas aquellas actividades o tareas que no generan valor durante el proceso de fabricación de un producto o durante el proceso de un servicio. Analizando el VSM se pueden tomar decisiones para mejorar los distintos procesos y mejorar la productividad al momento de fabricar un producto. Por lo que las empresas pueden optimizar los procesos para ahorrar costos, desechar tareas que no generan valor, ser más eficientes y entregar los productos o servicios con la máxima calidad, en las fechas establecidas y el precio acordado.

Stan (2015), expresa que VSM es una técnica empresarial que se usada para analizar y mejorar la información y el flujo de materiales a fin de producir un servicio o un producto; indica que es una herramienta de planificación que optimiza resultados mediante la eliminación de desperdicios. Menciona que es un proceso generalmente utilizado en la metodología Lean para proporcionar un óptimo valor al cliente mediante un proceso al que se le ha desarrollado un mínimo diseño que sustenta el periodo de vida del bien o servicio. Explica además que el valor es la capacidad de proveer al cliente alta calidad en el momento preciso y con precio apropiado, que en realidad es lo que el cliente quiere comprar.

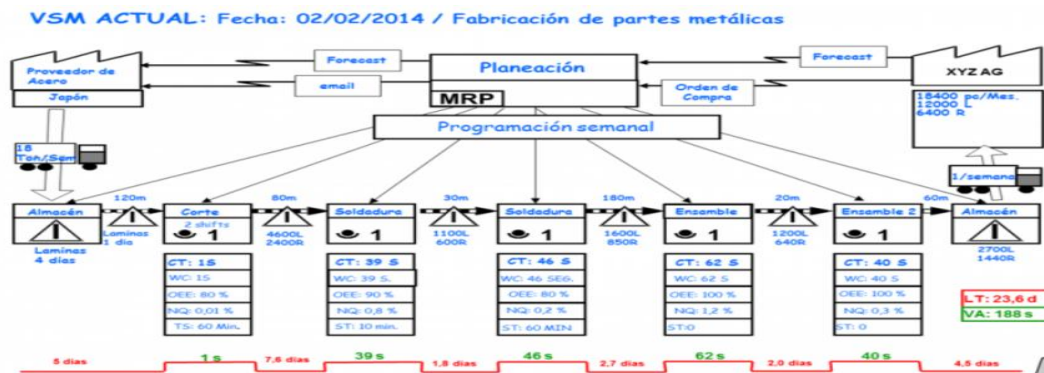
Elaboración de un VSM

- Definir la demanda de los clientes: Se tiene que definir la demanda del cliente para no perder el enfoque principal, por un periodo de tiempo concreto, para ello debemos calcular el tiempo disponible en el periodo entre la demanda de ese periodo.
- Añadir los procesos: Diseñar el VSM, añadir los distintos procesos donde fluye el material o la información presentes en la cadena de fabricación o servicio, los procesos se dibujan de izquierda a derecha en el orden en que va la producción y añadir información relevante a cada uno utilizando datos o indicadores asociados.

- Añadir los inventarios: Se representan en forma de un triángulo y debe ir acompañado de la cantidad de unidades correspondientes de los productos, materias primas.
- Añadir clientes, proveedores y frecuencia de entrega: En esta etapa se incluye la entrega de productos a los clientes, la recepción de materia prima y las frecuencias en que lo realizan, se debe incluir a los proveedores principales se utiliza un icono de un camión que hace referencia al concepto.
- Añadir el Flujo de Información: Utilizamos líneas en forma de zigzag y trazaremos los flujos de información que se producen durante los procesos de fabricación. Como también se añade en la parte central y superior del diagrama.
- Añadir el Flujo de Materiales: Se representa por una flecha más gruesa, se incluirá en cada proceso, hay que tener en cuenta que cada proceso proporciona piezas o subproductos al siguiente, sin tener en cuenta sus necesidades.
- Añadir la línea de tiempo: Se debe incluir las líneas de tiempo que permite calcular el tiempo necesario desde la entrada, pasando por todos los procesos hasta la entrega del cliente.

Figura 20

VSM (Value Stream Mapping)



Nota: web

2.2.13 Kaizen Blitz

El Kaizen Blitz, es conocida como evento Kaizen esta herramienta nos permite generar cambios o incrementar mejoras pequeñas, esta pequeña herramienta es exhaustivo y práctico para identificar áreas de mejora en un proceso empresarial y se aplica de forma inmediata las soluciones reconocidas de forma eficaz con el fin de reducir despilfarros generados en los procesos. Es un enfoque de mejora de procesos o corto plazo se centra en un área específica, implica a menos personas y se ejecuta en pocos días y podemos visualizar resultados visibles en un corto tiempo.

Aparcana (2017), precisa que Kaizen es una herramienta conocida como mejora continua que pretende la mejora de los productos, servicios y procesos.

Este evento sigue el concepto de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) que sirve para mejorar los procesos empresariales mediante herramientas basadas en datos, la principal diferencia es que mientras la metodología DMAIC puede durar meses, el evento Kaizen se caracteriza por su corta duración y rápida aplicación, ya que blist sugiere algo rápido e intenso.

Por su parte Cabera (2016), manifiesta que el evento Kaizen es una actividad cuyo objetivo es resolver un problema o disminuir desperdicios; aquí se utilizan las diferentes herramientas y principales de la filosofía Lean.

La elección del método Kaizen Blitz, entre otras muchas herramientas existentes, no solas conduce a mejoras visibles, significativas y mensurables, sino que ofrece las siguientes ventajas y beneficios:

- Es un método que tiene un proceso sencillo
- Fomenta la colaboración de los integrantes de la empresa

- Aumenta el nivel de compromiso
- Destaca la rapidez en la toma de decisiones
- Adapta soluciones viables

Etapas de un Kaizen Blitz

- **Preparación:** En esta etapa se exponen e identifican los problemas o defectos en los procesos durante la fabricación de un producto o un servicio que requieren atención inmediata, suele durar entre 14 y 45 días, también incluye:
Establecer objetivos específicos, seleccionar al líder del equipo y a los demás miembros y recolectar información relevante.
- **Evento Kaizen:** en esta etapa es el verdadero bombardeo Kaizen, consiste en una reunión con el equipo para centrarse y mejorar determinados procesos empresariales. Puede tener una duración de 2 a 10 días, también incluye; revisar la situación actual de la empresa, identificar los problemas clave, recopilar y analizar datos, desarrollar soluciones viables que tengan gran impacto, validar y aplicar soluciones, elaborar un resumen del análisis y elaborar un plan de aplicación continua.
- **Aplicación:** en esta etapa es relámpago que sigue al evento Kaizen, esta etapa suele durar entre 0 a 60 días, dependiendo del complejo que es el proyecto, también incluye; aplicar las soluciones para la mejora continua, coordinar los cambios en los procesos con las partes interesadas y con todos los trabajadores de la empresa, medir el éxito y los beneficios del proyecto, por último, presentar los logros del proyecto.

Figura 21*Etapas Del Kaizen Blitz*

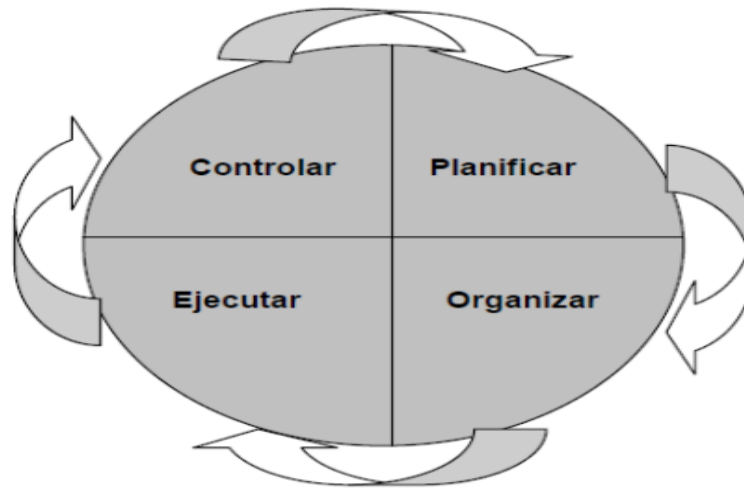
Nota: web

2.3 Mantenimiento

El mantenimiento son todas actividades que tiene como objetivo preservar un artículo, equipo o maquinaria, restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, en el mantenimiento se realizan las mediciones, comprobaciones, reemplazos, ajustes y reparaciones, todo lo necesario para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

Rodríguez (2012), manifiesta que es un conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible con la finalidad de buscar la más alta disponibilidad con el máximo rendimiento, para ello es necesario tener una gestión de mantenimiento.

Como se muestra en la figura 20 la gestión de mantenimiento comprende el cumplimiento de cuatro etapas de un conjunto de funciones: Planificación, Organizar, Ejecutar y Controlar.

Figura 22*Ciclo de Gestión de Mantenimiento*

Nota: Antonio Rodriguez – Manual de Gestión de Mantenimiento

2.3.1 Importancia del mantenimiento

El mantenimiento industrial ha evolucionado en las últimas décadas, durante esta evolución, se ha pasado de una visión simplificada paso de ser un centro de coste a un centro de beneficios. Así como las actividades que aportan valor al evitar la aparición de otros costos unido al mal funcionamiento de los equipos productivos; las pérdidas de producción por indisponibilidad. La importancia del mantenimiento en la industria es un valor para tomar en cuenta para sacar el máximo provecho de los equipos o maquinarias; las empresas deben priorizar la función de mantenimiento con el objetivo de conseguir los mayores niveles de disponibilidad y fiabilidad al menor costo posible, a través de la combinación de estrategias correctivas, preventivas y predictivas.

Algunas de las estrategias más usadas son TPM (Mantenimiento Productivo Total), RCM (Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad), sistema GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por un Ordenador).

Gestionar técnicas e incluirlos en la forma de trabajo de cada departamento de mantenimiento para garantizar la calidad, la seguridad y las interrelaciones con el medio ambiente (Rodríguez, 2012, p.22).

2.3.2 Tipos de mantenimiento

En el conjunto de las operaciones que tienen como propósito conservar o reactivar los equipos o maquinarias, pueden diferenciarse de las siguientes definiciones.

➤ Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se lleva a cabo inmediatamente después que se haya detectado una avería o defecto en el equipo o en una máquina, su objetivo es hacer que el equipo o máquina vuelva a funcionar normalmente, para que pueda realizar las funciones programadas con mayor eficiencia posible.

García (2010), afirma que es el mantenimiento que tiene como misión mantener el nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

➤ Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se tiene que ser planificado porque se en programas de mantenimiento establecido y en hechos concretos, se aplica por los técnicos y jefes del área de mantenimiento tiene como objetivo evitar el desgaste o deterioro prematuro de los activos físicos minimizando el impacto del proceso de degradación que sufren los equipos o maquinarias.

Rodríguez (2012), manifiesta que el Sistema de Mantenimiento Preventivo (MPP) puede ser definido como una lista completa de actividades de mantenimiento para asegurar el correcto

funcionamiento de la planta, máquinas y equipos mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados bajo un plan de mantenimiento detallado y con las programaciones que permitan su ejecución y control, elaborado con anterioridad.

➤ **Mantenimiento Predictivo**

En el mantenimiento predictivo su objetivo es predecir cuándo puede producirse una avería en el activo físico, como también evitar que se produzca la avería durante la realización del mantenimiento. El monitoreo de futuros fallos permite planificar el mantenimiento antes de que ocurra la avería. Cuando funciona eficazmente como estrategia de mantenimiento, el mantenimiento solo realiza en la maquinaria industrial en el momento que es necesario, es decir justo antes que se ocurra la avería o falla.

➤ **Mantenimiento Hard time o Cero horas**

El mantenimiento cero horas suele tener relación con la reparación inmediata luego de haberse detectado una falla técnica, en esta reparación es un conjunto de tareas que se realiza tras un tiempo de operación de los equipos, máquinas, sistema o instalación. Tiene como objetivo devolver el conjunto inspeccionado a su estado inicial.

➤ **Mantenimiento en uso**

Es el mantenimiento básico de equipo o maquinaria que puedes realizar los mismos usuarios, se basa en realizar una serie de actividades simples, como tales como una inspección visual, toma de datos o lubricación, son actividades sencillas que en mucho caso no requiere una formación especial como tampoco de un personal calificado.

2.3.3 Total Quality Management (TQM)

La Gestión de la Calidad Totales es una estrategia de gestión de hace hincapié en un esfuerzo continuo de toda la empresa para mantener la satisfacción y el servicio al cliente de calidad, es una auténtica filosofía de gestión orientada a que la totalidad de la empresa tome conciencia de calidad. Según la filosofía TQM, cuanto más mejore los procesos en cada área más fácil será la entrega de productos y servicios de mayor calidad a los clientes. Con la ayuda del TQM todas las empresas deben centrarse en la mejora de la calidad con la finalidad de aumentar la satisfacción y la lealtad del cliente.

Tiene como objetivo principal la Gestión de Calidad Total es lograr la implementación de un proceso de mejora continua de la calidad mediante al mejor conocimiento y control de todo el sistema logrando un producto con ningún defecto. Otro objetivo es fomentar la lealtad del cliente al brindar niveles de servicio logrando que los clientes soliciten nuevamente el servicio. Por último, también tiene como objetivo mejorar la atención al cliente, así como mejorar las relaciones con los proveedores; como también pretende eliminar los desperdicios o mermar, es fundamental para reducir los costos.

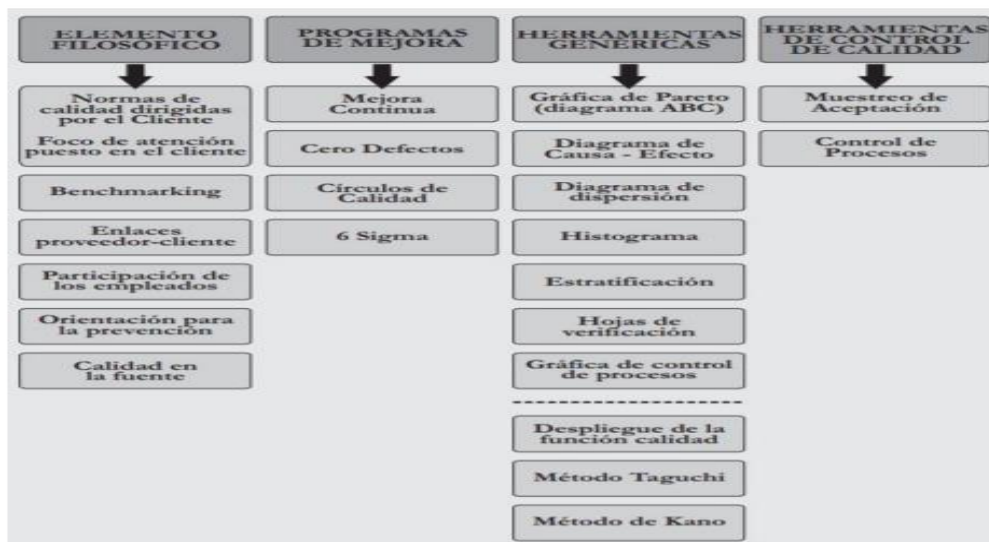
Carro; Gonzáles (2012), afirma que la administración de la calidad total es la prevención, de manera de eliminar los problemas antes que estos aparezcan. Se trata de crear un medio ambiente en la empresa que responda rápidamente a las necesidades y requerimientos del cliente. Por eso es que todos los integrantes de la organización deben conocer la manera de crear valor y cuál es su rol en este proceso. Esto incluye a todos con quien interactúa la empresa dentro y fuera de la organización, ampliando los límites de análisis.

TQM está enfocado en las necesidades del cliente y en la mejora continua de los procesos. Cada proceso ya sea administrativo, interdepartamental u operacional, es

continuamente definido y mejorado. Esto hace que a veces las salidas superen las expectativas que tienen los clientes de una empresa. El TQM en modo de síntesis es una forma de gerencia toda una empresa interpretando que el fin de estar es lograr satisfacer los requerimientos de sus consumidores o clientes por medio de mejorar la calidad de sus procesos.

Figura 23

Herramientas de Gestión de la Calidad Total (TQM)



Nota: Roberto Carro, Daniel Gonzales – Administración de la Calidad Total

2.3.4 Principios de TQM

Existen ocho principios definidos de TQM, nos sirve para encaminar la empresa hacia un mejor servicio al cliente. La Sociedad Estadounidense para la Calidad (ASQ), los ocho principios de TQM son:

- **Orientación al cliente:** Lo más importante es la satisfacción del cliente, si el cliente está contento eso quiere decir que las mejoras funcionan y si fuera el caso contrario es momento de evaluar e implementar una nueva estrategia.

- **Participación total de los empleados:** Todos los empleados deben participar en el objetivo común de la mejora continua, TQM no se centra en un área en específico esta herramienta requiere la aceptación y aprobación de toda la empresa.
- **Centrado en el proceso:** El TQM requiere un pensamiento de proceso, y las estrategias deben desarrollarse en función de los comentarios de los clientes a través de una encuesta.
- **Sistema integrado:** Es una estrategia TQM más sólida tiene como objetivo analizar como los microprocesos en toda la empresa se transforman en procesos más grandes y garantiza que esos procesos se alineen con los objetivos trazados por la empresa.
- **Enfoque estratégico y sistemático:** Esta centrado en un entorno en la mejora continua de los procesos, la estrategia TQM debe ajustarse y centrarse en la misión, visión y objetivos de la empresa.
- **Mejora continua:** Es la mejor contribución del TQM es la idea de mejora continua. La empresa nunca debe considerar un proceso terminado o completo, porque continuamente se introducen nuevas tecnologías en los procesos, debido a eso siempre suelen presentar nuevos problemas.
- **Toma de decisiones basada en hechos:** Se usa los datos obtenidos y posteriormente se analiza para guiar su estrategia TQM y asegurarse de que funcione para su empresa.
- **Comunicación:** El TQM requiere una gran cantidad de gestión de cambios, debe existir una buena comunicación en toda la empresa, debido que es clave si desea que la estrategia tenga éxito.

2.4 Producción

La producción desde el lado financiero es la actividad que aporta un valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, en síntesis, consiste en la creación de un producto o servicio y al mismo tiempo darle un valor económico, el concepto de producción parte a través de recurso a productos terminados o servicios.

Arango (2017), señala que la producción de servicios busca lo mismo que la producción industrial, implementar procesos que agreguen valor con los recursos apropiados.

2.4.1 Productividad

La productividad es una medida económica, es un factor que determina el crecimiento económico de una empresa. Existen niveles de productividad que nos permiten conocer cómo será el crecimiento a largo plazo, nos permite calcular cuántos bienes y servicios se realizaron por cada factor utilizado, es la relación que existe entre el producto del trabajo y los medios que fueron utilizados para realizarlos, puede medirse en unidades de tiempo y expresa la correspondencia entre las horas de trabajo y el producto terminado.

Galindo y Ríos (2015), determina que la productividad es una medición de la eficiencia de nuestras labores y es fundamental para la producción del valor financiero.

Tienen la capacidad para producir a la mayor velocidad posible; es la rapidez para transformar la energía o materia en objetos y recursos. Como también es la capacidad de desarrollar tareas en un determinado periodo y con ciertas cantidades de recursos asignados.

Gamarra (2017), manifiesta que es la capacidad de una entidad u organización para competir; también señala que define la competencia de una empresa o país para mantenerse en el mercado.

El objetivo de la productividad es optimizar la cantidad de recursos utilizados para obtener resultados, esto nos permite conocer se somos eficientes en lo nos dedicamos, trabajamos o desempeñanos, también nos permite ajustar los procesos que llevamos a cabo, si debemos mejorar o adaptarlos para ser óptimos.

Podemos señalar los criterios de la productividad como todo proceso eficiente y eficaz, lo que nos permite señalar:

- Si un proceso NO es eficiente y NO es eficaz entonces podemos señalar que NO es productivo.
- Si un proceso SI es eficiente, pero NO es eficaz entonces podemos señalar que NO es productivo.
- Si en proceso NO es eficiente, pero SI eficaz entonces podemos señalar que NO es productivo.
- Si un proceso SI es eficiente y SI es eficaz entonces podemos señalar que SI es productivo.

Con respecto a los criterios podemos afirmar que existe una relación estrecha entre la

Productividad ↔ Eficiencia y Eficacia.

Ecuación 3: Fórmula de la Productividad

$$Productividad = \frac{Unidad\ en\ mantenimiento}{Tiempo}$$

Aparcana (2017) indica que Gutiérrez (2010), manifiesta que la productividad laboral es un indicador de medición del factor productivo; considera los recursos que se emplean para la producción de un bien o un servicio.

2.4.2 Eficiencia

La Real Academia de la Lengua Española (RAE), lo define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Basándonos en el concepto del Diccionario de la lengua española, la eficiencia es la capacidad que posee una persona o un proceso para utilizar adecuadamente las herramientas con la finalidad de lograr los objetivos establecidos. Existe una relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros obtenidos con el mismo. Se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

Aparcana (2017), señala que según Fernández (2013), la eficiencia es evaluada y medida por medio de un indicador o un grupo de ellos constituyendo una de las bases para la competitividad.

Para este trabajo de investigación nuestra eficiencia fue definida por el servicio de mantenimiento preventivo en un tiempo definido entre el servicio realizado por el servicio de mantenimiento preventivo por el tiempo real de ejecución.

Ecuación 4: Fórmula de Eficiencia

$$Eficiencia = \left(\frac{Unidad\ en\ mantenimiento\ preventivo * Tiempo\ definido}{Unidad\ en\ mantenimiento\ preventivo * Tiempo\ real\ ejecutado} \right) \times 100$$

2.4.3 Eficacia

Según con el Diccionario de la Lengua Española (DLE), lo define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, este concepto está relacionado con los resultados obtenidos de un proceso.

En este sentido podríamos afirmar como eficaz a todas las personas que es capaz de alcanzar sus metas u objetivos en un determinado tiempo determinado, y en el ámbito empresarial podemos definir que la eficacia es la capacidad de una empresa para alcanzar los objetivos que se ha marcado, cuanto más capaz sea una empresa de cumplir sus objetivos económicos, será más eficaz.

Vargas (2015), expresa que la competitividad es la capacidad que tienen las organizaciones para sostener ventajas que le permitan alcanzar, mantener y mejorar su posición en el medio socioeconómico donde se desarrolla.

Determinaremos la fórmula para la Eficacia para este trabajo de investigación, unidades en mantenimiento preventivo entre unidades en mantenimiento preventivo proyectadas.

Ecuación 5: Formula de la Eficacia

$$Eficacia = \left(\frac{Unidades\ en\ mantenimiento\ preventivo}{Unidades\ en\ mantenimiento\ preventivo\ proyectado} \right) * 100$$

Rubio y Baz (2105), expresan que la competitividad de la empresa tiene dependencia de su estructura interna; es decir a su organización y capacidad de producir; para subir sus ventas y superar a sus competidores.

2.4.4 Análisis del Costo Beneficio

Es un cálculo sumamente beneficioso para determinar los beneficios económicos, esta herramienta nos ayuda a derivar de una decisión y determinar se es viable avanzar con esa opción o no es viable esa opción. También es muy útil determinar el gran impacto en el éxito del proyecto. El análisis de costo-beneficio ofrece una perspectiva cuantitativa del problema para tomar decisiones basadas en pruebas contundentes y no en opiniones subjetiva

o prejuicios. En el transcurso del análisis, asignas valores monetarios a los costos y beneficios de la decisión; después restas los costos de los beneficios para determinar las ganancias netas.

Álvarez; Mendoza y Navarro (2019), expresa que el análisis costo beneficio es un proceso que permite evaluar la ejecución de un proyecto determinado el total de costos y beneficios de todas las alternativas para poder elegir la mejor y más rentable.

Ecuación 6: Margen de contribución unitario

$$MCu = PVu - CVu$$

En donde:

- MCu = Margen de contribución unitario.
- PVu = Precio de venta unitario.
- CVu = Costo variable unitario.

El cálculo matemático del Costo Beneficio es la sustracción entre el costo y el beneficio; es conocido como índice neto de rentabilidad y se obtiene al dividiendo los beneficios netos (VAN) o valor actual de ingresos (totales netos) entre el valor actual de los costos de inversión (VAC) o costos totales. Esta métrica es la relación que existe entre los costos de un proyecto y sus beneficios que ofrezca.

Ecuación 7: Formula del Costo Beneficio

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{B}{C}$$

En donde:

- B = Beneficio
- C = Costo

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Contexto General

En este proyecto da inicio el mes de marzo del año 2021, con el Sr. Clider Virginio Mori Chavarria; en conjunto con el Sr. Isaac Jonathan Silva Vidal, que actualmente siguen laborando en la empresa, se inicia la elaboración e implementación de la metodología DMAIC en la empresa Invermori E.I.R.L., al utilizar la metodología DMAIC se tuvo que tener en cuenta varios aspectos para poder aplicarlo de la mejor manera, esta metodología es de mejora continua de acuerdo principalmente el aumento de la productividad y la satisfacción del cliente. En esta etapa principalmente se inicia la implementación de la metodología DMAIC con reuniones y capacitaciones con los responsables del área de mantenimiento de la empresa, para analizar las dificultades que presenta el servicio de mantenimiento preventivo, se logró el compromiso de todos los participantes del área de mantenimiento así a que se lleve a cabo la implementación.

Figura 24

Reunión con la gerencia



Nota: Elaboración propia

Además de ello, se continuo con la elección de los integrantes equipo de DMAIC para la elaboración e implementación de la metodología DMAIC de la empresa Invermori E.I.R.L.

Figura 25

Equipo DMAIC



Nota: Elaboración propia

Tabla 2

Participantes y Responsabilidades del Equipo DMAIC

Miembros del equipo DMAIC	Responsabilidades
Líder del equipo DMAIC: Sr. Clider Virginio Mori Chavarria	Coordinar las reuniones Motivar la participación del personal Capacitar a personal Coordinar las acciones del equipo
Facilitadores: Sra. Anali Clarissa Miranda Vega Sr. Isaac Jonathan Silva Vidal	colabora con la gestión brindar asistencia al líder ejecuta la propuesta de mejora asesora a los miembros del área de mantenimiento

Nota: Elaboración propia

3.2 Estrategia de Desarrollo

Mencionaremos las estrategias de desarrollo, técnicas e instrumento que se utilizaron para hacer las métricas e indicadores de la presente investigación:

- Población y muestra: Como población consideramos a nuestros clientes a nivel nacional, el tamaño de la muestra fue de tipo censo intencional, en otras palabras, se seleccionó la muestra elegida como nuestro propio criterio de toda la población, al ser la muestra igual que la población no se aplicó la técnica del muestreo.
- Observación: Esta técnica nos permitió visualizar los aciertos y errores que se generan durante el servicio de mantenimiento: tiene como objetivo informar los hechos más importantes para posteriormente analizarlos.
- Consultas de datos históricos: Fue necesario revisar los antecedentes registrados sobre el área de mantenimiento para analizar los errores.
- Cronometro: Utilizando el instrumento para medir el tiempo durante los servicios de mantenimiento, esto nos sirvió para realizar promediar los tiempos de servicio.
- Tablas y gráficos: Estos indicadores son el resumen de todos los datos obtenidos que nos permitió un mejor análisis del servicio de mantenimiento preventivo.
- Fichas de registro: Son documentos en donde se registran los todos los datos obtenidos de las tablas y gráficos, se utilizó para registrar los hechos más importantes que detallaremos en la investigación.
- Sensibilización de la Gerente General. Se organizó una serie de reuniones con la gerente de la empresa Invermori E.I.R.L., donde se planteó la implementación de la metodología DMAIC, como también las herramientas y técnicas que emplearemos para aumentar la productividad en el área de mantenimiento y los beneficios que podemos obtener.

3.3 Ejecución de la metodología DMAIC de Six Sigma

3.3.1 Fase Definir

En esta primera fase identificó los problemas que presenta la empresa Invermori E.I.R.L., en las reuniones con el equipo DMAIC, se realizó una lluvia de ideas y se definió las dificultades con respecto a la poca productividad en área de mantenimiento, como también la insatisfacción de los clientes por diversas causas y además de ello los contratiempos que presenta el personal técnico del área de mantenimiento para no cumplir con los servicios de mantenimiento preventivo en el tiempo programado.

Como primer paso se definió cuáles son los motivos que atrasan el cumplimiento del servicio de mantenimiento preventivo, detallaremos cuales son:

- La falta de coordinación y comunión entre las áreas de administración y mantenimiento, debido a que los técnicos de mantenimiento esperan la orden de trabajo para realizar los servicios, esta orden de trabajo lo tiene que enviar el área de administración y demora en él envío del documento y retrasa el inicio de los servicios.
- La deficiencias de las herramientas y herramientas en mal estado, durante los servicios de mantenimiento se utilizan herramientas para desmontar los componentes de las unidades, estas herramientas presentan desgaste por el mismo uso de vida útil o en otros casos no hay herramientas y se solicita la compra de herramientas, esta gestión de compra de herramienta se toma un tiempo hasta esperar la autorización de la compra.
- Softwares desactualizados, los programas informáticos se encuentran con licencia vencidas y no se puede programar los vehículos de maquinaria pesada.

- La carencia de capacitación al personal de mantenimiento, algunos de los técnicos no cumplen con los conocimientos ni la experiencia que se requiere para realizar los servicios, generando demoras en algunos tipos de maniobras durante el servicio de mantenimiento.
- La escases de repuestos, no se puede ejecutar el servicio de mantenimiento, debido a que faltan o están pendiente los repuestos solicitados por el personal técnico, en algunos casos tomas más tiempo ya que está en importación y demora su llegada para instalarlo a los vehículos de maquinaria pesada.

3.3.2 Fase Medición

En esta segunda fase se recolecto toda la información que se brindó en la primera fase, identificaremos los puntos críticos de los servicios de mantenimiento preventivo, desde el criterio de nuestro cliente y de las personas que intervienen en el servicio. Se procedió a realizar la métrica, es necesario medir y como se va a medir.

3.3.2.1 Las Encuesta de los servicios de mantenimiento preventivo

Recolectaremos datos que resulte útil para la construcción de este documento el equipo DMAIC coordino la aplicación de la técnica de las encuestas de satisfacción al cliente (ISC), para obtener datos verídicos sobre nuestro servicio de mantenimiento, el equipo DMAIC diseño una encuesta para obtener datos, la población y la muestra para realizar las encuestas son de 25 clientes.

Los criterios de selección de nuestros clientes que participaron en nuestra encuesta son:

- Producción
- Ubicación

- Confianza
- Confiabilidad
- Transparencia




El objetivo de la encuesta fue tener un indicador confiable que nos permitió saber la opinión de nuestros clientes acerca de nuestros servicios de mantenimiento y saber que concepto o imagen que refleja la empresa. Formato de las encuestas (Anexo 1)




Figura 26

Las encuestas

 ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		FCI-001
Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR		
Razón social: <u>S & H MAQUITEC E.I.R.L</u>		
Ruc: <u>20608076710</u>		
Dirección / telf: <u>CALLE LOS GERANIOS N° 221 Dto. HUANUCO, SHANGRIBO PUEBLA LIMA</u>		
Fecha: <u>27-04-22</u>		
¿CÓMO CALIFICAS NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?		
<input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Excelente		
 Edgardo Vega Benancio Gerente General INVERMORI E.I.R.L. RUC 2060838768		 Daniel Alvarez Anco Representante del Taller MAQUITEC E.I.R.L. RUC 2060838768
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

 ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		FCI-002
Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR		
Razón social: <u>S & H MAQUITEC E.I.R.L</u>		
Ruc: <u>20608076710</u>		
Dirección / telf: <u>CALLE LOS GERANIOS N° 221 Dto. HUANUCO, SHANGRIBO PUEBLA LIMA</u>		
Fecha: <u>27-04-22</u>		
¿CUÁNTO TIEMPO SE DEMORA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ?		
<input type="checkbox"/> 1.00 - 1.30 horas <input type="checkbox"/> 1.30 - 2.30 horas <input checked="" type="checkbox"/> 2.30 - 3.00 horas <input type="checkbox"/> 3.00 - 3.30 horas		
 Edgardo Vega Benancio Gerente General INVERMORI E.I.R.L. RUC 2060838768		 Daniel Alvarez Anco Representante del Taller MAQUITEC E.I.R.L. RUC 2060838768
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

 ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		FCI-001
Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR		
Razón social: <u>MAQ HYDRAULIC S & R PERU SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</u>		
Ruc: <u>20606729201</u>		
Dirección / telf: <u>N° 5 H 17 AV. EL HORIZONTE DE HUANUCAL (SITIO) LIMA</u>		
Fecha: <u>15/04/2022</u>		
¿CÓMO CALIFICAS NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?		
<input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Excelente		
 Edgardo Vega Benancio Gerente General INVERMORI E.I.R.L. RUC 2060838768		 Daniel Alvarez Anco Representante del Taller MAQUITEC E.I.R.L. RUC 2060838768
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

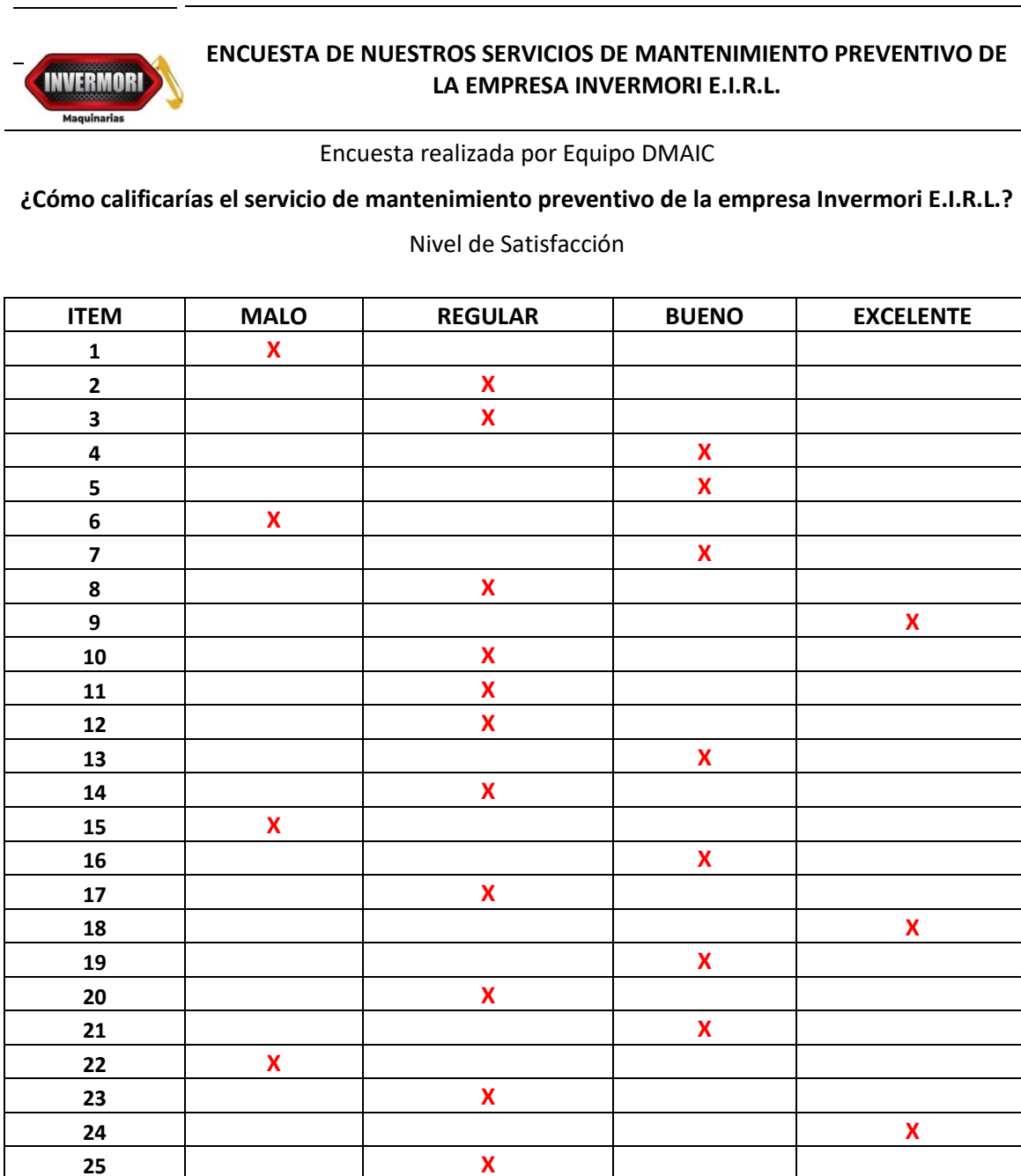
 ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		FCI-002
Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR		
Razón social: <u>MAQ HYDRAULIC S & R PERU SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</u>		
Ruc: <u>20606729201</u>		
Dirección / telf: <u>N° 5 H 17 AV. EL HORIZONTE DE HUANUCAL (SITIO) LIMA</u>		
Fecha: <u>15/04/2022</u>		
¿CUÁNTO TIEMPO SE DEMORA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ?		
<input checked="" type="checkbox"/> 1.00 - 1.30 horas <input type="checkbox"/> 1.30 - 2.30 horas <input type="checkbox"/> 2.30 - 3.00 horas <input checked="" type="checkbox"/> 3.00 - 3.30 horas		
 Edgardo Vega Benancio Gerente General INVERMORI E.I.R.L. RUC 2060838768		 Daniel Alvarez Anco Representante del Taller MAQUITEC E.I.R.L. RUC 2060838768
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

Nota: Elaboración propia

Detallaremos la información obtenida de las encuestas finalizadas y se utilizó la herramienta de Índice de Satisfacción del Cliente (ISC).

Figura 27

Resultado de la encuesta (primera pregunta)



Nota: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra el resultado de la encuesta con respecto al servicio de mantenimiento preventivo por la empresa Invermori E.I.R.L., a continuación, procederemos a la elaboración del índice de satisfacción del cliente (ISC); definiremos el criterio de

calificación. Los criterios de calificación son representados por números en forma creciente según el cuadro de criterios de calificación

Tabla 3

Los criterios de calificación

Criterio de Calificación	
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Excelente	4

Nota: Elaboración propia

Se presentó una tabla de resumen de la encuesta finalizada, en donde se participaron 25 clientes conjunto con su valor porcentual, esta tabla fue fundamental para realizar el grafico de índice de satisfacción del cliente (ISC).

Tabla 4

Resumen de los resultados de la encuesta (primera pregunta)

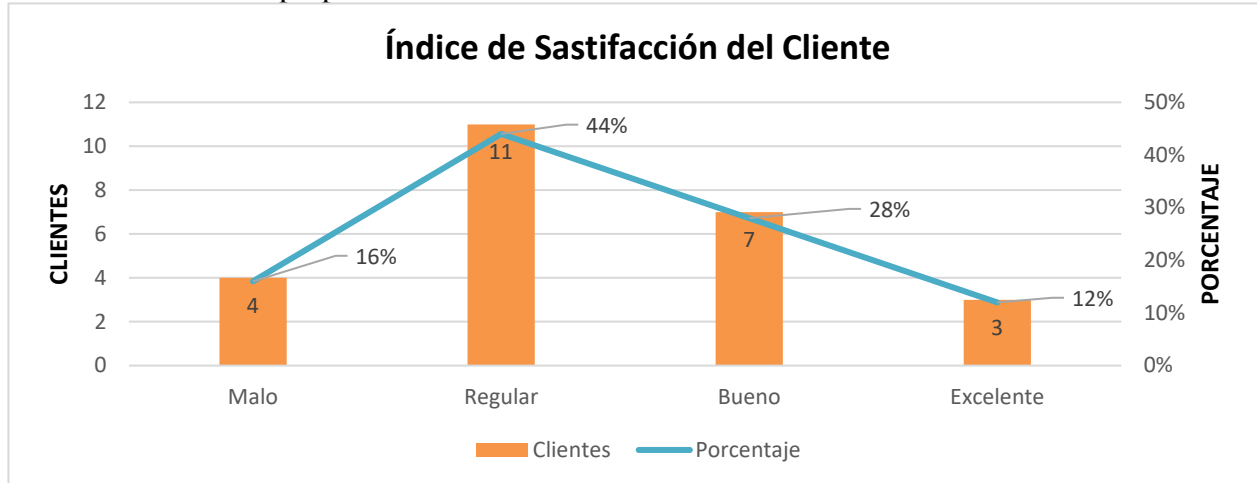
Estado	Clientes	Porcentaje
Malo	4	16%
Regular	11	44%
Bueno	7	28%
Excelente	3	12%
TOTAL	25	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 28

Gráfico del Índice de Satisfacción del Cliente (ISC)

Nota: Elaboración propia



Según del gráfico de ISC, se analizó que el 44% de nuestros clientes encuestados opinaban que el servicio de mantenimiento preventivo era de forma Regular; en donde tuvimos que trabajar para mejorar el índice de satisfacción del cliente.

Con respecto a la segunda pregunta que se realizada en la encuesta en donde se les indico que seleccione el tiempo que demora el servicio de mantenimiento preventivo a los vehículos de maquinaria pesada mostramos un resumen de los resultados.

Tabla 5

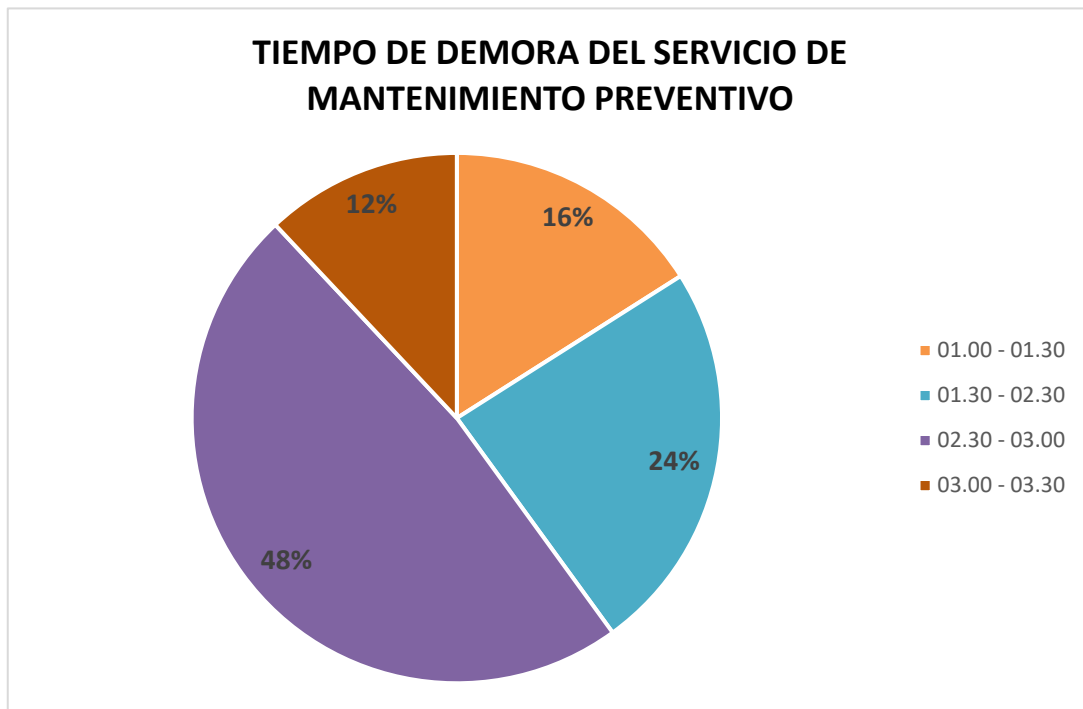
Resumen de los resultados de la encuesta (segunda pregunta)

Tiempo (horas)	Clientes	Porcentaje
01.00 - 01.30	4	16%
01.30 - 02.30	6	24%
02.30 - 03.00	12	48%
03.00 - 03.30	3	12%
Total	25	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 29

Tiempo que dura del servicio de mantenimiento preventivo



Nota: Elaboración propia

De la figura anterior se pudo analizar que el **48%** de nuestros clientes encuestados opinaban que nuestro servicio de mantenimiento preventivo se realizaba en intervalo de tiempo entre **02.30 a 03.00** horas, nos centraremos a mejorar el tiempo de servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.

3.3.2.2 VSM del área de mantenimiento preventivo

Como parte de la implementación de la metodología DMAIC, la empresa realizó una autoevaluación para conocer los procesos y la situación actual en el área de mantenimiento preventivo, el VSM nos permitió definir nuestros procesos, los tiempos que se emplean y las necesidades que presentaron, detallaremos los procesos y los tiempos respectivo durante el servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.

Tabla 6

Los procesos y tiempos del servicio de mantenimiento preventivo

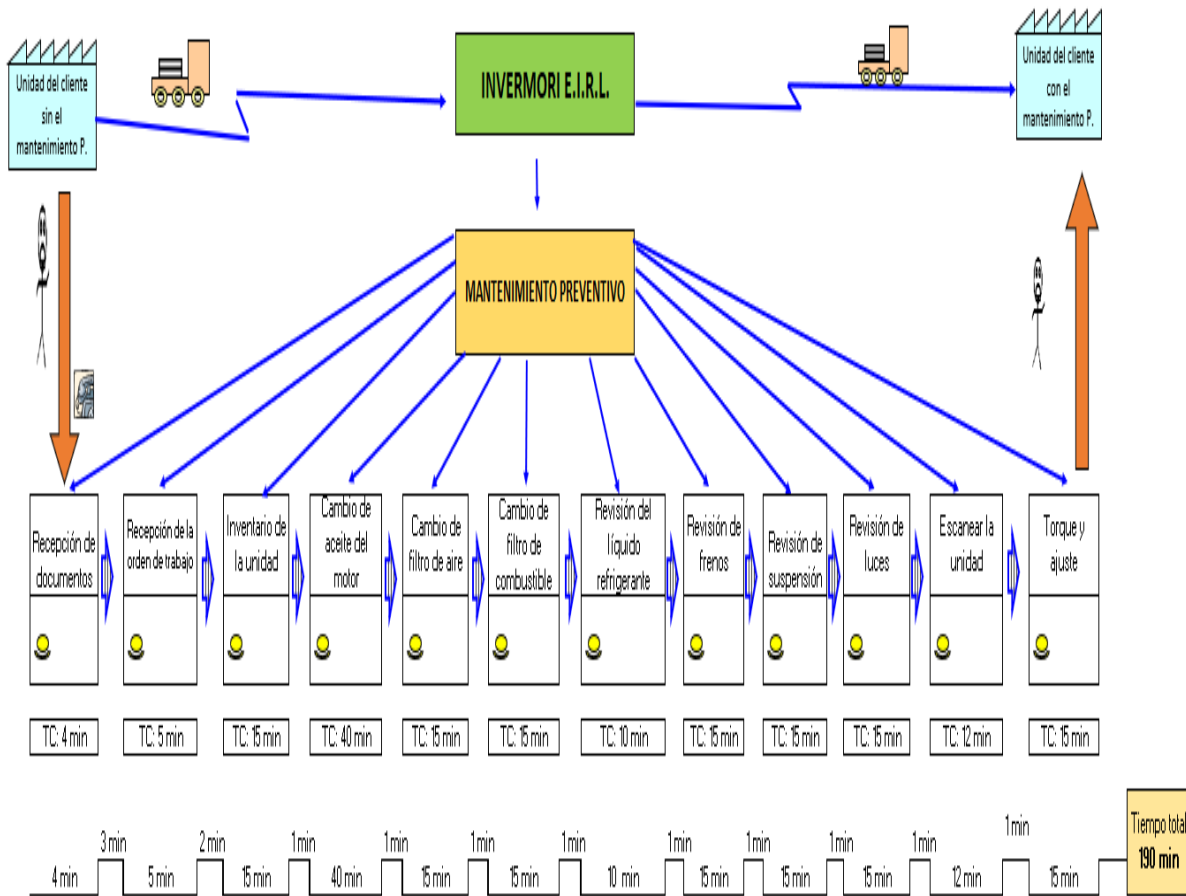
PROCESOS	TIEMPO (min)
Recepción de documentos	4
Traslado de los documentos	3
Recepción de la orden de trabajo	5
Traslado de la unidad al taller	2
Inventario de la unidad	15
Traslado de la unidad a la zona de lubricantes	1
Cambio de aceite del motor	40
Traslado de la unidad	1
Cambio de filtro de aire	15
Traslado de la unidad	1
Cambio de filtro de combustible	15
Traslado de la unidad	1
Revisión del líquido refrigerante	10
Traslado de la unidad a la zona de frenos	1
Revisión de frenos	15
Traslado de la unidad a la zona de suspensión	1
Revisión de suspensión	15
Traslado de la unidad a la de zona de luces	1
Revisión de luces	15
Traslado de la unidad a la de zona de scanner	1
Escanear la unidad	12
Traslado de la unidad a la de zona de torque	1
Torque y ajustes	15

Nota: Elaboración propia

Se realizó una lista de todos los procesos que se realizan durante el mantenimiento preventivo con su respectivo tiempo haciendo un total de 190 minutos o 3.17 horas comprobando que existe coherencia con la segunda pregunta de la encuesta realizada, se presentó la herramienta VSM en este grafico observamos el recorrido de la maquinaria pesada en todos los procesos, como también algunas actividades que no generan valor, se elaboró el grafico VSM tomando la información de la tabla anterior.

Figura 30

VSM actual del área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

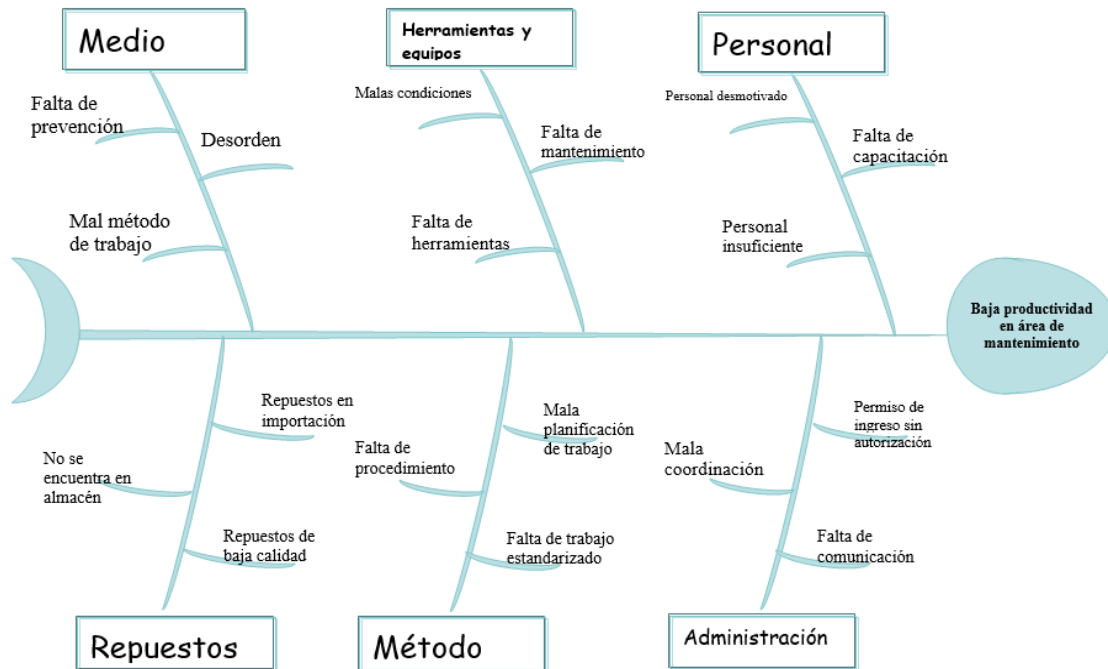
3.3.3 Fase Analizar

3.3.3.1 Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento preventivo

Esta tercera fase, es muy importante porque se identificaron las causas raíz de los inconvenientes al realizar el servicio de mantenimiento preventivo, fue necesario analizar y brindar soluciones a estas causas, para lograr detectar las causas y proponer mejoras soluciones para ser más óptimo en nuestro servicio; utilizamos la herramienta de Ishikawa posteriormente utilizaremos el diagrama de Pareto en este trabajo de investigación. A continuación, se elaboró el diagrama de Ishikawa.

Figura 31

Diagrama de Ishikawa del área de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

3.3.3.2 Diagrama de Pareto del área de mantenimiento preventivo

Tabla 7

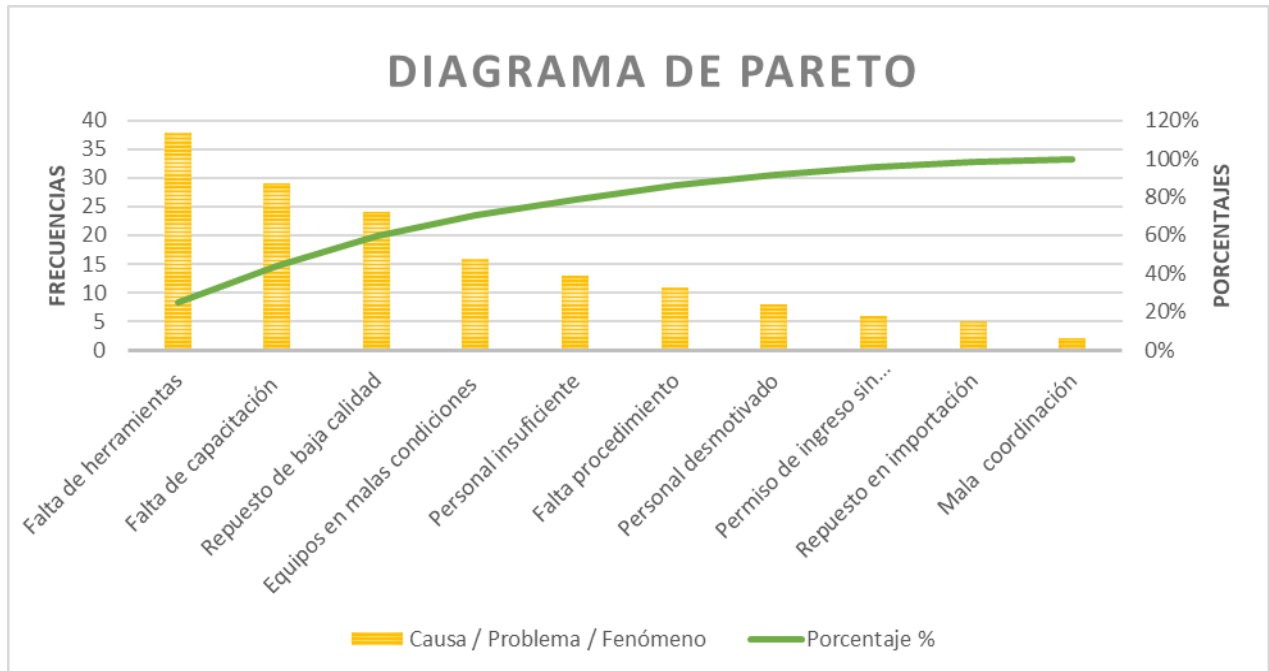
Frecuencia de las causas raíz que generan la baja productividad en el servicio de mantenimiento preventivo

N°	Causa / Problema / Fenómeno	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje
1	Falta de herramientas	38	38	25%
2	Falta de capacitación a los técnicos	29	67	44%
3	Repuesto de baja calidad	24	91	60%
4	Equipos en malas condiciones	16	107	70%
5	Personal insuficiente	13	120	79%
6	Falta procedimiento	11	131	86%
7	Personal desmotivado	8	139	91%
8	Permiso de ingreso sin autorización	6	145	95%
9	Repuesto en importación	5	150	99%
10	Mala coordinación	2	152	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 32

Diagrama de Pareto del área de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

Del diagrama de Pareto se determinó que el 80% de los efectos estaba concentrado por las cuatro primeras causas, lo cual nos motivó a poner todo nuestro empeño en solucionar estas causas principales del servicio de mantenimiento preventivo:

Las cuartas causas principales fueron:

- Escases de herramientas
- Falta de capacitación a los técnicos
- Repuesto de baja calidad
- Equipos en malas condiciones

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Diagnostico y análisis del diagrama de Pareto

4.1.1 Fase Mejorar

En esta cuarta fase de mejora se aplicó las soluciones a las cuatro causas raíz que se pudo identificar por medio del diagrama de Pareto, posteriormente se utilizó la herramienta Kaizen Blitz y se elaboramos el VSM futuro y finalizando esta fase se realizó nuevamente las encuestas a nuestros clientes para verificar si el ISC mejoro.

- 1. Falta de herramientas

La falta de herramientas provoca que retrasos en el servicio de mantenimiento y no sean atendidos a tiempo las necesidades de los clientes, como resultado de esta investigación de detecto que estábamos perdiendo importantes oportunidades de negocio. Se realizaron las siguientes actividades. Se realizó el Formato Control de Inventario de Herramientas (Anexo 2), el objetivo del formato es saber la cantidad exacta de herramientas que se tiene en el taller y saber el estado de ellas.

Figura 33

Control de inventario de herramientas

Nº	Nombre	Descripción	Tipo	Fabricante	Existencias	Estado
01	Juego de dados	Ajuste y desajuste de pernos y tuercas	mecánico	Stanley	2	incompleto
02	Alicate mecánico	Sujetar o doblar	mecánico	Vise	2	completo
03	Juego de llaves hexagonales	Ajuste y desajuste de pernos y tuercas	mecánico	Stanley	3	completo
04	Juego de llaves Allen	Atornillar pernos interiores	mecánico	Vise	1	incompleto
05	Juego de llaves Torx	Atornillar pernos interiores	mecánico	Truper	1	incompleto
06	Palanca en forma de "L"	Soporte de fuerza	mecánico	Kamasa	1	completo
07	Desarmadore estrella	Atornillar y desatornillar autoroscante estrella	mecánico	Vise	4	completo
08	Desarmadore plano	Atornillar y desatornillar autoroscante plano	mecánico	Truper	2	completo
09	Zunchos para desajustar	Ajuste y desajuste de filtros	mecánico	Stanley	3	completo
10	Alicate de presión	Sujeta a presión	mecánico	Stanley	2	completo
11	Extensión larga de palanca	Facilita el desmontaje	mecánico	Kamasa	1	completo
12	Torquímetro	Ajuste graduado	mecánico	Truper	1	incompleto

Nota: Elaboración propia

De esta manera su pudo comprar que faltaban herramientas para realizar el servicio de mantenimiento de prevención, para dar solución a este problema el equipo DMAIC planteo la compra de nuevas herramientas.

Figura 34

Factura electrónica de la compra de las nuevas herramientas

VELASQUEZ CUYA DIGNA AV. ARGENTINA 639 INT. A099 EN UDAMPE(LAS MALVINAS) LIMA - LIMA - LIMA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 10061943191 E001-1619		
Fecha de Emisión	: 10/06/2022	Forma de pago: Contado		
Señor(es)	: INVERMORI E.I.R.L.			
RUC	: 20606338768			
Dirección del Cliente	: --- PROVIV LA FLORIDA II MZA. B LOTE. 13 LIMA-LIMA-SAN MARTIN DE PORRES			
Tipo de Moneda	: SOLES			
Observación	:			
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	JUEGO DE LLAVE MIXTA DE 20 PIEZAS	101.6949	0.00
1.00	UNIDAD	MALETA METALICA DE 19 PULGADAS STANLEY	88.983	0.00
1.00	UNIDAD	JUEGO DE DADOS DE 27 PIEZAS STANLEY	288.1355	0.00
1.00	UNIDAD	COMBA DE 4 LIBRAS TRUPER	33.8983	0.00
1.00	UNIDAD	ENGRASADORA MANUAL STANLEY	105.9322	0.00
1.00	UNIDAD	LLAVE FRANCESA DE 12 PULGADAS STANLEY	59.322	0.00
1.00	UNIDAD	ALICATE DE PRESION STANLEY	29.661	0.00
1.00	UNIDAD	JUEGO DE DESARMADOR DE GOLPE	25.4237	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00			Sub Total Ventas :	S/ 733.05
SON: OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO Y 00/100 SOLES			Anticipos :	S/ 0.00
			Descuentos :	S/ 0.00
			Valor Venta :	S/ 733.05
			ISC :	S/ 0.00
			IgV :	S/ 131.95
			ICBPER :	S/ 0.00
			Otros Cargos :	S/ 0.00
			Otros Tributos :	S/ 0.00
			Monto de redondeo :	S/ 0.00
			Importe Total :	S/ 865.00
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.				


Nota: Elaboración propia

2. La escases de la capacitación a los técnicos

Según el diagrama de Pareto esta es la segunda causa raíz donde ha involucrado a todo el personal técnico que realiza el servicio de mantenimiento preventivo, el equipo DMIAC elaboro un formato de capacitación y ha programado reuniones y se realizó un entrenamiento de las diferentes maniobras que deberían estar alineadas a las necesidades de esta causa raíz, en donde se pudo aclarar dudas e incertidumbre. Mencionaremos los temas de la capacitación. Formato de Capacitación (Anexo 3).

Figura 35

Cronograma y temas de las capacitaciones

		CAPACITACIONES PARA EL PERSONAL TECNICO		
N°	TEMAS Y MANIOBRAS	Agosto	Setiembre	Octubre
1	Usos correctos de los EPP	X		
2	Uso correcto de herramientas	X		
3	Uso correcto de equipos	X		
4	Maniobras para cambiar el aceite del motor		X	
5	Maniobras para cambiar el filtro de aire y combustible		X	
6	Maniobras para la revisión del líquido refrigerante		X	
7	Maniobras para revisión los frenos y suspensión			X
8	Maniobras de torque y ajuste			X

Nota: Elaboración propia

El encargado que brindo las capacitaciones fue el Sr. Clider Virginio Mori Chavarria, presentaron el formato de capacitación indicando los temas desarrollados y las maniobras practicadas, como también indicando todos los problemas que se dieron durante el desarrollo de esta capacitación.

Figura 36

La capacitación al personal técnico



Nota: Elaboración propia

Figura 37

Evaluación del personal técnico



Nota: Elaboración propia

Figura 38


Reunión final con el personal técnico



Nota: Elaboración propia

Figura 39

Formato de la capacitación



FORMATO DE CAPACITACIÓN


FDC-003
Versión 01
Fecha: 28-07-2021
Página 1 de 1


N°	TÍTULO	TIPO DE CURSO	N° PARTICIPANTES	N° HORAS	COSTO ESTIMADO (S/)	MES																
						ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					
1	Capacitación de los OP	5. Curso de Mantenimiento	5	2	4																	
2	Capacitación de los operarios	5. Curso de Mantenimiento	5	2	4																	
3	Capacitación de apoyo	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	
4	Asistencia al cliente en caso de avería	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	
5	Asistencia al cliente en caso de avería	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	
6	Capacitación a nivel de Operarios	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	
7	Asistencia al cliente en caso de avería	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	
8	Asistencia al cliente en caso de avería	5. Curso de Mantenimiento	5	1	4																	

DOCUMENTOS			
ESTADO DE CAPACITACIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN		OBSERVACIONES
	INICIO (Mes/Año)	FIN (Mes/Año)	
1	ago-21	ago-21	OK
2	ago-21	ago-21	OK
3	ago-21	ago-21	OK
4	ago-21	ago-21	OK
5	ago-21	ago-21	OK
6	ago-21	ago-21	OK
7	ago-21	ago-21	OK
8	ago-21	ago-21	OK

PROGRAMA DE TALLERES EN COLABORACIÓN CON EL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		
N°	TÍTULO	FECHA
1	regulación hidráulica	
2	regulación por el software	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

FECHA: _____
 FECHA DE APROBACIÓN: _____


Clider Mori Chavarria
 INVERMORI E.I.R.L.
 RUC: 20606338768


Anali Miranda Vega
 GERENTE GENERAL
 DNI: 71440760

Nota: Elaboración propia

3. Repuesto de baja calidad

Según el diagrama de Pareto es fue la tercera causa raíz, en donde involucra a los repuestos que se encuentran en almacén, en algunas ocasiones la empresa utilizaba repuestos alternativos que son copia simple de los originales o piezas de baja calidad que no son las adecuadas para la unidad. El equipo DMAIC, se planteó una reunión con el encargado del área de logística para dar las soluciones del caso llegando a las siguientes actividades para solucionar esta causa raíz.

- Fue separado todos los repuestos de baja calidad o alternos del almacén de la empresa Invermori E.I.R.L. • Se planteó cambiar de proveedor en el tema de los repuestos.
- Se realizó la compra de nuevos repuestos originales.

Figura 40

Repuestos de baja calidad



Nota: Elaboración propia

Figura 41

Nuevos proveedores en los repuestos



Nota: Elaboración propia

4. Equipos en malas condiciones

Si bien existe los equipos necesarios para realizar el servicio de mantenimiento preventivo, fue necesario realizar unas ciertas actividades para corregir esta causa raíz.

Se elaboró un Formato de Control de Inventario de Equipo (Anexo 4), y tuvo con objetivo verificar la cantidad y el estado de ellas mismas, con el objetivo de realizar las gestiones necesarias para realizar sus respectivas.

Figura 42

Control de Inventario de Equipos del área de mantenimiento preventivo

N°	Nombre	Descripción	Tipo	Fabricante	Existencias	Estado
01	Compresora de aire 2 HP	Abastece y almacena aire presurizado	eléctrico	Stanley	1	no operativo
02	Laptop HP	Regular y controla los sensores	eléctrico	HP	2	operativo
03	Linterna táctica	Iluminar	eléctrico	Bauker	3	operativo
04	Taladro percutor 1/2" 550W	Hacer agujeros	eléctrico	Bosch	1	no operativo
05	Taladro de banco eléctrico 1/2"	Hacer agujeros mas precisos	eléctrico	Bauker	1	operativo
06	Amoladora angular 4 1/2"	Cortar materiales	eléctrico	Bosch	1	operativo
07	Soldadora inversora 160A	Fijación sólida de metales	eléctrico	Truper	4	operativo
08	Tornillo de banco de 8"	Sujeta totalmente las piezas	mecánico	Stanley	2	operativo
09	Esmeril de banco 612 HP	Operaciones mecanizado por abrasión	eléctrico	Truper	3	operativo
10	Scanner CRP 123X	Diagnostica las fallas electronicas	eléctrico	Launch	2	no operativo

Nota: Elaboración propia

Debido al control de inventario de equipos, el equipo DMAIC pudo programar en la compra de un compresimetro diésel preventivo, de los equipos que son muy esenciales para el servicio de mantenimiento preventivo, de esta manera se dio solución a este problema.

Figura 43

Factura de la compra del compresimetro diésel



Nota: Elaboración propia


4.1.2 Evento Kaizen Blitz

Se utilizó el evento Kaizen Blitz para optimizar el tiempo de servicio de mantenimiento preventivo, esta herramienta es un programa que está basado principalmente en generar cambios e incrementar las mejoras de nuestros procesos, como consecuencia reducimos o eliminamos los tiempos que no generan valor para la empresa.

Primera etapa: El equipo DMAIC elaboro una Ficha de Capacitación del Evento Kaizen Blitz. Se llevó a cabo la explicación al personal técnico el objetivó y los beneficios del evento Kaizen Blitz. Es esta etapa se preparó al personal técnico llevando al mismo enfoque de la empresa y la sensibilizar sobre las mejoras que se pueden implementar.

Tabla 8

Ficha de Capacitación del Evento Kaizen Blitz

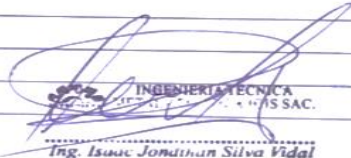
 FICHA DE CAPACITACIÓN KAIZEN BLITZ	
Nombre del Proyecto	La implementación de la metodología DMAIC, para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.
Nombre de la Capacitación	Introducción del evento Kaizen Blitz
Temario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concepto Kaizen Blitz 2. Beneficios 3. Identificación de problemas 4. Formato de Sugerencia del evento Kaizen Blitz
Alcance	Todo personal técnico

Nota: Elaboración propia

Segunda etapa: Una vez que todo el personal técnico recibió la capacitación de evento Kaizen Blitz, se realizó una lluvia de ideas en donde se buscó que los participantes desarrollen y/o desenvolverse en las ideas de mejora para ser productivos en el servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L., el equipo DMAIC elaboro el Formato de Sugerencias del evento Kaizen Blitz (Anexo 5).

Figura 44

Formato de Sugerencias del evento Kaizen Blitz

	Formato de Sugerencia de evento Kaizen Blitz	Evento Kaizen Blitz N° 04
	Nombre: <i>ISAAC JONATHAN SILVA VIDAL</i> Cargo: <i>SUPERVISOR DE TALLER</i>	
Organizada: Equipo DMAIC Fase MEJORAR		
Mi sugerencia es: <i>Fusionar o agrupar Los procesos de mantenimiento preventivo y Estandarizar el Trabajo.</i>		
 INGENIERIA TECNICA S.A.S SAC. Ing. Isaac Jonathan Silva Vidal		
Fecha: <i>25-09-2022</i>	Firma:	
* Si es necesario, utilizar el revés del formato para completar o dibujar		
Aprobado <input checked="" type="checkbox"/>	Desaprobado <input type="checkbox"/>	

Nota: Elaboración propia

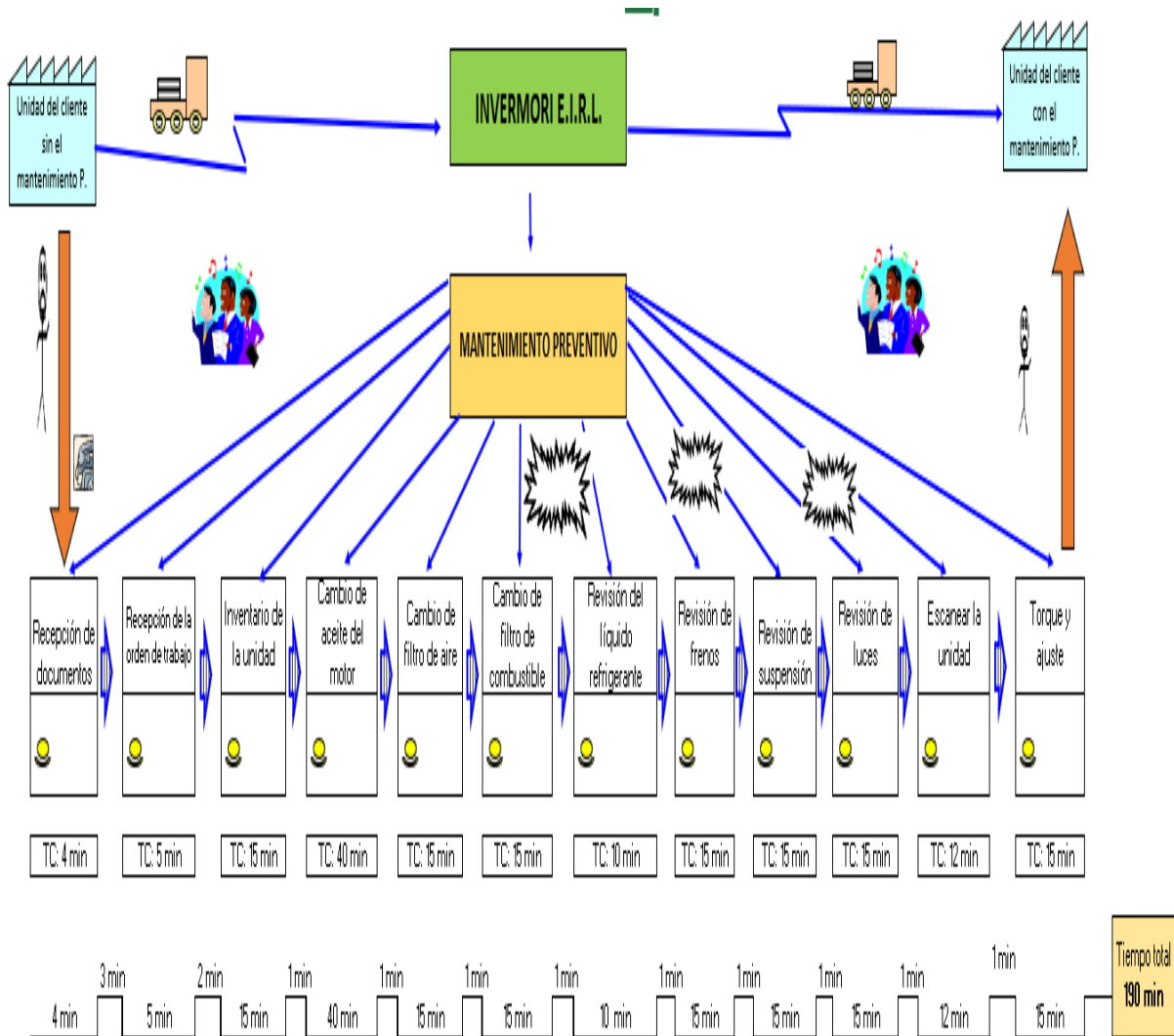
Tercera etapa: Se estableció la implementación de las mejoras que se encontraron como resultado del evento Kaizen Blitz, con la finalidad de reducir los procesos, ser más óptimo con el servicio de mantenimiento preventivo. La implementación se incorporó al VSM actual de la empresa Invermori E.I.R.L., realizando un estallido Kaizen Blitz en el diagrama de Mapa de la cadena de Valor Actual de Proceso (VSM). Se elaboró nuevamente el VSM futura para el área de mantenimiento de la

4.1.3 Implementación de la VSM futura con estallido Kaizen Blitz

La empresa Invermori E.I.R.L. Elaboración de Mapa de la cadena de Valor Futuro de Proceso (VSM) Como resultado evento Kaizen Blitz, se procedió a realizar el estallido Kaizen Blitz, se estableció de manera visual el VSM futuro para volverlo más productivo, logrando disminuir traslados, fusionado procesos y estandarizar el trabajo.

Figura 45

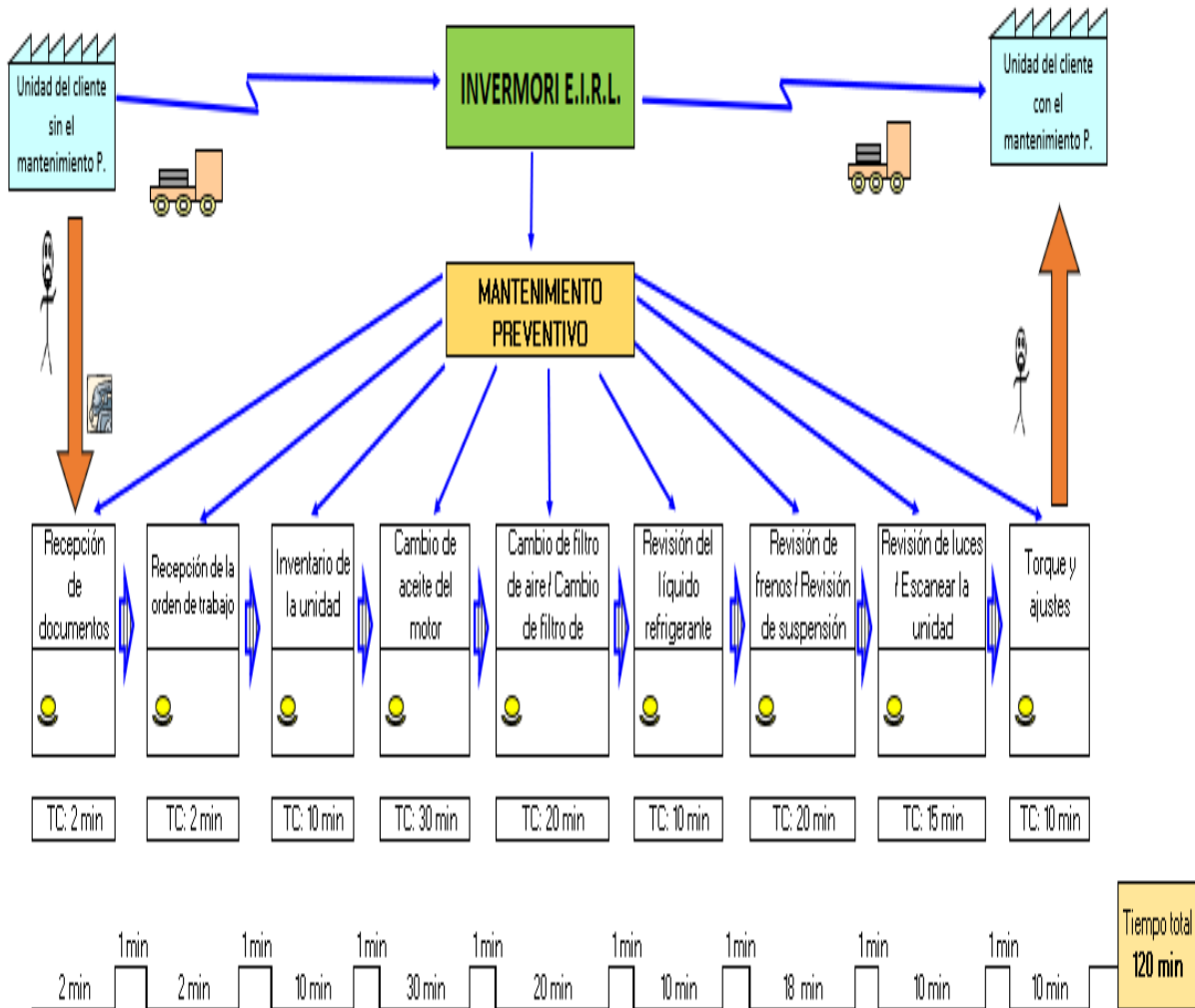
VSM actual con estallido Kaizen Blitz de la empresa INVERMORI E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

Figura 46

Nuevo VSM para el área de mantenimiento de la empresa INVERMORI E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

En el VSM futuro se observó el nuevo orden de los procesos, la fusión de procesos y la reducción de traslado de la unidad sea optimizado el tiempo para realizar el servicio de mantenimiento preventivo, como resultado del evento Kaizen Blitz se pudo obtener un nuevo tiempo de ser servicio de mantenimiento preventivo haciendo un total de 120 minutos o 2 horas. Una vez solucionado las cuatro causas raíz el cual nos indicó el diagrama de Pareto que se presentaron en el área de mantenimiento y la implementación de VSM futura.

4.1.4 Nuevos Resultados después de la Implementación de la VSM

Se realizó nuevamente las encuestas para verificar que existen mejoras en nuestro servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.

Tabla 9

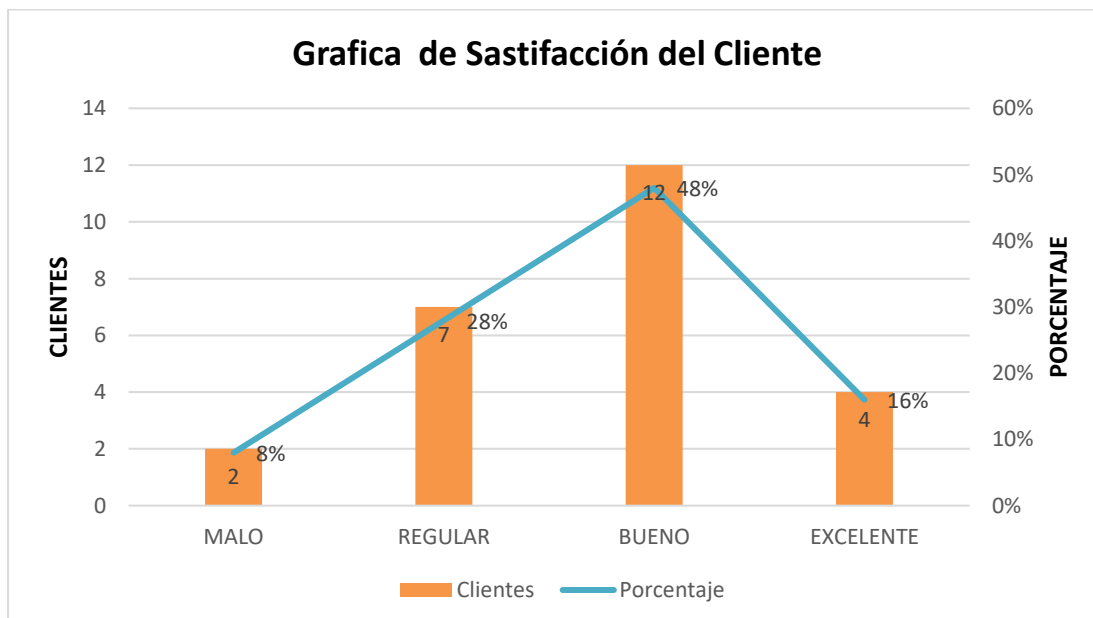
Resultados de la nueva encuesta (primera pregunta) después de VSM

Estado	Clientes	Porcentaje
Malo	2	8%
Regular	7	28%
Bueno	12	48%
Excelente	4	16%
TOTAL	25	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 48

Gráfico de Índice de Satisfacción del Cliente después de VSM



Nota: Elaboración propia

Según del grafico de ISC, se analizó que el 48% de nuestros clientes encuestados opinan que el servicio de mantenimiento preventivo era de forma Bueno, visualizando que las herramientas empleadas han servido para mejorar el ISC. Antes de la implementación DMAIC se tenía un 44% de nuestros clientes encuestados calificaron nuestro servicio de mantenimiento preventivo es de forma Regular.

Con respecto a la segunda pregunta de la encuesta, se solicitó a nuestros clientes volver a calificar el tiempo que toma el tiempo que demora el servicio de mantenimiento preventivo, después de utilizar las herramientas de mejora.

Tabla 10

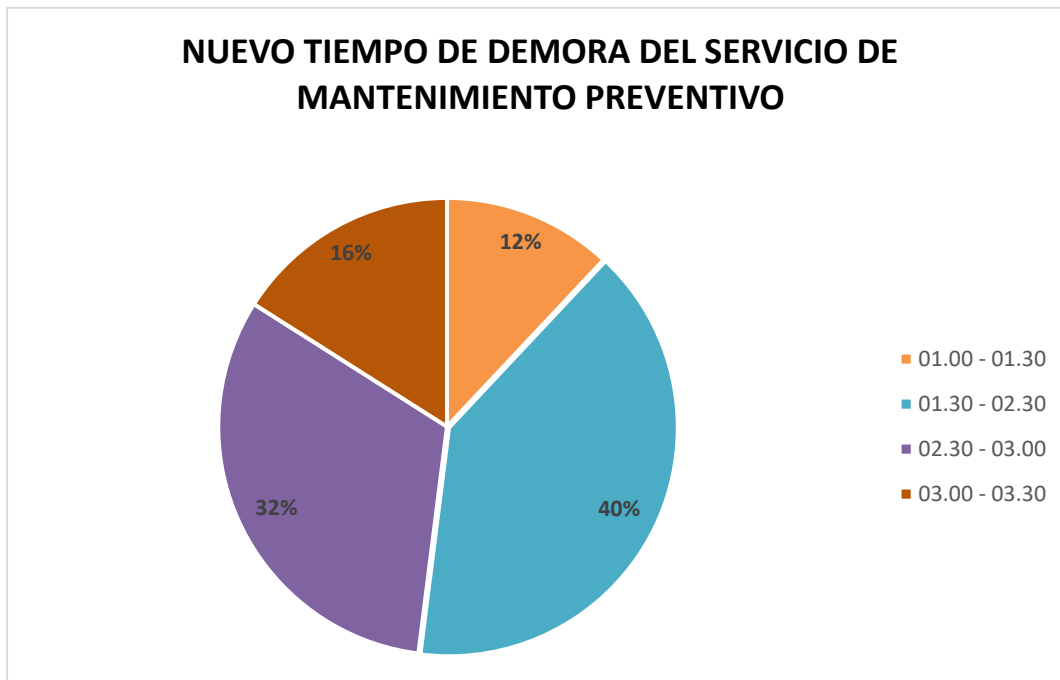
Resultados de la encuesta (segunda pregunta) después del VSM

Tiempo (horas)	Clientes	Porcentaje
01.00 - 01.30	3	12%
01.30 - 02.30	10	40%
02.30 - 03.00	8	32%
03.00 - 03.30	4	16%
Total	25	100%

Nota: Elaboración propia

Figura 49

Grafico de los nuevo Tiempo del mantenimiento preventivo después de VSM



Nota: Elaboración propia

Como se muestra el resumen de la nueva encuesta se pudo analizar que el 40% de nuestros clientes opinan que nuestro servicio de mantenimiento preventivo se realiza en intervalo de tiempo entre 01.30 a 02.00 horas, evidenciando que hubo unas mejoras en el tema de los tiempos en servicio de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L.

4.1.5 Fase controlar

El objetivo de esta quinta fase fue mantener activas las mejoras ya ejecutadas en las fases anteriores, para ello fue necesario aplicar la herramienta NPS (Net Promoter Score) para controlar la satisfacción de los clientes, el equipo DMAIC elaboro un NPS este indicador es un valor comparativo entre periodos mensuales, teniendo un promedio entre los detractores y promotores.

Tabla 11

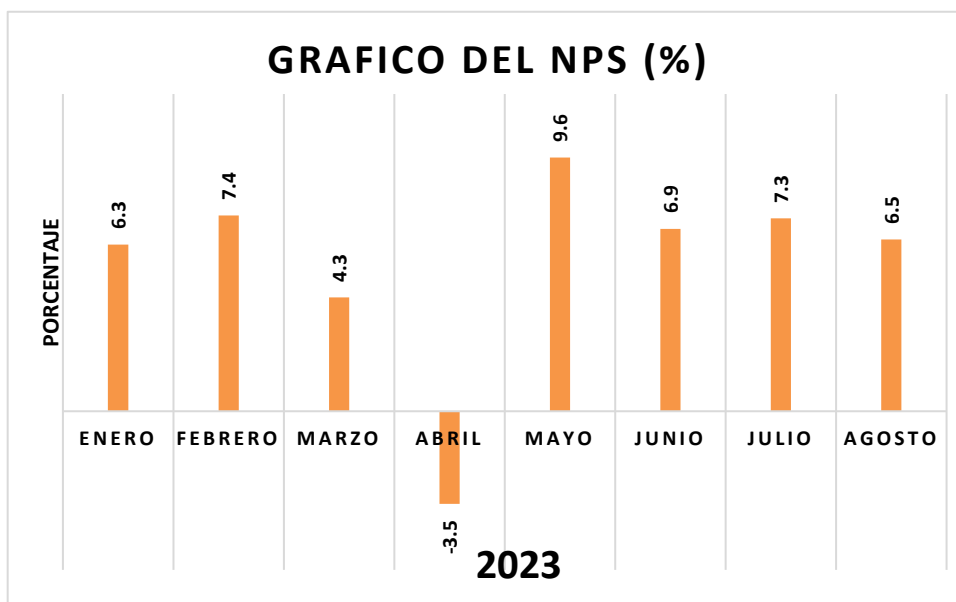
Resultados del NPS

NET PROMOTER SCORE			
MESES	Promotores (%)	Detractores (%)	NPS (%)
ENERO	40.2	33.9	6.3
FEBRERO	25.3	17.9	7.4
MARZO	30.5	26.2	4.3
ABRIL	26.6	30.1	-3.5
MAYO	34.8	25.2	9.6
JUNIO	36.2	29.3	6.9
JULIO	34	26.7	7.3
AGOSTO	40.4	33.9	6.5

Nota: Elaboración propia

Figura 50

Gráfico del NPS para el mantenimiento preventivo de la empresa INVERMORI E.I.R.L.



Nota: Elaboración propia

Según el gráfico anterior se visualiza el comportamiento del NPS (%) en el periodo del año 2023 en donde podemos analizar que en el mes de abril hubo un valor negativo de -3.5% debido a los servicios de mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L. Como también se visualiza un alto valor del 9.6 del mes de mayo. Para controlar las mejoras que sean implementadas con la metodología DMAIC y verificar que han cumplido su objetivo se les dio seguimiento a todos los resultados obtenidos. Se establecieron las series de reuniones mensuales, estandarizar las maniobras al momento de desmontar las maquinarias pesadas.

4.2 Diagnóstico y Análisis del estado del área de mantenimiento antes y después de la implementación de la metodología DMAIC

4.2.1 La Productividad antes de la implementación de la metodología DMAIC

$$\text{Productividad} = \frac{1 \text{ servicio de mantenimiento preventivo}}{190 \text{ minutos}}$$

Debido a la implementación del VSM actual fuimos capaces de calcular la productividad del área de mantenimiento durante las 8 horas laborables.

$$\text{Productividad} = \frac{2.5 \text{ servicio de mantenimiento preventivo}}{8 \text{ horas}} \times 100 = 32\%$$

Cómo se puede apreciar obtuvimos una productividad de 32% antes de la implementación DMAIC en el área de mantenimiento de la empresa Invermori E.I.R.L.

4.2.2 La productividad después de la implementación de la metodología DMAIC

$$Productividad = \frac{1 \text{ servicio de mantenimiento preventivo}}{120 \text{ minutos}}$$

Debido a la implementación del VSM futuro fuimos capaz de calcula la productividad del área de mantenimiento durante las 8 horas laborables.

$$Productividad = \frac{4 \text{ servicio de mantenimiento preventivo}}{8 \text{ horas}} \times 100 = 50\%$$

Cómo se puede analizar que obtuvimos una productividad de 50%, después de la implementación DMAIC en el área de mantenimiento de la empresa Invermori E.I.R.L.

4.2.3 ISC antes de la implementación de la metodología DMAIC

Clientes Insatisfechos

$$ISC = \frac{15}{25} \times 100\% = 60 \%$$

Se puede analizar que el 60% de nuestros clientes encuestados estaban insatisfecho con el servicio de mantenimiento preventivo.

Clientes Satisfechos

$$ISC = \frac{10}{25} \times 100\% = 40 \%$$

Se puede analizar que el 40% de nuestros clientes encuestados estaban satisfecho con el servicio de mantenimiento preventivo.

4.2.4 ISC después de la implementación de la metodología DMAIC

Cientes Insatisfechos

$$ISC = \frac{9}{25} \times 100\% = 36\%$$

Se puede analizar que el 36% de nuestros clientes encuestados estaban insatisfecho con el servicio de mantenimiento preventivo.

Cientes Satisfechos

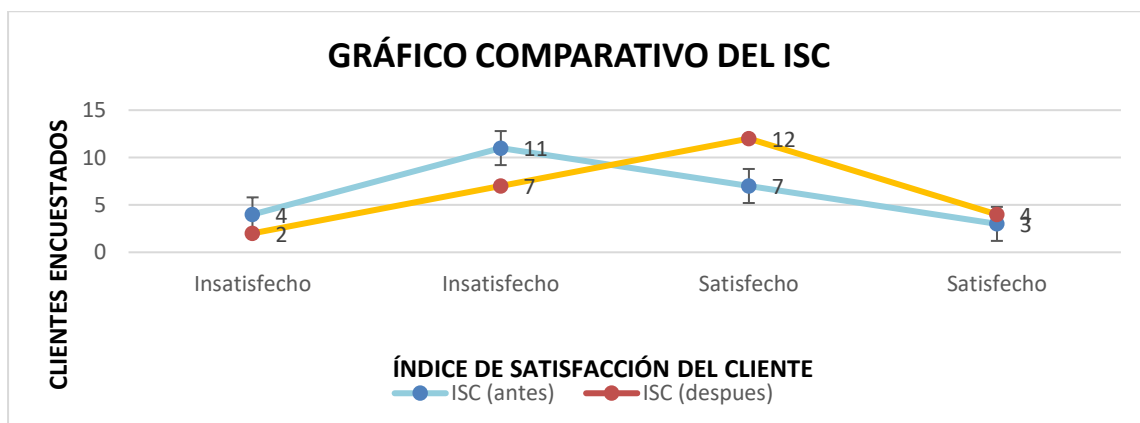
$$ISC = \frac{16}{25} \times 100\% = 64\%$$

Se puede analizar que el 60% de nuestros clientes encuestados se encuentran satisfecho con el servicio de mantenimiento preventivo.

Se realizó un gráfico comparativo del Índice de Satisfacción del Cliente (ISC), la comparación en donde tomo los datos históricos y la nueva información obtenida, se realizó con los resultados de las encuestas antes y después de la implementación de la metodología DMAIC

Figura 51

Gráfico comparativo del ISC antes y después de implementación de la metodología DMAIC



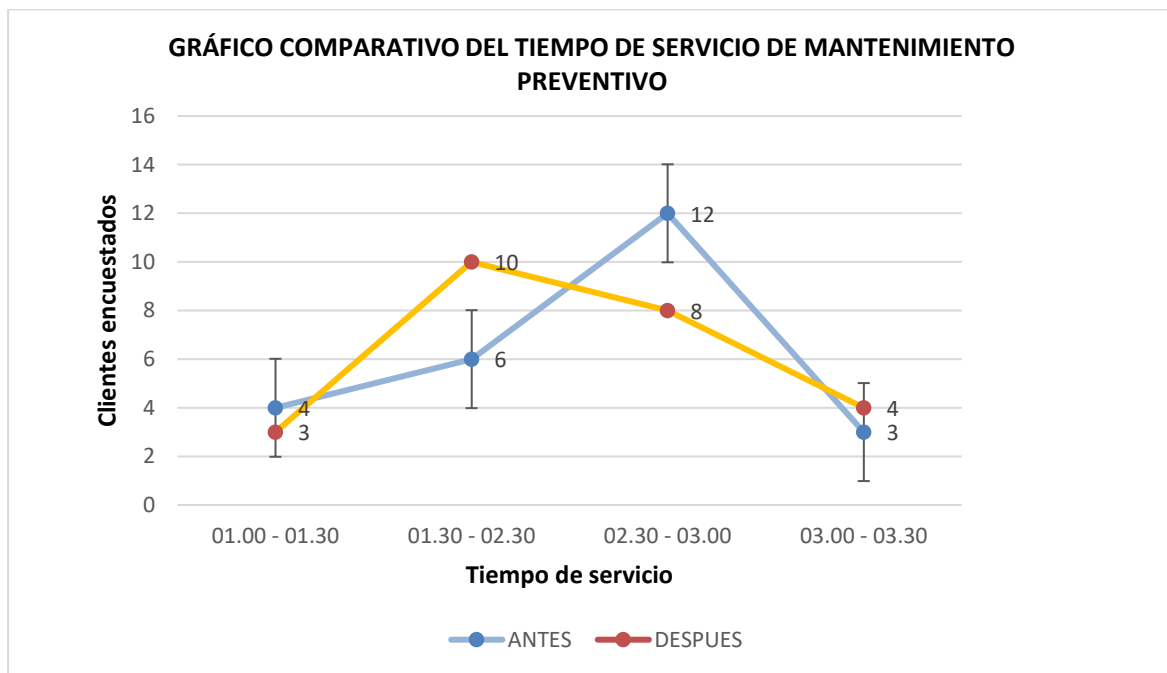
Nota: Elaboración propia

En el gráfico comparativo se puede visualizar que existe un incremento de 20% que representa a cinco clientes más se encuentran satisfechos con el servicio de mantenimiento preventivo, después de la implementación de la metodología DMAIC.

4.2.5 Comparación de tiempos antes y después de la implementación de la metodología DMAIC

Figura 52

Gráfico comparativo del tiempo antes y después de implementación de la metodología DMAIC



Nota: Elaboración propia

En el gráfico comparativo se puede analizar que existe un incremento de 16% que representan que cuatro clientes más opinan que nuestro servicio de mantenimiento preventivo demora entre 01.30 .02.30 horas, demostrando que somos más óptimo y un trabajo estandarizado después de la implementación de la metodología DMAIC.

4.3 Análisis económico financiero

En este análisis fue muy importante para determinar la inversión realizada para la implementación de la metodología DMAIC, en el área de mantenimiento para la empresa Invermori E.I.R.L., se planteó el análisis financiero del capital invertido y el tiempo de recuperación de este mismo. Esta inversión económica fueron costos que presentaron el desarrollo de la implementación, a continuación, detallaremos cada costo de la inversión.

Tabla 12

Costo del Equipo DMAIC

SALARIOS DEL EQUIPO DMAIC					
N°	CARGO	RESPONSABLES	MENSUAL	DIARIO	HORA
1	Gerente General	Sra. Anali Clarissa Miranda Vega	S/ 6,500.00	S/ 216.67	S/ 27.08
2	Jefe de Operaciones	Sr. Clider Virginio Mori Chavarria	S/ 2,500.00	S/ 83.33	S/ 10.42
3	Supervisor de Talleres	Sr. Isaac Jonathan Silva Vidal	S/ 2,000.00	S/ 66.67	S/ 8.33

Nota: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra el sueldo mensual del equipo DMAIC que fue dividido entre el número de días, se consideró 30 días para realizar este cálculo, como también de horas laboradas se consideró 8 horas diarias, estos costos se han considerado los beneficios establecidos por ley. Se presentó los costos intangibles que son la sumatoria de todas las horas y sus costos respectivos que fueron necesarias para desarrollar de toda la implementación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento para la empresa Invermori E.I.R.L.

Tabla 13

Costo Intangibles de la implementación DMAIC

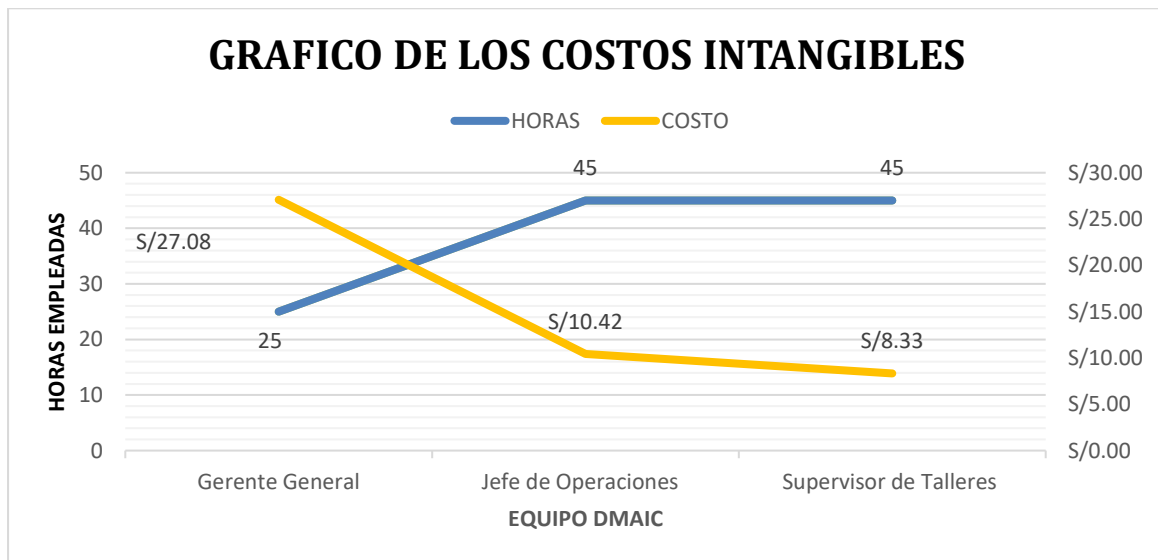
Mori Chavarria, Clider Virginio
Silva Vidal, Isaac Jonathan

COSTOS INTANGIBLES DEL PROYECTO DE HORAS HOMBRES			
CARGO	Gerente General	Jefe de Operaciones	Supervisor de Talleres
HORAS	25	45	45
COSTO	S/27.08	S/10.42	S/8.33
	S/677.08	S/468.75	S/375.00
TOTAL	S/		1,520.83

Nota: Elaboración propia

Figura 53

Gráfico de los costos intangibles



Nota: Elaboración propia

Se detalló las horas que fueron necesarias para el desarrollo y la aplicación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento para la empresa Invermori E.I.R.L., haciendo un monto total de los costos intangibles de S/ 1,520.83. Se presentó los costos tangibles que fueron necesario para el desarrollo y la aplicación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento para la empresa Invermori E.I.R.L.

Tabla 14

Costo Tangibles de la implementación DMAIC

<i>Tipo de recurso</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Inversión</i>
Compra de Herramientas	7	S/865.00
Capacitación del Personal	1	S/800.00
Cambio de Proveedor	2	S/1,500.00
Mantenimiento de Equipos	7	S/650.00
Alquiler del proyector	3	S/450.00
Impresiones	50	S/10.00
Lapiceros	3 docenas	S/16.20
Hojas Bond	5 paquetes	S/125.00
Otros Materiales		S/250.00
TOTAL		S/4,666.00

Nota: Elaboración propia

4.3.1 Costo total de la implementación de la Metodología DMAIC

De la tabla anterior se muestra la relación de los materiales, recursos y equipos utilizados para la implementación de la metodología DMAIC, haciendo un total de S/ 6,651.20. En este análisis fue muy importante para determinar los costos intangibles y los costos tangibles el resultado de la sumatoria fue el costo total de la implementación de la metodología DMAIC.

Tabla 15

Costo Total para la implementación de la metodología DMAIC

COSTO	TOTAL
Costo Intangibles	S/1,520.83
Costos Tangibles	S/4,666.00
Total de Inversión	S/ 6,186.83

Nota: Elaboración propia

De la tabla anterior se muestra el costo total de la implementación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento para la empresa Invermori E.I.R.L.; haciendo un total de Inversión de S/ 6,186.83

4.3.2 Análisis del Costo Beneficio

En este análisis fue muy importante para determinar el Costo Beneficio de la inversión realizada para la implementación de la metodología DMAIC, se utilizó la cantidad los servicios de mantenimiento preventivo de forma semestral antes y después de la implementación.

Se analizó el segundo semestre del año 2022, en donde se registró una cantidad de 310 servicios de mantenimiento preventivo, antes de la implementación de la metodología DMAIC.

Se analizó la comparación con respecto al primer semestre del año 2023, en donde se registró una cantidad de 480 servicios de mantenimiento preventivo, después de la implementación de la metodología DMAIC. La diferencia entre el segundo semestre del año 2022 y el primer semestre del año 2023 es de 170 servicios de mantenimiento preventivo.

El precio de venta de cada servicio de mantenimiento preventivo es variable por el tipo de maquinaria de cada clientes, en base a ello se consideró un costo promedio de S/ 2,400.00, este precio de venta está acorde con las tarifas del mercado actual. A continuación, presentamos los costos de mantenimiento que intervienen en el servicio.

Tabla 16

Costo variables unitario del mantenimiento preventivo

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDADES	PRECIO
Aceite multigrado 25W 60	1 balde (5 galones)	S/ 320.00
Filtro de aceite 1R-0716	1 unidad	S/ 125.00
Filtro de aire P829333	1 unidad	S/ 85.00
Filtro separador de agua de combustible CAT 326-1642	1 unidad	S/ 200.00
Líquido refrigerante CAT DEAC Antifreeze + Coolant	1 galón	S/ 70.00
Líquido de freno Frenosa R 4	1/2 L	S/ 20.00
Grasa multipropósito 120 g	1 unidad	S/ 5.00
Combustible (petróleo)	1 galón	S/ 14.00
Trapo industrial	4 unidades	S/ 8.00
TOTAL		S/ 847.00

Nota: Elaboración propio

Para la realización del servicio de mantenimiento preventivo se requiere un costo variable unitario de S/ 847.00 por cada unidad de la empresa Invermori E.I.R. L. Se

calculó el Margen de contribución unitario en donde:

MCu = Margen de contribución unitario.

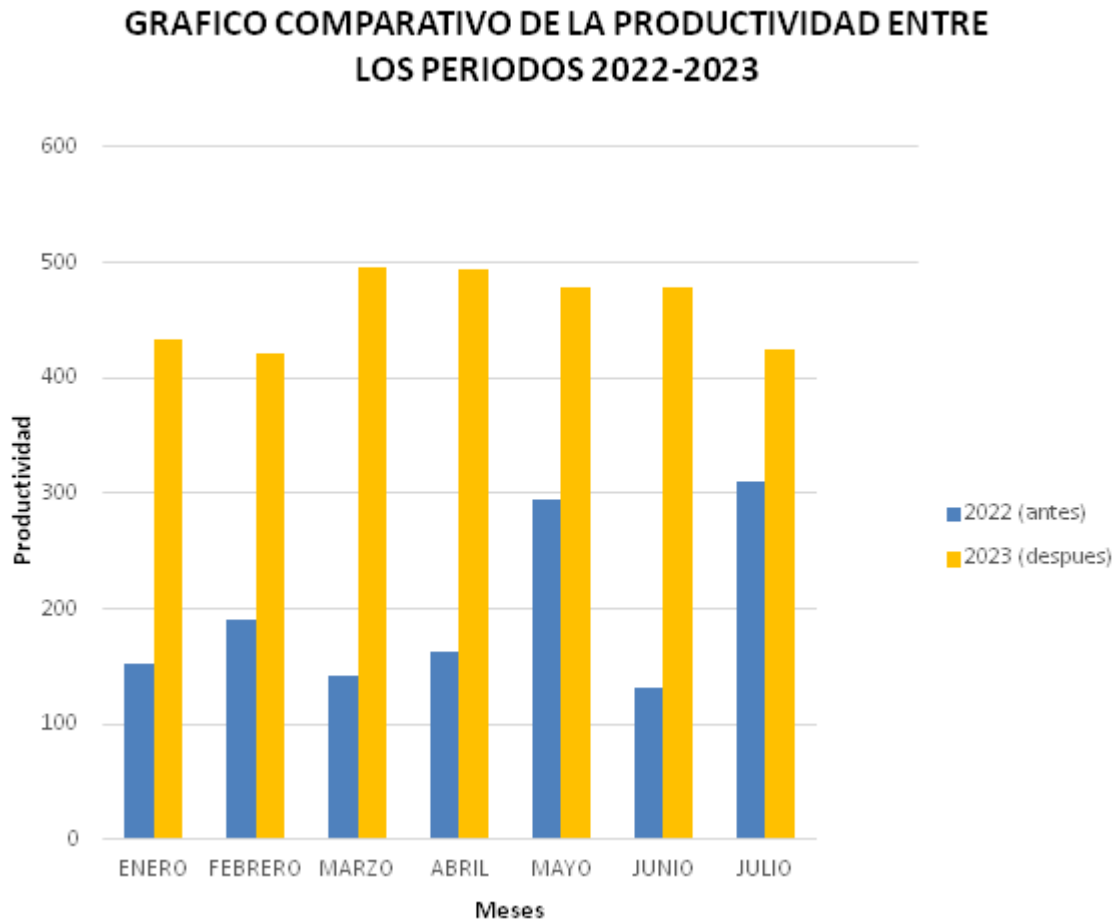
PVu = Precio de venta unitario.

CVu = Costo variable unitario.

$$PVu - Cvu = MCu = S/ 2,400.00 - S/ 847.00 = S/ 1,553.00$$

Figura 54

Gráfico comparativo de la productividad



Nota: Elaboración propio

En el grafico comparativo se puede visualizar que existe un incremento de 18% de la productividad en el área de mantenimiento preventivo, después de la implementación de la metodología DMAIC. La diferencia que existe entre el segundo semestre del año 2022 y el primer semestre del 2023 se puede analizar que hubo un aumento en la productividad de 170 servicios de mantenimiento preventivo.

$$S/ 1,553.00 \times 170 = S/ 264,010.00$$

Se calculó el Costo Beneficio de la implementación de la metodología DMAIC para el área de mantenimiento en la empresa Invermori E.I.R.L.

$$\text{Costo Beneficio} = \frac{S/ 264, 010. 00}{S/6, 186. 83} = S/42. 67$$

Como resultado se obtuvo un costo beneficio de S/42.67. Lo que quiere decir es que por cada S/ 1.00 que la empresa invierte en la implementación de la metodología DMAIC, obtuvo un beneficio de S/42.67 en el primer semestre del año 2023.

4.4 Limitaciones de la investigación

Se obtuvieron las siguientes limitaciones para realizar el trabajo de investigación.

4.4.1 Limitaciones de tiempo

Debido a nuestro corto tiempo se nos hizo difícil coordinar reuniones, la entrega y recojo de las encuestas.

4.4.2 Limitaciones de datos o estadísticas

Los datos y las estadísticas son información de carácter privado, no se contó con los datos de las empresas competidoras de Invermori E.I.R.L., nos limita la elaboración de cuadros estadísticos que nos permitan comparar las producciones entre las empresas.

4.4.3 Personales y opiniones sesgadas

Los gerentes generales, los administradores o los jefes de las áreas que son nuestros clientes, que al momento de realizar la encuesta el personal encargado de rellenar las encuestas no labora directamente en el área asignada, por eso conlleva a obtener datos sesgados o información tendenciosa, además de desviar el propósito de la encuesta.

4.4.4 Limitación Espacial

Se contó con la limitación espacial, debido a que nuestros clientes se encuentran en lima y provincia y existe entre ellos diferentes kilómetros, es dificultoso la participación en la entrega y explicación de las encuentras.

4.4.5 Limitación Económico

Se encontró con la limitación económica, debido a que sus recursos la empresa Invermori E.I.R.L. no son elevados.

4.4.6 Situación política

Actualmente o por lo menos durante la elaboración de la investigación se encuentro una situación política inestable, muchos expertos ven la causa de esta inestabilidad política es responsabilidad de los políticos del congreso y del poder ejecutivo, desde el 2016 ningún presidente ha logrado sostener un gobierno

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente sección mostraremos las conclusiones obtenidas del desarrollo del trabajo de investigación realizado dentro en la empresa Invermori E.I.R.L., en el cual consistió en la implementación de la metodología DMAIC en el área de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad.

Basado con el Objetivo General: se analizó los procesos del mantenimiento preventivo de la empresa Invermori E.I.R.L., y se realizaron cambios en el proceso gracias a los resultados obtenidos de las herramientas que fueron utilizadas como Value Stream Mapping (VSM) y el evento Kaizen Blitz de la metodología DMAIC, se obtuvo un incremento de 18% de la productividad en el área de mantenimiento preventivo, después de la implementación de la metodología DMAIC. La diferencia que existe entre el segundo semestre del año 2022 y el primer semestre del 2023

Referente al primer objetivo específico: a través de las herramientas VSM de la metodología DMAIC se pudo analizar la situación actual de la empresa Invermori E.I.R.L., donde se diagnosticó que los técnicos no contaban con un procedimiento para el desarrollo de sus actividades durante el mantenimiento preventivo, se evidenció que existían procesos que no aportaban un valor económico y desperdicio de tiempo al momento de realizar el traslado de la unidad, en donde se podían unificar los procesos para reducir el tiempo de servicio del mantenimiento preventivo.

Referente al segundo objetivo específico: se tuvo que utilizar la herramienta de ISC, se analizó los resultados inicialmente se registró un 60% de clientes insatisfecho y tan solo 40% de clientes satisfecho con nuestro servicio de mantenimiento preventivo por la empresa Invermori E.I.R.L., obteniendo una calificación de servicio como Regular, posteriormente de la implementación de la metodología DMAIC se pudo analizar los nuevos resultados ISC en donde se analizó que existe una reducción a 36%

de clientes insatisfecho y un incremento 64% de clientes satisfecho por el servicio de mantenimiento preventivo, siendo una calificación del servicio como Buenas, se logró mejorar la eficiencia y la eficacia.

Referente a nuestro cuarto objetivo específico: los beneficios obtenidos después de la implementación de la metodología DMAIC fueron: se optimizó el tiempo de procesos del servicio de mantenimiento preventivo, se mejoró la eficiencia y eficacia, la capacitación al personal técnico, la compra de nuevas herramientas y equipos, se unificó al personal técnico y administrativo, mejoró el ambiente laboral dentro de la empresa Invermori E.I.R.L.

Con el objetivo de implementar y sostener la metodología DMAIC, como también sostener un sistema de mejoras continuas en el área de mantenimiento preventivo en la empresa Invermori E.I.R.L. se recomienda lo siguiente:

- Programar periódicamente reuniones con el personal técnico para obtener nueva información que pueda mejorar nuestros procesos de servicio de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento de la empresa Invermori E.I.R.L.
- Programar los mantenimientos correctivos de los equipos malogrados, para no generar pérdida de tiempo en los servicios.
- Se recomienda la aplicación de la herramienta de gestión de 5S, que es fundamental para establecer un orden con las herramientas del área de mantenimiento preventivo.
- Se recomienda mejorar las comunicaciones entre las áreas de administración y el área de mantenimiento.
- Se recomienda mejorar la comunicación y coordinación con nuestros clientes.

REFERENCIAS

- Aparcana, K. (2017). *Aplicación del lean service para la mejora de la productividad laboral en el área de tiendas móviles Atento SAC, Ate 2017.*
- Quiñones, O. (2021). *Implementación de la metodología Lean Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.*
- Rebaza, M. (2018). *Diseño e implementación de las herramientas de Six Sigma, atreves de modelo DMAIC para la mejora de calidad de productos en la empresa Postes de Norte SA.*
- Cabrera, H. (2016). *Propuesta de mejora de la calidad mediante la implementación de las técnicas Lean Service en el área de servicio de mecánico de una empresa automotriz.*
- Alcantara, G. (2017). *Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC.*
- Castillo, E. (2020). *Implementación de herramientas Lean& Six Sigma dentro de una pyme enfocada a bienes.*

Páginas web

- <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3338823>
- <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3369188>
- <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx>
- <file:///C:/Users/user/Downloads/Vilela VEN.pdf>
- <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/22246>
- <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081/3009>
- <file:///C:/Users/user/Downloads/508-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1307-4-10-20220309.pdf>
- http://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/18930/Reporte%20t%c3%a9cnico_NAYELI-%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1 Formato de las encuestas

Anexo 2 Inventario de las herramientas

Anexo 3 Formato de capacitación

Anexo 4 Inventario de los equipos

Anexo 5 Formato de sugerencias de evento Kaizen Blitz

Anexo 1 Formato de las encuestas

	ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FCI-001
<p>Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR</p> <p>Razón social: _____</p> <p>Ruc: _____</p> <p>Dirección / telf: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p style="text-align: center;">¿CÓMO CALIFICAS NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="373 835 528 875"><input type="text"/></div> <div data-bbox="576 835 730 875"><input type="text"/></div> <div data-bbox="783 835 922 875"><input type="text"/></div> <div data-bbox="967 835 1110 875"><input type="text"/></div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> Malo Regular Bueno Excelente </p>		
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

	ENCUESTA DE NUESTRO SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FCI-002
<p>Organizada: Equipo DMAIC Fase MEDIR</p> <p>Razón social: _____</p> <p>Ruc: _____</p> <p>Dirección / telf: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p style="text-align: center;">¿CÚANTO TIEMPO SE DEMORA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div data-bbox="373 1626 528 1666"><input type="text"/></div> <div data-bbox="576 1626 730 1666"><input type="text"/></div> <div data-bbox="783 1626 922 1666"><input type="text"/></div> <div data-bbox="967 1626 1110 1666"><input type="text"/></div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 1.00 - 1.30 horas 1.30 - 2.30 horas 2.30 - 3.00 horas 3.00 - 3.30 horas </p>		
SELLO Y FIRMA DEL LIDER DEL EQUIPO DMAIC		SELLO Y FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL TALLER

Anexo 3 Formato de capacitación



FORMATO DE CAPACITACIÓN

FDC-003
 Versión: 01
 Fecha: 26-07-2021
 Página 1 de 1

N°	TEMAS	TIPO DE CURSO INTERNO: RESPONSABLE	N° PARTICIPANTES (*)	N° HORAS	COSTO ESTIMADO (US \$)	MES														
						Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
1	Usos correctos de los EPP	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	2	0									X						
2	Uso correcto de herramientas	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	2	0									X						
3	Uso correcto de equipos	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	2	0									X						
4	Maniobras para cambiar el aceite del motor	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	2	0														X	
5	Maniobras para cambiar el filtro de aire y combustible	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	2	0														X	
6	Maniobras para la revisión del líquido refrigerante	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	1	0														X	
7	Maniobras para revisión los frenos y suspensión	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	3	0															X
8	Maniobras de torque y ajuste	Sr. Clider Virgíno Mori Chavarria	5	1	0															X
9																				

SEGUIMIENTO				
ESTADO DE CAPACITACIÓN	PERIODO EJECUTADO		EFICACIA DE CAPACITACIÓN	OBSERVACIONES
	INICIO (Mes/Año)	FIN (Mes/Año)		
1 Buena	Ago-22	Ago-22	90%	
2 Buena	Ago-22	Ago-22	94%	
3 Buena	Ago-22	Ago-22	96%	
4 Buena	Set-22	Set-22	95%	
5 Buena	Set-22	Set-22	97%	
6 Buena	Set-22	Set-22	95%	
7 Buena	Oct-22	Oct-22	98%	
8 Buena	Oct-22	Oct-22	98%	
9				

PRIORIDAD DE TEMAS A TENER EN CUENTA EN EL SIGUIENTE PROGRAMA DE CAPACITACION		
N°	TEMA	FRECUENCIA
1	regulación hidráulica	
2	regulación por el software	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

VIGENCIA :

FECHA DE APROBACIÓN:

VºBº LIDER DE EQUIPO DMAIC	VºBº de la GERENTE GENERAL

Anexo 4 Inventario de los equipos



CONTROL DE INVENTARIO DE EQUIPOS

FDC-003
Versión: 01
Fecha: 06-06-2022
Página 1 de 1

N°	Nombre	Descripción	Tipo	Fabricante	Existencias	Estado

Anexo 5 Formato de sugerencias de evento Kaizen Blitz

 <p>INVERMORI Maquinarias</p>	<p>Formato de Sugerencia de evento Kaizen Blitz</p>	<p>Evento Kaizen Blitz N° 04</p>	
	<p>Nombre:</p>		
	<p>Cargo:</p>		
<p>Organizada: Equipo DMAIC Fase MEJORAR</p>			
<p>Mi sugerencia es:</p>			
<p> </p>			
<p> </p>			
<p> </p>			
<p> </p>			
<p> </p>			
<p> </p>			
<p>Fecha:</p>	<p>Firma:</p>		
<p>* Si es necesario, utilizar el revés del formato para completar o dibujar</p>			
<p>Aprobado</p>		<p>Desaprobado</p>	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	