

UNIVERSIDAD  
HISPANOAMERICANA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE  
RESPUESTA Y LOS COSTOS  
OPERATIVOS EN LA PRESTACIÓN DEL  
SERVICIO DE REPARACIÓN DE  
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN  
INDUSTRIAL EN LA EMPRESA  
MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES  
TÉCNICAS SRL, SEGUNDO TRIMESTRE  
DEL AÑO 2021.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR POR EL GRADO DE  
BACHILLERATO UNIVERSITARIO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE:  
ANGIE SOTO ÁVILA

TUTOR:  
ING. MIGUEL RODRÍGUEZ ACOSTA.

HEREDIA, DICIEMBRE 2021.



## Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: **Ing. Ana Catalina Leandro Sandi**, representante dirección de carrera, **Ing. Miguel Rodríguez Acosta** tutor y **Ing. Deyna Mora Montero** lectora, se presenta a la postulante **Soto Avila Angie Dayanna** Cédula n° **1-1369-0307** quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: "**REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS SRL, SEGUNDO TRIMESTRE DEL AÑO 2021**". Para optar por el grado académico de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al período de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que a la estudiante: **Soto Avila Angie Dayanna**, ha **aprobado** su requisito de graduación con un puntaje de **91** en la escala de 0 a 100.

**Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: miércoles 29 de diciembre del 2021.**

Director(a) de Carrera:	Ana Catalina Leandro Sandi	Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021.12.29 18:43:28 -06'00'
Tutor(a):	MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)	Firmado digitalmente por MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA) Fecha: 2021.12.29 19:05:15 -06'00'
Lector(a):	DEYNA YURBIETH MORA MONTERO (FIRMA)	Firmado digitalmente por DEYNA YURBIETH MORA MONTERO (FIRMA) Fecha: 2021.12.29 18:47:21 -06'00'
Estudiante:	_____	

## DEDICATORIA

*A mis padres por siempre creer en mi y motivarme siempre a ser mejor.  
A Mi Esposo por apoyarme a concluir con esta gran meta en mi vida y ser  
una inspiración para ser cada día mejor y ser aun un mejor equipo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios y La Virgencita.*

*A mis padres*

*A mi Esposo.*

*A la Universidad Hispanoamericana, su personal docente y administrativo*

*A quienes formaron parte de esta etapa de mi vida.*

## Tabla de contenido

Tabla de Cuadros.....	ix
Tabla de Figuras .....	x
Tabla de Anexos .....	xii
RESUMEN .....	xiii
CAPITULO I .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1.1. Descripción General del Proyecto.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Identificación de la Empresa o Institución.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Generalidades de la empresa .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Características de los productos o servicios.....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.3. Aspectos estratégicos de Multiservicios M&amp;A, Soluciones Técnicas         SRL.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.1. Definición del problema.....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. Objetivos del proyecto .....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.1. Objetivo General.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>28</b>
<b>1.5. Alcances y Limitaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>1.5.1. Alcances .....</b>	<b>30</b>
CAPÍTULO II .....	32
MARCO TEÓRICO.....	32
<b>2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.1. Ingeniería Industrial .....</b>	<b>33</b>

2.1.2. Sistema .....	35
2.1.3. Proceso.....	35
2.1.4. Gestión.....	36
2.1.5. Mejora continua .....	36
2.1.6. Competitividad organizacional .....	36
2.1.7. Ingeniería Comercial.....	37
<b>2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO. ....</b>	<b>39</b>
2.2.1. Estudio de tiempos .....	39
2.2.2. Estudio de movimientos.....	41
2.2.3. Logística .....	46
2.2.4. Lean Six Sigma .....	49
2.2.5. Metodología DMAIC .....	50
2.2.5.1. Definición.....	52
2.2.5.2. Medición.....	55
2.2.5.3. Análisis.....	57
2.2.5.4. Mejora. ....	60
2.2.5.5. Control.....	61
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>64</b>
2.3.1. Mejora de la calidad en los servicios operativos. ....	64
2.3.2. Análisis del Costo-Beneficio .....	67
<b>2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES .....</b>	<b>70</b>
CAPITULO III .....	74
MARCO METODOLÓGICO.....	74
<b>3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>75</b>

<b>3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.</b>	81
<b>3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.</b>	82
<b>3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.</b>	83
<b>3.5 MEDOTOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.</b>	84
CAPITULO IV	85
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	85
<b>4.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO.</b>	86
<b>4.1.1. Descripción de la situación actual</b>	86
<b>4.1.2. Diagnóstico del proceso actual.</b>	88
<b>4.1.2.1. Observación propia</b>	88
<b>4.1.2.2. Diagrama de Flujo del proceso actual</b>	92
<b>4.1.2.3. Diagrama SIPOC</b>	96
<b>4.2. MEDICIÓN DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA.</b>	98
<b>4.3. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.</b>	104
<b>4.3.1 Mano de obra</b>	107
<b>4.3.2 Medición</b>	110
<b>4.3.3 Medio ambiente</b>	112
<b>4.3.4 Metodología</b>	114
<b>4.3.5 Maquinaria</b>	116
<b>4.3.6 Materiales</b>	119

<b>4.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN EL AUMENTO EN LOS TIEMPOS DE RESPUESTA Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL.....</b>	<b>120</b>
<b>4.5 IMPACTO ECONÓMICO EN LOS GASTOS DE OPERACIÓN.....</b>	<b>132</b>
<b>4.5.1. Salarios o costos por concepto de mano de obra.....</b>	<b>132</b>
<b>4.5.2. Costos por concepto de horas extras o tiempo extraordinario.....</b>	<b>133</b>
<b>4.5.3. Costos por concepto de transporte.....</b>	<b>134</b>
<b>4.6 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>135</b>
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>138</b>
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>138</b>
<b>5.1 PROPUESTAS.....</b>	<b>139</b>
<b>5.1.1. Control de tiempos de respuesta.....</b>	<b>140</b>
<b>5.1.2. Control de costos.....</b>	<b>146</b>
<b>5.1.3. Planificación.....</b>	<b>148</b>
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>163</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>163</b>
<b>6.2. Recomendaciones.....</b>	<b>166</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>168</b>

## Tabla de Cuadros

CUADRO 1 CAUSAS DEL DIAGRAMA ISHIKAWA.....	105
CUADRO 2 CAUSAS DEL DIAGRAMA ISHIKAWA, GRADO DE IMPACTO.....	106
CUADRO 3 CAUSAS DEL DIAGRAMA ISHIKAWA, GRADO DE FRECUENCIA.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.09</b>
CUADRO 4 ANÁLISIS DE CAUSAS VALOR NÚMERO DE PRIORIDAD DE IMPACTO (NPI) .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
CUADRO 5 ANÁLISIS DE CAUSAS CONSOLIDADO NÚMERO DE PRIORIDAD DE IMPACTO (NPI) .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.14</b>
Cuadro 6 SALARIO NETO MENSUAL Y POR HORA PARA LOS TRABAJADORES DE MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS, SRL.....	<b>¡Error! Marcador no definido.17</b>
CUADRO 7 RESUMEN DE LOS COSTOS MENSUALES POR CONCEPTO DE TRANSPORTE ... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.18</b>	
CUADRO 8 METODOLOGÍA DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.23</b>	
CUADRO 9 DIAGRAMA DE GANTT SEMANAL DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS SRL.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.32</b>
CUADRO 10 MODELO DE HOJA DE RUTA PARA INSPECCIÓN DIAGNÓSTICA POR PARTE DE MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS, SRL <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.36</b>	
CUADRO 11 TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS PROVEEDORES <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.39</b>	
CUADRO 12 FORMULARIO DE VALORACIÓN DEL SERVICIO PARA LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS, SRL <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.41</b>	
CUADRO 13 RESUMEN DE LOS COSTOS MENSUALES POR CONCEPTO DE TRANSPORTE, LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.42</b>
CUADRO 14 COSTOS OPERATIVOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.43</b>

## Tabla de Figuras

Figura 1. Piezas de motores que son reparadas exhaustivamente ( <i>overhaul</i> ) por la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.....	5
Figura 2. Ejemplos de algunos de los servicios que presta la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.....	6
Figura 3. Ubicación de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.....	6
Figura 4. Logotipo de Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas, SRL .....	7
Figura 5. Ejemplos de therbligs eficientes e ineficientes.....	28
Figura 6. Etapas o fases en la metodología DMAIC.....	36
Figura 7. Ejemplo de Diagrama SIPOC.....	37
Figura 8. Diagrama de Flujo-Simbología.....	39
Figura 9. Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	41
Figura 10. Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa).....	43
Figura 11. Técnica de los 5 ¿por qué?.....	44
Figura 12. ¿Cómo hacer benchmarking?.....	46
Figura 13. Ejemplo de gráfico de control .....	47
Figura 14. Diagrama de flujo actual de la empresa Multiservicios M& A Soluciones Técnicas.....	78
Figura 15. Diagrama SIPOC de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.....	81
Figura 16. Histograma de tiempos promedio para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.....	85
Figura 17. Histograma de tiempos estándar para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.....	86
Figura 18. Diagrama de Ishikawa del proyecto.....	89
Figura 19. Diagrama de Pareto del proyecto.....	90

Figura 20. Ejemplo de solicitud de capacitación por parte del cliente para el técnico en refrigeración industrial.....	92
Figura 21. Carné que evidencia el acceso del técnico de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL a las instalaciones de un cliente.....	93
Figura 22. Inventario Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL, setiembre de 2021 (válvulas, aceite y filtros).....	95
Figura 23. Ejemplo de almacenamiento de materia prima en otros depósitos del proveedor, originalmente ubicado en San Antonio de Belén.....	97
Figura 24. Comunicación con el técnico de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas en relación con el seguimiento de un servicio como evidencia de la necesidad de planificar, supervisar y monitorear las actividades llevadas a cabo por la empresa.....	99
Figura 25. Ejemplo de las herramientas utilizadas por el técnico en refrigeración industrial para llevar a cabo el servicio de reparación a los clientes.....	101
Figura 26. Costos antes y después de la implementación de la mejora...	144
Figura 27. Tiempos estándar antes y después de la implementación de la mejora para la tarea Compra de materiales a proveedores por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.....	145

## Tabla de Anexos

ANEXO 1: MODELO DE BITÁCORA DE OBSERVACIÓN INICIAL PARA EL PROCESO PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS, PARTES, PIEZAS O DEMÁS MATERIALES DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL, DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS, SRL. <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
ANEXO 2: FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS INICIAL PARA EL PROCESO PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS, PARTES, PIEZAS O DEMÁS MATERIALES DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL, DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS, SRL..... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
ANEXO 3: CÁLCULO DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR Y EL TIEMPO TOTAL DE CICLO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL POR PARTE DE LA EMPRESA M&A SOLUCIONES TÉCNICAS SRL. .... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
ANEXO 4: MEDICIÓN DE TIEMPOS LUEGO DE APLICADA LA PROPUESTA DE MEJORA ..... <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
ANEXO 5: CONTABILIZACIÓN DE CAUSAS.. <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
ANEXO 6. TIEMPOS ESTÁNDAR LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE TIEMPO.....	159

## RESUMEN

Soto Ávila Angie, Universidad Hispanoamericana, noviembre, 2021. Reducción del tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL, segundo cuatrimestre del año 2021. Tutor: Ing. Miguel Eduardo Rodríguez Acosta.

El presente trabajo de investigación trata sobre la del tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En este sentido, el proyecto se realiza con el fin de reducir el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, por medio de una propuesta de mejora, fundamentada en DMAIC, durante el segundo trimestre del año 2021.

Para alcanzar este objetivo general, los objetivos específicos consistieron en diagnosticar el proceso actual de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., medir los tiempos de respuesta de los procesos relacionados con la de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., así como los costos en los que se incurre para cada uno de dichos procesos.

Cabe resaltar que el diagnóstico arrojó tres causas que motivaron el análisis de las alternativas de solución que se ajustaron a las mejoras que se implementen en favor de la reducción de los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL, de

manera que se desarrollara un plan de implementación de las soluciones que influya en la reducción de los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

A partir del diagrama de flujo, se determinaron controles de tiempo y costos, conjuntamente con la decisión de elaborar un diagrama de Gantt para monitorear las tareas del proceso. Los controles se encuentran dentro de la programación semanal y consistieron en hojas de ruta para la compra de materiales, así como para la reparación. Un criterio fundamental para establecer estas hojas de ruta fue la zonificación tanto de los proveedores como de los clientes.

Con la implementación de las propuestas, se redujeron los tiempos de respuesta en un 20% al mes, en lo referente a la tarea compra de materiales a proveedores, mientras que la disminución en los costos ordinarios derivados del transporte y de las horas extras se redujo, en promedio, en un 23% y 50% respectivamente, lo que representa un ahorro estimado en ₡ 882 000 al mes. Por lo tanto, se evaluó el impacto económico del proyecto en la empresa, mediante un análisis de costo-beneficio, en atención con los ingresos – egresos de la organización.

En consecuencia, la implementación de las propuestas ha iniciado un aumento en la productividad y sinergia en las tareas que se llevan a cabo para el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial. Se espera que, con la continuidad en la puesta en marcha de las propuestas, se sigan reduciendo los tiempos de respuesta y los costos operativos para el referido proceso.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se describen aspectos generales del proyecto. De igual manera, se identifican algunos detalles de la empresa, las características de los productos elaborados por la misma, así como los aspectos estratégicos de la organización. Posteriormente, se presenta el planteamiento del problema, mediante su definición y justificación; luego, se plantean los objetivos, general y específicos, los alcances y limitaciones.

### **1.1. Descripción General del Proyecto**

Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., es una empresa que se dedica a prestar servicios de reparación y mantenimiento, en general, de equipos de refrigeración industrial. Además, cuenta con una línea adicional de producción que funciona de manera independiente y autónoma del servicio técnico de refrigeración industrial, la cual es una línea reparación para aires acondicionados de oficinas.

No obstante, desde 2020, por motivos de pandemia COVID-19, la referida empresa solo se ha estado dedicando a las actividades inherentes con la reparación de los equipos de refrigeración industrial porque los clientes, para reducir sus costos, eliminaron los servicios de mantenimiento preventivo.

En relación con la reparación de los equipos y partes de refrigeración industrial, existen trabajos que ameritan uso directo de las piezas o materiales que se encuentran en inventario, mientras que, otras reparaciones ameritan la adquisición adicional de equipos o materiales cuyo costo imposibilita su almacenamiento.

Cabe resaltar que algunas de estas reparaciones se realizan tanto en la provincia de Alajuela como en otras regiones, con menor incidencia, tales como Cartago, Heredia, Limón, Guanacaste y Puntarenas. El tiempo promedio

de ejecución del servicio técnico varía entre 1 y 8 días, dependiendo de la naturaleza de este, así como la región en la que se lleva a cabo.

Es de hacer notar que, cuando se trata de un trabajo que requiere piezas que se encuentran inventariadas, el tiempo de ejecución es menor, mientras que, para llevar a cabo trabajos que requieran el uso de partes completas de los equipos de refrigeración, estos tienen una mayor duración porque se necesita adquirir materiales o equipos con proveedores, lo que genera tiempos de espera por diversas causas

En consecuencia, el presente proyecto consistirá en reducir el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, por medio de un estudio de tiempos y movimientos, durante el segundo trimestre del año 2021, para mejorar la prestación del servicio, así como aumentar la ganancia bruta de la empresa.

De esta manera, con el desarrollo del proyecto, se identificarán las razones principales del problema en estudio, se generarán las posibles soluciones a corto, mediano y largo plazo, que le permitirán a la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., mejorar sus procesos actuales de tiempos y movimientos, así como reducir efectivamente el tiempo de espera en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

En consecuencia, en el **capítulo I** del presente documento se define el problema específico de la investigación, el objetivo general y los objetivos específicos. Además, se describen tanto el alcance como las limitaciones del mismo. Posteriormente, en el **capítulo II**, se define el Marco Teórico del proyecto desarrollado con base en el Marco Conceptual relativo al aspecto de la carrera de Ingeniería Industrial, la línea de investigación, el marco conceptual referente al impacto de este y antecedentes de teorías o proyectos relacionados con el objeto de estudio.

Luego, en el **capítulo III**, se describe el Marco Metodológico, a través de la definición del tipo de investigación, entre otros aspectos necesarios para desarrollar el presente proyecto. Por su parte, en el **capítulo IV**, se mide y se analiza el proceso en estudio, con el objeto de describir la situación actual con base en datos y resultados requeridos para medir el impacto del progreso o beneficio con la implementación de las mejoras.

Una vez desarrollados los capítulos anteriores, en el **capítulo V**, se presente describir el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos en lo que corresponde con la implementación del proyecto, mientras que en el **capítulo VI**, se proporcionarán las conclusiones y posibles recomendaciones para valorar el éxito de este, así como su sostenibilidad a largo plazo para beneficio de la organización.

Finalmente, se agrega la bibliografía consultada como base para desarrollar el trabajo. Además, en los anexos, se presentan los cálculos necesarios, si fuera el caso, de los costos generados a la empresa, así como los documentos pertinentes de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, relacionados con el estudio de tiempos y movimientos.

## **1.2. Identificación de la Empresa o Institución.**

En los párrafos que siguen del presente documento se describen las generalidades de la empresa, así como las características de los productos o servicios que ofrece Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. y los aspectos estratégicos de la misma.

### **1.2.1. Generalidades de la empresa**

Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., es una empresa fundada en el año 2018. Cuenta con un personal calificado para cada área de trabajo que le sea asignado; para así poder brindar en cada uno de sus proyectos un trabajo de calidad logrando la satisfacción de sus clientes que es su principal objetivo.

Se dedican a la instalación y puesta en marcha de equipos de refrigeración industrial, asesorías y consultorías en sistemas de refrigeración industrial, instalación, montaje de sistemas y equipos de refrigeración industrial, reparaciones exhaustivas de motores (*overhaul*) e inspecciones de compresores, mantenimiento preventivo y correctivo a compresores de tornillo, compresores reciprocantes y equipos de refrigeración industrial, tal como puede apreciarse en la Figura 1.



Figura 1. Piezas de motores que son reparadas exhaustivamente (*overhaul*) por la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL:

De igual manera, suministran servicio técnico para la reparación de aires acondicionados e instalación, mantenimiento y suministros de equipos, sistemas eléctricos, vacío de equipos, pruebas de fugas, soldaduras calificadas, sistema de bombeos, condensadores evaporativos, cableado de control y potencia de equipos, fabricación de cuartos fríos en plantas, fabricación de cuartos fríos en camiones y reparaciones de estos, tubería sanitaria, inoxidable, tubería para amoniaco certificada, tal como puede observarse en la figura 2.



Figura 2. Ejemplos de algunos de los servicios que presta la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fuente: Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas, SRL.

Por otra parte, la Figura 3 presenta la ubicación de la empresa Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas, SRL.,

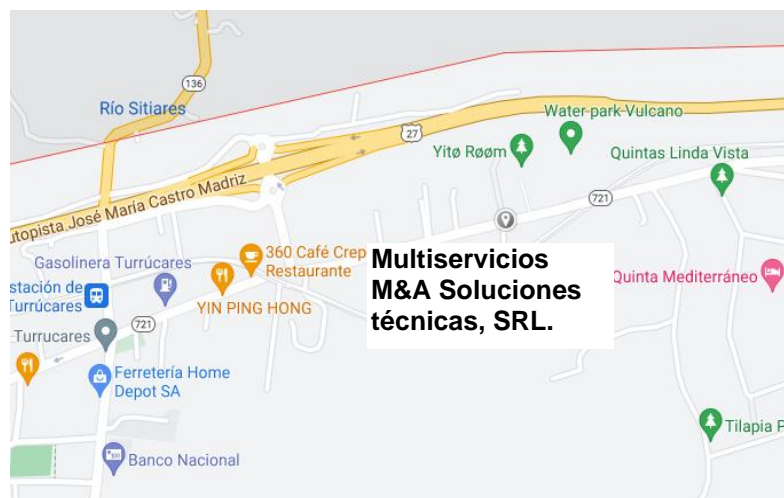


Figura 3. Ubicación de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fuente: Google maps. Modificado por autor.

Como puede apreciarse en la Figura 3, la referida empresa se encuentra ubicada 1 kilómetro al este del Parque Central de la comunidad de Turrúcares de Alajuela. Por otra parte, en la Figura 4, se muestra el logotipo de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.



**Figura 4.** Logotipo de Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas, SRL.

**Fuente:** Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas, SRL.

De igual manera, la Figura 4, en la que se presenta el logotipo de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, muestra el nombre de la empresa. En el fondo se puede notar un copo de nieve que indica la relación con la refrigeración industrial y el fondo claro en forma de O indica que dicho servicio se presta con calidad, de manera integral y global, de conformidad con los estándares de la organización.

### **1.2.2. Características de los productos o servicios**

Multiservicios M&A Soluciones Técnicas ofrece servicio de mantenimiento y reparación para equipos de refrigeración industrial, incluyendo camiones que cuenten con este tipo de aparatos. De igual manera, ofrece mantenimiento de equipos de aire acondicionado, que funciona de manera independiente de la línea de reparación de los equipos de refrigeración industrial.

En este sentido, en relación con el mantenimiento y reparación de los equipos de refrigeración industrial, la empresa se dedica a realizar este servicio en piezas y materiales de diferentes tamaños. En relación con los de pequeño tamaño, estos constituyen piezas y materiales que, por lo general, se encuentran disponibles de manera inmediata en el almacén, mientras que los de gran tamaño ameritan la solicitud de cotizaciones en otras empresas del mercado nacional, realizar la respectiva compra de estas, para poder solventar el problema técnico, de acuerdo con la solicitud del cliente.

### **1.2.3. Aspectos estratégicos de Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas SRL.**

En relación con los aspectos estratégicos de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, se consideran la misión y visión de la empresa. Tal misión, visión y objetivos se describen a continuación:

#### **Misión**

Ofrecer servicios alta calidad que nos permitan lograr alianzas a largo plazo con nuestros clientes, brindando confianza y felicidad a nuestros

colaboradores y familias, logrando se sientan orgullosos y generando retornos importantes. (Soto, 2018).

### **Visión**

Ser la compañía más reconocida y preferida a nivel nacional e internacional por su calidad y generación de bienestar a su entorno (Soto, 2018).

### **Valores**

De manera análoga a la misión y visión de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., los valores también han sido aportados, desde la creación de la organización, por el referido autor. En consecuencia, estos se citan a continuación:

- Responsabilidad.
- Calidad.
- Puntualidad.
- Integridad.
- Confianza.
- Compromiso.

### **1.3. Planteamiento del Problema**

Desde el año 2019, se presentan los siguientes efectos en el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial; específicamente, cuando se requiere adquirirlos ante proveedores para poder llevar a cabo la orden de trabajo (orden de compra) a los clientes, tales como: (a) aumento en el tiempo

de respuesta para atender las necesidades del cliente, hasta en un plazo de quince (15) días; (b) los costos de producción del servicio, crecen, hasta en un 150%, lo que a veces oscila entre quinientos mil y un millón de colones.

En esta perspectiva, cuando las tareas son realizadas por diversos funcionarios, el tiempo de respuesta al cliente es mayor, cuando se prestan los servicios de reparación de los equipos de refrigeración industrial, lo que incide negativamente en los costos operativos y en la satisfacción de los clientes.

Por esto, se pretende optimizar los tiempos de prestación de los servicios, mediante la reducción progresiva de los tiempos de espera cuando se tienen que solicitar equipos, partes o materiales, al llevar a cabo trabajos que ameriten la adquisición de estos, debido a que no se encuentran en el inventario, por su costo o por la alta rotación de los mismos, de manera que se disminuyan las pérdidas económicas que actualmente ocurren en la referida empresa.

En consecuencia, a través del presente proyecto se pretende dar respuesta a las siguientes interrogantes ¿cuáles son los tiempos de prestación de servicios que presenta actualmente, en promedio, al mes, la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., tanto para trabajos en los que cuenta con las piezas y materiales, como en aquellos en los que se requiere realizar la compra de los mismos?, ¿por qué se están generando demoras en los tiempos de prestación de servicio y cuáles son las causas que lo ocasionan?, de manera que se pueda determinar el impacto a nivel económico de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Una vez identificadas estas causas, ¿qué se recomienda para optimizar los tiempos de prestación de servicio? Y así poder realizar el respectivo monitoreo de las posibles soluciones propuestas ante esta problemática, de manera que se verifique la efectividad de las soluciones planteadas

respondiendo a la interrogante ¿cómo optimizar el costo versus el beneficio originado por la reducción progresiva de los tiempos de servicio?

### **1.3.1. Definición del problema**

El problema consiste en reducir el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, por medio de una propuesta de mejora, fundamentado en DMAIC, durante el segundo trimestre del año 2021, para mejorar la prestación del servicio, así como aumentar la ganancia bruta de la empresa.

Por tanto, desde 2019, se ha estimado que más del 50% de las tareas son ejecutadas por diversos funcionarios; especialmente, el técnico en refrigeración industrial, cuando no le competen de manera directa. Es decir, estas tareas como cotización y compra de equipos o piezas las debe realizar el administrador y no el técnico.

En este mismo orden de ideas, se han obtenido elevados costos en algunos de los servicios prestados, porque el técnico en refrigeración industrial realiza las tareas que no le competen directamente, incrementando los costos operativos hasta en un 150%, lo que equivale a una cifra que oscila entre quinientos mil y un millón de colones.

Por lo anterior, el tiempo de respuesta a los clientes es mayor, en un 80% aproximadamente, ya que el técnico en refrigeración industrial invierte horas laborales en cotizar y comprar los insumos que amerita.

Así, la solución al problema planteado, se considera una oportunidad de mejora importante y alcanzable a corto, mediano y largo plazo para la empresa, dado que el reproceso tiene un alto costo, además de afectar la experiencia del cliente lo que puede ocasionar pérdida de confianza en la organización.

### 1.3.2. Justificación del Problema

El presente proyecto pretenderá identificar cuáles son las causas principales que generan el aumento en los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., entre otras que determine el diagnóstico en la investigación.

Igualmente, se pretende reducir el impacto negativo, en el nivel de satisfacción del cliente, generado por los tiempos de espera de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL, debido a que esta insatisfacción contribuye a desmejorar la imagen de la empresa en este mercado, o bien a que la misma pierda su liderazgo en el mismo en materia de venta de reparación de equipos de refrigeración industrial.

Además, con la ejecución y evaluación del proyecto, se busca beneficiar a la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., en cuanto a (a) tener un inventario real de las partes y equipos disponibles; (b) reducir los costos de la empresa por concepto de reproceso por el aumento en el tiempo de espera; (c) reducir las quejas en los clientes por la espera de la resolución de sus casos al no tener la parte o el equipo adecuado en el tiempo señalado y, en consecuencia, el impacto negativo de la empresa.

Asimismo, con la puesta en práctica del presente proyecto, se espera mejorar la prestación del servicio al reducir el tiempo de respuesta de la empresa, siempre y cuando el técnico en refrigeración industrial invierta lo necesario, de conformidad con sus funciones, al igual que un aumento de la ganancia bruta de la empresa, la disminución de los costos operativos, hasta en un 150% aproximadamente al reorganizar las tareas a realizar.

En esta perspectiva, para el desarrollo del proyecto se emplearán conocimientos, habilidades, destrezas y técnicas propios de la Ingeniería

Industrial, debido a que se rediseñan los procesos actuales con el fin de incrementar la productividad, rentabilidad y competitividad de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., al optimizar el uso de los recursos.

Desde el punto de vista metodológico, el empleo del análisis de tiempos y movimientos resultará el más idóneo para fundamentar teóricamente el presente proyecto de manera que se alcancen los objetivos previstos y se pueda garantizar tanto la calidad como la confiabilidad de los productos y procesos, así como orientar a la organización hacia la mejora continua y el trabajo en equipo, enmarcado en la línea de investigación referida a la Administración Industrial de la Universidad Hispanoamericana.

Finalmente, con este proyecto se ha de contribuir, desde la academia, en la formación de profesionales comprometidos con la sociedad y orientados hacia el bienestar común; capacitados para solucionar problemas de manera efectiva, a través de un trabajo riguroso y la aplicación de metodologías adquiridas a lo largo del proceso educativo.

## **1.4. Objetivos del proyecto**

En esta sección del documento se presentan los objetivos que representan el norte de la investigación. En este sentido, el primer objetivo corresponde con el general y, a continuación, se redactan los objetivos específicos del estudio en cuestión.

### **1.4.1. Objetivo General**

Reducir el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, por medio de una propuesta de mejora, fundamentada en DMAIC, durante el segundo trimestre del año 2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el proceso actual de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.
2. Medir los tiempos de respuesta de los procesos relacionados con la de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., así como los costos en los que se incurre para cada uno de dichos procesos.
3. Analizar la alternativa de solución que se ajuste a las mejoras que se implementen en favor de la reducción de los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

4. Desarrollar un plan de implementación de las soluciones que influya en la reducción de los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.
5. Evaluar el impacto económico del proyecto en la empresa, mediante un análisis de costo-beneficio, en atención con los ingresos – egresos de la organización.

## **1.5. Alcances y Limitaciones**

En esta sección se deben incluir tanto el espacio físico como el temporal; al igual a aquellos hechos relevantes, pero imprevistos, mientras que, las limitaciones, hacen referencia a los obstáculos metodológicos que se manifiestan durante el desarrollo de la investigación, pudiendo alterar las condiciones iniciales de la misma e incidir en los resultados.

### **1.5.1. Alcances**

El principal impacto del proyecto ha de consistir en lograr la reducción, tanto en el tiempo de respuesta, como en los costos operativos en lo que se refiere a la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Lo anterior, puede alcanzarse con este proyecto por medio de una propuesta de mejora, fundamentada en DMAIC, durante el segundo trimestre del año 2021, mejorando, de esta manera, la prestación del servicio, así como el aumento en la ganancia bruta de la empresa.

De igual manera, al identificar los procesos de la empresa, se espera definir las tareas que competen a cada puesto de trabajo, ya que, más del 50% de estas tareas, actualmente son ejecutadas por diversos funcionarios, lo que incrementa el tiempo de respuesta al cliente porque algunas de estas labores no son competencia directa en función con el cargo que desempeñan en la organización.

En este mismo orden de ideas, con la implementación de este proyecto, se espera obtener una reducción en los costos operativos de algunos de los servicios prestados, hasta en un 150%, equivalente a un monto que varía entre quinientos mil y un millón de colones. Además, si logran definirse las tareas de manera adecuada con el cargo que desempeña cada trabajador de la empresa

Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, también se espera que, el tiempo de respuesta a los clientes, disminuya hasta en un 80% aproximadamente.

Asimismo, el proyecto se desarrollará durante el segundo semestre del año 2021. Además, es importante resaltar que las diferentes etapas del proyecto se desarrollan siguiendo la metodología LSS y la estrategia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*), que por sus siglas en español significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, la cual es una estrategia que se enfoca en la mejora incremental de los procesos existentes; en específico, en relación con la reducción en el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

### **1.5.2 Limitaciones**

Entre las limitaciones más importantes del presente proyecto se mencionan (a) la restricción de costos de inversión a nivel organizacional; (b) la gestión de servicio al cliente, cuando se requiere comprar la pieza o el equipo a través de un agente externo, porque el tiempo de respuesta se incrementa y es un factor que escapa del control por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.; (c) falta de accesibilidad de datos y sistemas, por falta de históricos e indicadores en algunas tareas de los procesos de la empresa, así como cuando son generados por terceros, porque estos poseen sus propias políticas empresariales.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

En este apartado se presentan definiciones de las herramientas que fundamentarán el desarrollo de la investigación. Esto, con el propósito de conocer mejor el contexto del proyecto y, a la vez, optimizar dichas herramientas para su implementación, de manera que se alcancen los objetivos. De igual manera, a continuación, se definen términos propios de la Ingeniería Industrial.

En este orden de ideas y, para el caso relacionado con el presente proyecto, los conceptos de la carrera Ingeniería Industrial que se abordaron, comprenden sistema, proceso, gestión, mejora continua, competitividad organizacional, ingeniería comercial, mercadotecnia industrial. Dichos conceptos se describen en los párrafos que siguen.

### **2.1.1. Ingeniería Industrial**

La ingeniería industrial surgió como una ciencia en Inglaterra luego de la revolución industrial. Al respecto, (Gutarra Meza, 2015), señala que

La ingeniería industrial se ocupa del diseño, el mejoramiento y la instalación de sistemas integrados de mano de obra, materiales, equipamiento y espacio. Se basa en conocimientos y destrezas especializadas de las ciencias matemáticas, físicas, sociales y de computación, junto con los principios y los métodos del análisis y el diseño de ingeniería, con el objeto de especificar, predecir, medir y evaluar los resultados que se espera obtener con estos sistemas. (p. 52).

En este mismo orden de ideas, (Stincer, 2012) define esta carrera como se indica a continuación:

La ingeniería industrial es una de las ramas del conocimiento que involucra la creatividad y la puesta en práctica de los principios de la ciencia. Es esencialmente pragmática y se auto perfecciona constantemente. En la

siguiente Unidad, además de definir el término, se presentará el devenir histórico de esta rama que da muestra de sus cualidades. (p. 12)

Por su parte, el referido autor, señala que el ingeniero industrial hace referencia a la persona con la formación, capacitación, experiencia y atributos individuales que se hacen necesarios para realizar el trabajo que corresponde con esta rama de la ingeniería.

No obstante, en la actualidad, el Instituto de Ingenieros Industriales, (*Institute of Industrial Engineers*, IIE, por sus siglas en inglés) ha definido la Ingeniería Industrial como aquella rama de la ingeniería que trata acerca del diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos. En consecuencia, requiere de conocimientos especializados y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga de dichos sistemas.

En esta perspectiva, que incluye esta amplia definición, la importancia de la función de la ingeniería industrial en los negocios y la industria ha estado creciendo constantemente, tal como lo manifiestan los referidos autores.

Así, para los citados autores, la ingeniería industrial se considera, generalmente, como la composición de cuatro campos de acción: (a) investigación de operaciones, que proporciona los métodos para el análisis y el diseño general de sistemas, incluyendo optimización, análisis de decisiones, procesos estocásticos y la simulación; (b) producción que incluye aspectos tales como el análisis, planeación y control de la producción, control de calidad, diseño de recursos y otros aspectos de la manufactura de clase mundial; (c) procesos y sistemas de manufactura; es decir, formación de materiales e integración del proceso de manufactura, generalmente, por medio de control por computadora y comunicaciones.

Por tanto, a partir de las definiciones y campos de acción, descritas por los citados autores, se puede inferir que esta ingeniería analiza los factores relacionados con la producción de bienes y servicios. De igual manera, se dedica al diseño, mejora, implantación, control y optimización de los procesos industriales. Además, se basa en la evaluación de datos de los procesos y la gestión de las empresas para eliminar los desperdicios de los recursos.

### **2.1.2. Sistema**

De acuerdo con la definición de (Doorman, 2002) un sistema es un conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan entre sí, lo que implica su delineación o delimitación con respecto al medio o al entorno que le rodea. En consecuencia, con respecto a Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se puede resaltar que está formada por un conjunto de elementos que se relacionan entre sí, su entorno está conformado tanto por el espacio físico como clientela a quien brindan sus servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial y contiene, entradas, salidas; además, un proceso entre ambas, término que se define a continuación.

### **2.1.3. Proceso**

Este concepto, tal como lo define (Cervara, 2001), corresponde con aquellas actividades que se relacionan para formar un resultado final; llevando a cabo transformaciones luego de la entrada de los insumos, en el caso de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., el resultado final, o salida del proceso, tiene que ver con la reparación de equipos de refrigeración industrial.

Es importante resaltar que todo proceso debe no solamente conocerse, sino controlarse, de manera que se puedan predecir y alcanzar los resultados proyectados, lo que implica conocer las variables que influyen en este y de qué

manera lo impactan. Así, un proceso está bajo control si la variabilidad de sus resultados se mantiene dentro de unos límites, que se fijan en forma estadística, con base en las tendencias del proceso como tal, lo que, sin duda, depende de la gestión, término que se define a continuación.

#### **2.1.4. Gestión**

La gestión corresponde a la idea de cómo se realiza una actividad para lograr los objetivos a tiempo (Benavides, 2011). Para el referido autor, esto se obtiene a través de guías que orientan las respectivas acciones, además de prevenir, visualizar y emplear tanto los recursos como los esfuerzos, de conformidad con los fines, la secuencia de actividades que habrán de realizarse para lograr objetivos y el tiempo requerido para efectuar cada una de sus partes. Si se realiza de manera permanente, también se engrana con la mejora continua, que se define en la siguiente subsección.

#### **2.1.5. Mejora continua**

La mejora continua es un proceso propio de la Ingeniería Industrial. Este término implica que prácticamente todo proceso, o sistema, puede ser modificado, transformado, con el objeto de optimizar sus funciones de forma continua y, así, lograr el cumplimiento de objetivos además del aumento de la eficiencia, tal como lo afirma (López, 2007).

#### **2.1.6. Competitividad organizacional**

Este término se define como la capacidad de una empresa para producir y vender, tanto productos como servicios, que cumplan con la calidad de los

mercados, con un mismo precio o precios más bajos, lo que permite maximizar los rendimientos de los recursos consumidos para producirlos, tal como lo han señalado (Baca, y otros, 2014). Con respecto a los competidores que pudiera tener tal organización, los referidos autores plantean que, cuando la empresa realmente es competitiva, esta tendría un extraordinario rendimiento económico, además de crecer más rápido con el tiempo.

En este mismo orden de ideas, los citados autores sugieren que la competitividad empresarial está relacionada con la efectividad organizacional y su capacidad para cumplir en función de los requisitos fijados para el desarrollo del desempeño. También hace referencia con las políticas y factores, integrados en redes de innovación y emprendimiento, capaces de determinar el nivel de productividad del negocio, su potencial generador de valor, su potencial de creación de empleo y el retorno de la inversión de sus estrategias.

Por consiguiente, los citados autores plantean que se trata de una definición compleja porque, de hecho, existen diversas maneras de competir. Por ejemplo, precios de los productos, costos de producción, nivel de formación de los trabajadores, actualización de los sistemas informáticos, tecnología, capacidad de innovación o infraestructura, entre otros factores.

### **2.1.7. Ingeniería Comercial**

Este concepto resulta pertinente incorporarlo, por cuanto la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., surge como un emprendedurismo por parte de un técnico en refrigeración industrial y esta experiencia, guarda relación con los fundamentos de la ingeniería comercial, la cual, es una disciplina que une tanto a las ciencias económicas como a las administrativas, tal como lo indican (Baca, y otros, 2014).

En este orden de ideas, los referidos autores manifiestan que la ingeniería comercial aplica conceptos procedentes de matemática, estadística, métodos cuantitativos, investigación de operaciones, economía, administración, finanzas, mercadotecnia, ingeniería de procesos, ingeniería de proyectos y tecnologías de la información para la solución de los problemas sociales, económicos y organizacionales; por tanto, se convierte en una disciplina con un amplio campo de acción.

#### **2.1.8. Mercadotecnia Industrial**

La mercadotecnia industrial es la rama del marketing que se aplica en el sector B2B (*Business To Business*); es decir, que se utiliza en empresas que tienen por clientes a otras empresas (Baca, y otros, 2014). Como resultado de lo anteriormente descrito, la mercadotecnia industrial adopta un enfoque distinto al implementado en los negocios B2C (*Business To Consumers*), aunque ambos están centrados en internet.

De igual manera, la mercadotecnia industrial debe ser llevada a cabo por profesionales en este ramo, quienes se encargan de hacer una investigación extensa del producto o servicio requerido por la empresa, de manera que, a través de la búsqueda por Internet, se puedan encontrar especificaciones técnicas, certificaciones de calidad, tipo de soporte post venta, entre otros. Por otro lado, los vínculos entre las partes suelen ser más duraderos, en comparación con el sector B2C, por lo que se debe prestar especial atención en las buenas relaciones con los clientes, proyectando transacciones comerciales a largo plazo.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.**

En esta sección se han de determinar aquellas definiciones de términos necesarios para la gestión del proyecto, los cuales pueden ser de la empresa o de la carrera. De igual manera, se describen aspectos relevantes de la metodología DMAIC.

### **2.2.1. Estudio de tiempos**

Desde el punto de vista histórico, (Niebel & Freivalds, 2004) plantean que, a principios del siglo XX, Frederick Taylor realizó experimentos con enfoque científico; uno de estos, fueron los estudios de tiempos en un proceso, lo que le permitió establecer las normas del tiempo para el rendimiento de un determinado trabajo. Posteriormente, en 1881, comenzó este tipo de estudio sobre una forma de cortar metales.

En 1903, en la reunión de la ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), Taylor presentó su famoso artículo *Shop Management* en el cual expuso los conceptos de estudios de tiempos y estudio de movimientos, entre otros. Luego de esta presentación 113 plantas implantaron esta técnica.

Desde la perspectiva conceptual, (García, 2005), define el estudio de tiempos como un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un colaborador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Entre los objetivos de la medición del trabajo destacan (a) determinación del tiempo estándar e (b) incrementar la eficiencia del trabajo.

En cuanto a la medición del trabajo como factor de eficiencia, el referido autor considera la eficiencia como el grado de rendimiento en que se realiza

un trabajo con respecto a una norma preestablecida en un tiempo tipo o estándar. De allí que existen dos premisas fundamentales antes de la medición de los tiempos.

En primer lugar, las medidas deben tomarse con la más escrupulosa justicia o, dicho de otra manera, con las mayores garantías de que está perfectamente realizada, ya que la determinación del tiempo se emplea para calcular los salarios con incentivos, por lo cual, si las medidas no son tomadas con verdadero sentido de responsabilidad, se producen perjuicios graves para los colaboradores o para la empresa y la segunda es que las medidas (García, 2005).

Asimismo, las medidas deben tomarse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide. Si se trata de una operación que se repetirá multitud de veces, es evidente que todas las precauciones y tiempo que se dedique para asegurar una medición más exacta posible, con pocas piezas y elementos técnicos. puede resultar más caro que el valor de los posibles errores cometidos, de acuerdo con lo planteado por el citado autor.

Por otra parte, el equipo mínimo requerido para realizar un estudio de tiempos, de acuerdo con lo planteado por (Niebel & Freivalds, 2004) incluye un cronómetro, una tabla, las formas para el estudio y una calculadora de bolsillo. También puede ser útil un equipo de videograbación, debido a que la realización de un estudio de tiempos es tanto una ciencia como un arte.

Para asegurar el éxito, el referido autor señala que el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio.

Estos elementos incluyen, tal como ha hecho referencia (Niebel & Freivalds, 2004), la selección del operario con un desempeño promedio, bien

capacitado en la forma de hacer su trabajo, tener confianza al analista y estar dispuesto a seguir las sugerencias que se le hagan, así mismo el analista debe mostrar interés en el trabajo del empleado y en todo momento ser justo y directo con él.

Además, otro elemento es el registro de información significativa, así como un bosquejo de la distribución, que debe contener máquinas, herramientas manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha de estudio y nombre del observador, porque mientras más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos.

De igual manera, (Niegel & Freivalds, 2004), plantean que el observador debe de estar de pie, no sentado, unos cuantos pies detrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

Aunado a esto, se sugiere dividir la operación en elementos, de manera que se facilite la medición.

### **2.2.2. Estudio de movimientos**

Desde la perspectiva histórica, (Gutarra Meza, 2015), hace referencia a que Frank Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se define como el estudio de movimientos del cuerpo humano, con la búsqueda de mejoras en las operaciones, eliminando así los movimientos innecesarios y estableciendo la secuencia de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.

Es de hacer notar, de acuerdo con lo planteado por el referido autor, que Gilbreth puso en práctica sus teorías sobre los movimientos en una empresa ladrillera para la que trabajaba; en ese tiempo se consideraba normal que un colaborador tendiera 120 ladrillos por hora. Gracias a sus estudios, se llegó a tener una tasa de producción promedio de 350 ladrillos por hora por colaborador.

Asimismo, con este estudio, se redujo de 18 movimientos a únicamente 5. Gilbreth se casó con la psicóloga Lillian Moller. Con la ayuda de su esposa, Gilbreth hizo que la industria reconociera la importancia de un estudio de movimientos de las personas en relación con sus capacidades para reducir la fatiga, aumentar la producción e instruir a los operarios sobre un método mejor para llevar a cabo un determinado trabajo.












Asimismo, para analizar los movimientos con más detalles, Gilbreth empleó cámaras cinematográficas industriales que se conocen en la industria con el nombre de micromovimientos. También desarrolló las técnicas de ciclográfico y cronociclográfico, para estudiar las trayectorias de los movimientos efectuados por un operario.

En este orden de ideas, (Niebel & Freivalds, 2004), define el método ciclográfico en la fijación de una lámpara pequeña al dedo, a la mano o la parte del cuerpo en estudio y luego registrar fotográficamente los movimientos mientras el operario realiza un determinado trabajo; lo que da como resultado un registro permanente de la trayectoria de los movimientos, para analizar y lograr una posible mejora.

De este mismo modo, el método cronociclográfico es semejante al ciclográfico, pero en el primero se le agregan chispas a la trayectoria de luz a intervalos fijos, pudiendo agregar una dimensión de tiempos a la fotografía del camino del movimiento. En consecuencia, con el método cronociclográfico es posible calcular la aceleración, velocidad y desaceleración, así como los movimientos del cuerpo.

Por otra parte, (Niebel & Freivalds, 2004) indican que el estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. El propósito de su estudio es eliminar o reducir los movimientos no efectivos, y facilitar y acelerar los movimientos efectivos. Por medio del estudio de movimientos, en conjunto con los principios de economía de movimientos, se rediseña el trabajo para lograr mayor efectividad y una tasa de producción más alta.

Como parte del análisis de movimientos, los Gilbreth concluyeron que todo trabajo, productivo o no, se realiza usando una combinación de 17 movimientos básicos que llamaron *therbligs* (Gilbreth escrito al revés). Los *therbligs* pueden ser efectivos o inefectivos. Los *therbligs* efectivos son un avance en el progreso del trabajo. Muchas veces se pueden acortar, pero lo común es que no se puedan eliminar por completo. Además, los *therbligs* inefectivos no avanzan el progreso del trabajo y deben eliminarse mediante la aplicación de los principios de economía de movimientos (Figura 5).

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

**Figura 5.** Ejemplos de therbligs eficientes e ineficientes.

**Fuente:** (Ibáñez, 1996), p. 84.

En relación con la importancia y uso de los estudios de movimientos, (Meyers, 2000), plantea que estos estudios pueden ahorrar costos, se hacen antes que los de tiempos porque el estudio de movimientos es de diseño y es preciso diseñar un trabajo para poder realizar un estudio de tiempos. Asimismo, los estudios de movimientos ofrecen gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana. Se puede ahorrar el costo total de un elemento del trabajo eliminándolo. Se reducen en una buena medida combinando elementos de una tarea con elementos de otra. Es bueno reorganizar los elementos de una tarea para facilitarla.

También se puede simplificar la tarea poniendo componentes y herramientas cerca de su punto de uso, colocando de antemano componentes y herramientas, prestando ayuda mecánica o reduciendo los elementos del trabajo de modo que consuman menos tiempo, incluso se puede pedir que se vuelva a diseñar un componente para facilitar su producción. El estudio de tiempos y movimientos mejora las condiciones de trabajo y el entorno, así como motiva a los colaboradores (Meyers, 2000).

Ahora bien, en relación con el estudio de macromovimientos, el referido autor señala que este corresponde con aspectos generales y las operaciones de una planta o una línea de productos, como operaciones, inspecciones, transporte, detenciones o demoras y almacenamiento, así como sus relaciones. Primero se realizan estudios de macromovimientos antes de micromovimientos, esto debido a que ciertos trabajos pueden eliminarse con el estudio de macromovimientos, lo que representaría un gasto si primero se hace el estudio de micromovimientos.

Entre las principales técnicas que contempla el estudio de macromovimientos, (Meyers, 2000) menciona (a) diagrama de flujo, que muestra el camino recorrido por un componente de la recepción, a los almacenes, la fabricación, el subensamble, el ensamble final, el empaque

final, el almacén y el embarque; (b) diagrama de operaciones, el cual tiene un círculo por cada operación requerida, tiene incluidos todos los pasos de la producción, todas las tareas y todos los componentes. Este nos muestra la introducción de las materias primas en la parte superior del diagrama sobre una línea horizontal.

De igual manera, el referido autor plantea (c) diagramas de proceso que muestra todo el manejo, inspección, operaciones, almacenaje y retrasos que ocurren con cada componente conforme se mueve por la planta del departamento de recepción al de embarques, se emplean símbolos para describir los pasos del proceso, círculo representa operación, flecha representa transporte, cuadrado representa inspección, una d representa retraso, un triángulo invertido representa almacenamiento.

Además, para el referido autor, el diagrama de proceso se realiza en un formulario estándar, aunque también menciona el diagrama de proceso de flujo que combina el diagrama de operaciones y el de proceso, se inicia elaborando un diagrama de operaciones, se completa diagrama de procesos de cada componente y se combinan.

Es de hacer notar que los estudios de tiempos y movimientos recibieron un gran impulso de Franklin D. Roosevelt y del Ministerio de Trabajo, quienes recomendaron utilizar estándares de tiempo durante la Segunda Guerra Mundial (1945).

Asimismo, el estudio de tiempos y movimientos se ha venido perfeccionando desde 1920 y actualmente se considera como un instrumento o medio necesario para el funcionamiento eficaz de las empresas o la industria. Los profesionales de la actualidad ven necesario considerar o tomar en cuenta al elemento humano en su trabajo.

### 2.2.3. Logística

Otro concepto de la carrera Ingeniería Industrial que tiene relación con el proyecto corresponde a la logística. Diversos autores la han definido, pero se ha seleccionado el concepto de (Castellanos, 2015) que la contextualiza en el ámbito internacional, al adoptar la definición del *Council of Logistics Management Professionals* (CLMP), en la que la logística "...es el proceso de planear, implementar y controlar efectiva y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de cumplir los requisitos del cliente". (p. 3).

Así, la logística está constituida por la gestión de materiales, el sistema de flujo de estos y su distribución física. Por esto, forma parte de la cadena de suministros; su objetivo es lograr la satisfacción del cliente. Además, la logística se ha convertido en uno de los factores más significativos de la competitividad, porque influye de manera directa en el éxito o fracaso de la comercialización de un determinado producto.

En el desarrollo de estas logísticas en una empresa, se diseñan y ejecutan pasos o procedimientos, cadena de suministros, que posibiliten la satisfacción de las expectativas del cliente. Por tanto, entre las funciones de la logística destacan la administración de flujos físicos, considerando los recursos humanos, bienes necesarios y los servicios. Lo anterior debe llevarse a cabo con las mejores condiciones de servicio, costo y calidad, movilizand o el recurso humano necesario y los recursos financieros adecuados, para optimizar la fase de mercadeo y transporte al menor costo posible.

De conformidad con lo planteado por los citados autores, la meta de la logística es tener un proceso integrado con los clientes, proveedores y responsables de operaciones internas, para poder soportar las necesidades operativas de las adquisiciones, fabricación y el abastecimiento del cliente. Por

consiguiente, en un sistema logístico, que comprende estrategias para la administración de pedidos, transportes, materiales, inventario y almacenamiento, (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) señalan que no hay otra área de las operaciones empresariales con más complejidad geográfica que la logística, ya que esta se concentra en obtener productos y servicios donde se requieren en el momento que se necesitan.

En consecuencia, la principal responsabilidad del sistema logístico es el diseño y administración de los sistemas para controlar el movimiento y el posicionamiento de la materia prima, el trabajo en proceso y el inventario terminado al costo total más bajo. Por esto, la logística tiene las siguientes funciones:

- A. Procesamiento de pedidos: para esto, es de gran importancia que haya una información precisa de los requerimientos del cliente, de manera que se garantice una buena forma de la entrega, la facturación y la cobranza.
- B. Inventario: la meta básica es alcanzar una rotación máxima del inventario y, al mismo tiempo, que se alcancen los niveles de servicio al cliente fijado. En este orden de ideas, las empresas deben diseñar estrategias logísticas que mantengan la inversión financiera más baja posible en el inventario.
- C. Transporte: que hace posible el desplazamiento geográfico del inventario. Es de suma importancia y representa un evidente costo, por lo que ha recibido mucha importancia por parte de la administración.
- D. Almacenamiento, manejo de materiales y empaquetado: el manejo de productos al recibirse, moverse, guardarse, clasificarse y ensamblarse forma una parte significativa para cumplir los requerimientos del pedido del cliente. Cuando este manejo no se realiza de una buena manera puede provocar daños sustanciales en el producto, que se ven reflejados económicamente a la empresa.

E. La red de distribución: se refiere a las plantas utilizadas para realizar las operaciones logísticas que afectan directamente la capacidad de servicio al cliente y el costo. Debido a que la estructura de la planta de una empresa sirve para enviar los productos y los materiales a los clientes, el diseño de la de planta es una de las principales responsabilidades de la administración logística y se debe modificar constantemente la red de la planta para atender los cambios constantes en los clientes, los proveedores y los requerimientos de fabricación.

A partir de lo descrito en los párrafos anteriores, un buen diseño del sistema logístico afecta positivamente al cliente. Así, las disposiciones logísticas tienen dos características en común (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007). En primer lugar, dichas disposiciones manifiestan estar diseñadas para administrar los inventarios y segundo, que la diversidad de alternativas logísticas está limitada por la tecnología disponible. En esta perspectiva, las estructuras más utilizadas son:

- A. Escalonada: el flujo de los productos o materiales avanza por disposición de la empresa o fábrica hasta llegar al destino final. Los sistemas escalonados utilizan los almacenes para posicionar el inventario, de forma que pueda hacerse uso de ellos fácilmente, para cumplir con las necesidades del cliente y obtener las economías de consolidación asociadas con los embarques de transporte.
- B. Directa: son los sistemas logísticos diseñados para embarcar los productos directamente al destino del cliente desde un inventario, utilizando los servicios optimizados de un transporte combinados con tecnología de la información, para obtener rapidez y eficiencia con los pedidos de los clientes y obtener un desempeño elevado en la entrega.
- C. Combinada: la disposición logística ideal es una situación en donde se combinan los beneficios inherentes de las estructuras escalonada y directa.

Lo anterior, requiere de distintos tipos de registro logístico, en función de la utilidad del producto o servicio; si se mueven, utilizan o consumen. Al respecto, (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) indican que los registros logísticos se pueden clasificar como (a) registros de existencias, que contienen información relativa a los productos almacenados; (b) los registros de movimientos, que disponen los traslados de los productos y; (c) registros de consumo, referidos al uso o utilidad de los productos consumidos.

En el ámbito internacional, la logística comercial ha sido definida por (Castellanos, 2015) como "...el estudio que determina y gestiona los flujos de materiales, la producción y distribución, con los flujos de información, para adecuar la oferta de la empresa a la demanda del mercado en condiciones de óptima calidad". (p. 15).

#### **2.2.4. Lean Six Sigma**

Esta es una metodología que, en la actualidad tiene un impacto relevante en la mejora de procesos para hacer frente a los problemas que enfrentan las empresas y organizaciones, tanto multinacionales como pequeñas y medianas empresas (Felizzola & Amaya, 2014.), actualmente tiene un impacto Por consiguiente, según los citados autores, la aplicación de esta metodología tiene como objetivo primordial la optimización de sus recursos, agregar valor, además de reducir los tiempos y costos de las actividades propias de cada organización para incrementar la satisfacción del cliente.

Aunado a lo anterior, Lean Six Sigma, o LSS, ha empleado diversas metodologías en aras de alcanzar los objetivos que se plantean. Así, para (Presa, 2015), si se pretende afianzar la entrada de un producto o servicio, se pueden utilizar las herramientas del CQDFSS (*Commercial, Quality, Design, Fox, Six*). No obstante, si el objetivo es desarrollar nuevos procesos o

productos, se utiliza el IDOV (*Identify, Design, Optimize, Validate*) en el caso de que no exista forma alguna de evaluarse.

Además, el citado autor plantea que se pueden utilizar las herramientas DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) para rediseñar procesos que, a pesar de haber sido sometidos a un proceso de mejora, no estén cumpliendo con los respectivos objetivos de progreso.

Sin embargo, la metodología más utilizada del LSS es DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), que tiene como objetivo la mejora de los procesos que ya existen. Para aplicar de manera correcta DMAIC, el enfoque organizacional debe estar centrado en los requerimientos y necesidades de los clientes; además, se deben identificar las causas de los problemas que atentan contra la calidad del producto o servicio; así como medir las variables críticas del proceso, emplear herramientas estadísticas apropiadas que planteen soluciones óptimas y tener presente el seguimiento permanente en la etapa de control.

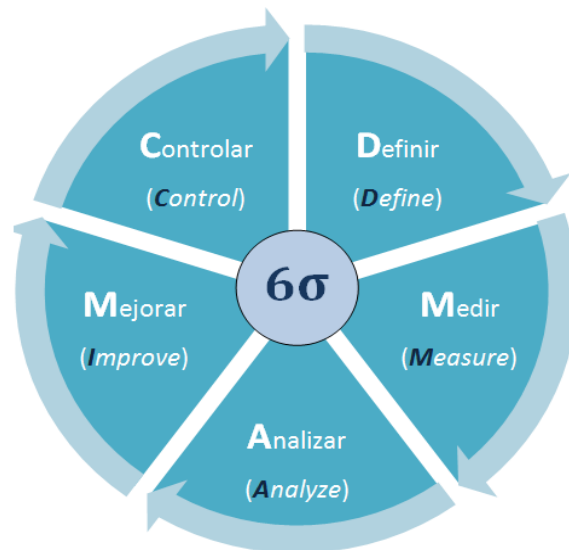
### **2.2.5. Metodología DMAIC**

Es una de las metodologías más utilizadas por LSS. En la actualidad, las empresas la emplean para desarrollar proyectos con el fin de impulsar mejoras dentro de sus procesos. En este orden de ideas, (Membrado, 2014) afirma acerca de DMAIC que esta "...es una metodología utilizada para abordar problemas más complejos cuya solución no se vislumbra, y orientada a conseguir unos elevados beneficios económicos en un corto periodo de tiempo" (p.9).

En esta perspectiva, la referida metodología, que proviene de LSS, tiene su fundamentación en el ciclo de calidad propuesto por Deming. De allí surgen las etapas del método DMAIC (a) definición del proyecto; (b) medición de la información; (c) análisis de la información; (d) mejoramiento (*improvement*, en

inglés), que consiste en la propuesta de soluciones a los problemas planteados; (e) control. Estas fases están establecidas en orden cronológico, de manera que su aplicación corresponde con lineamientos temporales (Presa, 2015).

En consecuencia, la Figura 6 presenta cada una de las etapas correspondientes con la metodología DMAIC. Así, es importante resaltar que la aplicación de las herramientas óptimas de ingeniería en cada una de estas etapas, garantiza el éxito en cada una de estas y, a la vez, el alcance esperado al realizar el proyecto como tal.



**Figura 6.** Etapas o fases en la metodología DMAIC.

**Fuente:** (Arrizabalaga, 2020)

En los párrafos que siguen se definen cada una de las etapas de la metodología DMAIC así como algunas de las principales herramientas que se utilizan en cada una de ellas, proyectando aquellas que pudieran seleccionarse para alcanzar los objetivos de la presente investigación.

### 2.2.5.1. Definición

En relación con la etapa de definición de esta metodología, se pueden emplear diversas herramientas entre las que destacan el *Team Charter*, carta de equipo o ficha de proceso, el Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Clients), la herramienta denominada CTQ's (*Critical to Quality*), y la Recolección de VOC (voz del cliente), el Diagrama de Flujo, entre otras. No obstante, se selecciona la herramienta que más se adapte al proceso, de acuerdo con el aspecto de este que se desee mejorar.

En relación con el Diagrama SIPOC, cuyo ejemplo se presenta en la Figura 7, (Tovar, 2007), lo define como “una herramienta que consiste en un diagrama, que permite visualizar el proceso de manera sencilla y general” (p. 42). Este diagrama es de utilidad cuando lo que se requiere es la identificación actual del proceso que se desea mejorar.

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

**Figura 7.** Ejemplo de Diagrama SIPOC.





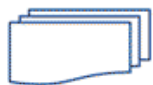


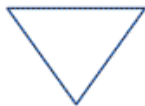


**Fuente:** (Jiménez, 2012)

Con respecto a esta herramienta, el referido autor señala que las siglas SIPOC, representan respectivamente *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, *Cliente*. Así, (a) *Supplier*, que se refiere a los proveedores de los insumos; (b) *Input*, o entradas de los insumos necesarios para el proceso; (c) *Process*, el cual implica todas las operaciones en el proceso; (d) *Out*, o salidas que son el producto de todas las operaciones del proceso y; (e) *Client*, o clientes, empresas o personas que se ven afectadas por el resultado del proceso, tal como puede apreciarse en la Figura 7.

En cuanto a su uso, el referido autor indica que, el diagrama SIPOC representa una herramienta útil para el mapeo de procesos porque permite visualizar el flujo de actividades que comprenden un determinado proceso. Puede resultar tanto simple, como complejo, dependiendo de la naturaleza del mismo.

Por otra parte, la herramienta Diagrama de Flujo, que se muestra en la Figura 8, (Felizzola & Amaya, 2014.) lo definen como una representación gráfica de un proceso. En este caso, el proceso se representa por etapas y, cada una de estas, se simboliza mediante una forma o figura, de acuerdo con la operación realizada que le corresponda. Es de hacer notar que los símbolos gráficos, en este diagrama, están unidos, entre sí, con flechas, las cuales indican la dirección del flujo del proceso.

En esta perspectiva, los citados autores plantean que esta herramienta también ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso. Además, muestra la relación secuencial entre dichas actividades, facilita la comprensión de cada una de estas, así como de la relación que tiene con las demás; se puede observar el flujo de la información, al igual que el de los materiales, las ramas del proceso, bucles repetitivos (lo que es esencial para las acciones de rediseño y mejora), las operaciones interdepartamentales y el número de pasos que constituye el proceso.

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

**Figura 8.** Diagrama de Flujo-Simbología.

**Fuente:** (Alteco Consultores, Desarrollo y Gestión., s.f.)

Como puede observarse en la Figura 8, la simbología a utilizar, en un diagrama de flujo, implica terminal (inicio o fin del flujo de proceso), decisión, multidocumento, conector de un proceso, base de datos, actividad propiamente dicha, documento, inspección o firma, según corresponda, archivo y línea de flujo.

En definitiva, la etapa de definición resulta esencial cuando se requiere la mejora exitosa de un proceso, con el retorno esperado, centrado en la satisfacción de las necesidades de los clientes. Sin embargo, en este punto, el resultado es intangible y aún no se vislumbran las soluciones de mejora, pero no se puede dejar de tomar en cuenta la comprensión de los requerimientos de los clientes.

Una vez que culmina la etapa de definición de la metodología DMAIC, se procede con la medición, la cual se describe en la siguiente subsección.

### 2.2.5.2. Medición

Es la segunda etapa de la metodología DMAIC. En esta, (Presa, 2015) plantea que un "...aspecto fundamental dentro de la metodología LSS es el uso de datos para el análisis de los procesos, la toma de decisiones y el diseño de mejoras" (p. 5).

Por consiguiente, esta fase es crítica a lo largo de la vida del proyecto, porque en la medida en que se comienzan a recopilar datos, estos deben centrarse tanto en el proceso como en los clientes, lo que se traduce en mejorar la calidad, de acuerdo con el aspecto a optimizar.

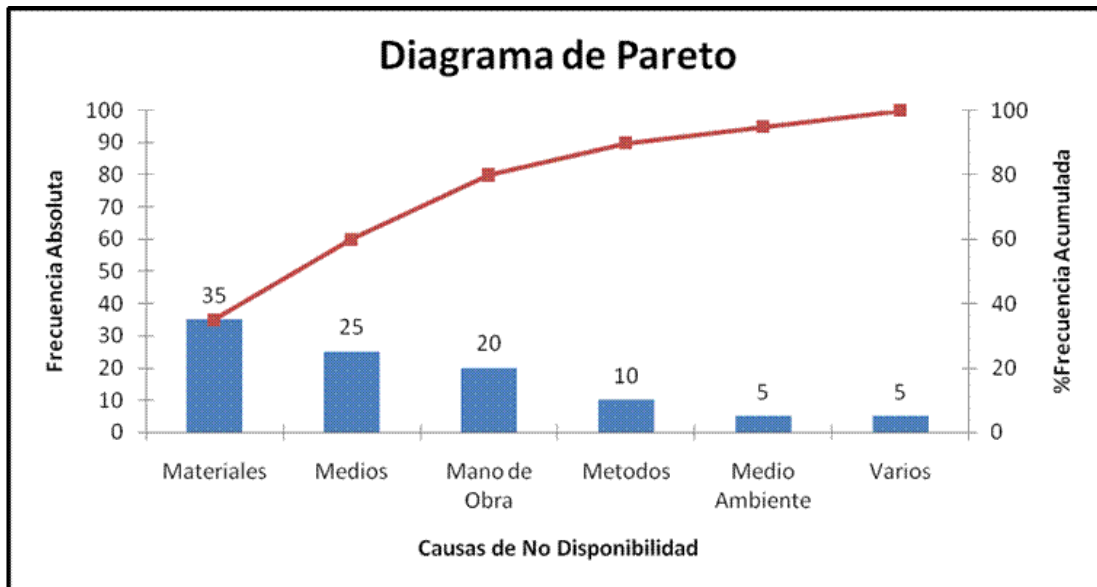
De esta manera, lo primero que debe hacerse en la etapa de medición es establecer la línea de base del proceso antes de llevar a cabo cualquier cambio, la cual ha de convertirse en el estándar con el que el equipo mide su mejora. A tal efecto, los datos recopilados durante la fase de medición se comparan con aquellos datos obtenidos en la fase de mejora para confirmar la mejora.

Luego de determinar la línea de base del proceso, es importante considerar un plan de recopilación de datos que permita identificar dónde, cuánto recopilar, quién y cómo se ha de obtener esta información. Asimismo, se debe tener en cuenta la precisión y confiabilidad de dichos datos, porque influirán en la toma de decisiones.

Otras herramientas que pueden emplearse en esta etapa corresponden con el Diagrama de Pareto, que se presenta en la Figura 9 y Capacidad del Proceso, las cuales contribuyen con la validación de la información de la etapa anterior (Pulido, 2010).

En relación con el Diagrama de Pareto, el referido autor plantea que el mismo fue creado por Vilfredo Pareto y permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o de Pareto, el cual plantea que el 20% de las causas genera

el 80% de las consecuencias. De allí que sea de gran utilidad cuando se aplica en el análisis y la mejora de los procesos.



**Figura 9.** Ejemplo de Diagrama de Pareto.

**Fuente:** (Suárez, 2017)

A partir de lo observado en la Figura 9 y, de acuerdo con la definición de (Pulido, 2010), el diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica, de izquierda a derecha, en orden descendente, las causas o factores detectados en relación con una situación que se desea resolver.

En atención a lo descrito anteriormente, el referido autor señala que el Diagrama de Pareto se puede utilizar para implementar la mejora continua en los procesos, estudiar modificaciones en dichos procesos, analizar y priorizar problemas, entre otras funciones.

Por lo tanto, este diagrama, si bien permite medir o cuantificar los factores que influyen en un determinado proceso, también se utiliza para la etapa de análisis de DMAIC, que se describe a continuación.

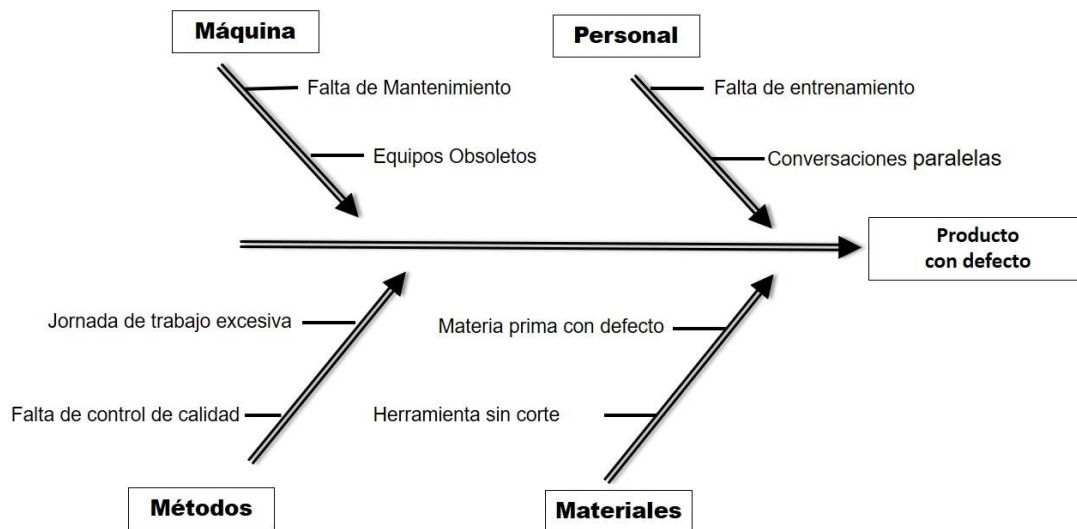
### 2.2.5.3. Análisis.

En relación con esta fase, (Pulido, 2010) plantea que lo más conveniente, en primer lugar, es llevar a cabo una lluvia de ideas sobre las posibles causas de raíz. Luego, se puede proceder a plantear hipótesis sobre las causas que producen la existencia de las situaciones problemáticas y que estas se prueben.

Por consiguiente, lo primero que debe hacerse, según el citado autor, es examinar de cerca el proceso, para lo cual se pueden elaborar mapas y una lista de puntos críticos. También se puede realizar un análisis de tiempo, centrado en el tiempo real en el que se realiza el trabajo en el proceso, en comparación con el tiempo de espera; un análisis de valor agregado; un mapa de flujos de valor.

Es importante señalar que la información derivada del análisis realizado se refleje mediante el uso de gráficos y tablas, de manera que se pueda mejorar la comunicación de los resultados (Pulido, 2010). En consecuencia, se pueden determinar las causas que están causando el problema se pueden determinar, con mayor claridad. En este sentido, la herramienta más utilizada en esta fase es el diagrama de causa y efecto o Ishikawa (Figura 10), el cuadro de los cinco por qué (*5 Why?*), que se presenta en la Figura 11.

Como se puede observar en la Figura 10, el Diagrama de Ishikawa, en este caso, ejemplifica el proceso de mantenimiento, el cual puede considerarse como una sugerencia para el desarrollo del presente proyecto. En este orden de ideas, al igual que en este tipo de organizador gráfico, lo que se pretende es identificar las debilidades y puntos a fortalecer, así como ayudar a visualizar las causas de un problema, con el objeto de tomar acción y prevenir futuros escenarios negativos o inconvenientes durante la implementación de la mejora. (Pulido, 2010).



**Figura 10.** Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa).

**Fuente:** (Diagrama de Ishikawa Online, s.f.)

Otro aspecto a considerar cuando se elabora este tipo de diagrama, de acuerdo con lo planteado por el citado autor, son los aspectos que se deben considerar para realizar el esquema, entre los que se identifican las causas en el personal, maquinaria, métodos, materiales, ambiente y medidas. Una vez identificadas las causas en estos aspectos, se deben colocar los efectos que genera cada una de estas, de manera que se logre tomar una decisión que permita mejorar el proceso en cuestión.

En relación con la técnica de los cinco por qué (*5 why*), el citado autor señala que esta tuvo su origen en la empresa Toyota, en una oportunidad en la que trabajaban en el mejoramiento de sus procesos productivos. En este sentido, a partir de esta técnica se detectaron problemas con la intención de resolverlos de manera rápida, debido a que se identifica una causa y se pregunta el porqué de esta y así se consiguen 5 razones más que permiten comprender el problema de origen, para atacarlo directamente.



**Figura 11.** Técnica de los 5 ¿por qué?

**Fuente:** (Miyagawa, 2017)

Algunos de los aportes que arroja la bibliografía consultada con respecto a esta técnica es que permite identificar, de manera rápida, la causa raíz de un problema determinado. Luego, al encontrar la solución de esta causa raíz, se evidencia su influencia o impacto positivo en la resolución de otros problemas derivados de dicha causa, lo que también contribuye en la ganancia de tiempo y ahorro de energía innecesaria.

En general, con respecto a esta etapa de análisis de la metodología DMAIC, resulta pertinente acotar, además de necesario, la necesidad ineludible de completar el referido proceso de análisis antes de comenzar a implementar las soluciones, de manera que la mejora se produzca conforme con lo planificado para resolver la situación problemática.

#### 2.2.5.4. Mejora.

Con respecto a la fase de mejora, esta se lleva a cabo una vez que se han identificado las causas del problema. En consecuencia, en esta etapa inicia el desarrollo de las ideas que se relacionan con las soluciones. También pueden llevarse a cabo pruebas piloto de los cambios que permitirán implementar las soluciones y se recopilan datos, de nuevo, para confirmar la mejora del proceso. (Pulido, 2010).

Por tanto, en esta etapa, de acuerdo con el referido autor, se pueden utilizar diversas herramientas. Entre estas se indican la lluvia de ideas, el *benchmarking*, o bien listas, planes de seguimiento, informes de resultados, presentaciones, entre otras.

En relación con la lluvia de ideas, esta es una técnica que se emplea para generar opiniones generales en un ambiente de participación con el propósito de fomentar posibles soluciones ante el planteamiento de una situación problema, más allá de lo que un individuo pudiera analizar o razonar ante esto, porque su desarrollo involucra a un mayor número de personas. (Pulido, 2010).

Otra de las herramientas utilizada en los últimos tiempos, consiste en el *benchmarking* (Figura 12), cuando lo que se requiere es el incremento en la calidad en el servicio. Este concepto varía porque depende de las percepciones, conocimientos e inquietudes de cada autor, aunque el punto en común corresponde con la experiencia de la empresa Xerox (De Cárdenas, 2006).



**Figura 12.** ¿Cómo hacer benchmarking?

**Fuente:** (Controlinventarios.wordpress.com, 2017)

No obstante, el citado autor destaca que el *Benchmarking* se puede considerar como un proceso de evaluación de procesos, productos y servicios entre empresas, ya que consiste en que una de estas analice cómo la otra lleva a cabo una función específica y se iguala o mejora, cuando lo que se pretende es corregir errores, o bien identificar oportunidades, solucionar problemas y tomar decisiones según los patrones de los líderes, lo que también permite ampliar las expectativas y la confianza de los clientes.

En general, con respecto a la etapa de mejora, resulta de suma importancia su documentación. Por esto se debe actualizar la misma mediante mapas de proceso, nuevas listas de verificación de procedimientos, entre otras herramientas y, luego, inicia la etapa de control, que se describe en la siguiente subsección.

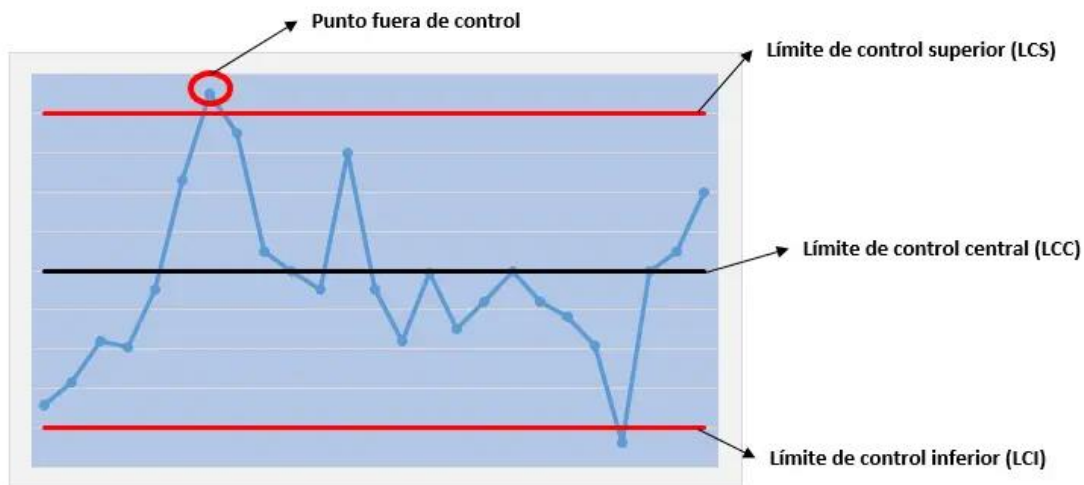
#### 2.2.5.5. Control.

Esta etapa de la metodología DMAIC, se aplica cuando se han obtenido las acciones necesarias para alcanzar las mejoras del proceso.

Es decir, para llegar a esta fase se deben haber desarrollado las cuatro etapas anteriores. (Pulido, 2010).

De acuerdo con el referido autor, el objetivo de esta fase es alcanzar la estabilidad y capacidad de los procesos, lo que significa que el comportamiento de las variables claves se mantenga constante en el tiempo y, por consiguiente, este sea predecible. Lo anterior requiere disciplina, estandarización, documentación y monitoreo o medición permanente, además del apoyo en la Estadística.

Por consiguiente, resulta pertinente crear un Plan de Monitoreo, de manera que exista continuidad en la medición del éxito en el proceso actualizado. Además, se requiere llevar a cabo un Plan de Respuesta para el mantenimiento continuo del referido proceso, si llegara a presentarse algún inconveniente en el rendimiento. Es importante tomar en cuenta el uso de herramientas estadísticas tales como gráficas de control (Figura 13), para analizar las características de calidad a través del tiempo, a partir del uso de muestras.



**Figura 13.** Ejemplo de gráfico de control.

**Fuente:** (Betancourt, 2016)

En atención a lo observado en la Figura 13, el gráfico de control es un diagrama en el que se muestran los valores medidos para una característica de calidad, los cuales se ubican en una serie cronológica, tal como lo plantea (Pulido, 2010).

De acuerdo con lo señalado por el referido autor, en este gráfico se establece una línea central o valor nominal (objetivo del proceso o promedio histórico), además de los límites de control, tanto superior como inferior, cuya función es determinar el momento pertinente para analizar alguna eventualidad que conduzca a un nuevo ciclo DMAIC para la mejora continua del proceso.

Así, la aplicación de los principios de LSS, fomenta la mejora continua del proceso. Estos principios denominados valor, o qué pasos se requieren para satisfacer las necesidades del cliente; flujo, para eliminar residuos en el sistema; extracción (*pull*), para que el proceso responda a la demanda del cliente y; perfección, deben seguir siendo un enfoque constante para cada organización.

En consecuencia, esta metodología es empleada para mejorar los procesos ya existentes, cuando los resultados no cumplen con las expectativas de los clientes. Así, mediante LSS, las organizaciones han comenzado a desarrollar técnicas más eficientes con el propósito de optimizar sus procesos, en función de incrementar tanto la competitividad como la productividad, en la calidad del servicio.

Una vez descritos los principales aspectos del marco conceptual referente a la gestión del proyecto, se presentan aquellos fundamentos teóricos que hacen referencia al impacto del mismo, en la siguiente subsección de este documento.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

En el sistema de gestión de proyectos, basado en resultados, (Rodríguez & Cobas, 2015), esto no es lo primordial en sí; también su impacto. En otras palabras, es necesario evaluar si el proyecto produjo los efectos deseados en las empresas, colaboradores, clientes y demás instituciones en las que puede ejercer su influencia y si, tales efectos, se pueden atribuir a la intervención por sí misma, bien sea de manera directa o indirecta.

Desde esta perspectiva de la valoración del impacto del proyecto, en esta sección se pretende describir cuáles pueden ser los posibles resultados esperados luego de la aplicación de las etapas o fases de la metodología DMAIC, para reducir el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., durante el segundo trimestre del año 2021.

#### **2.3.1. Mejora de la calidad en los servicios operativos.**

Para poder describir el posible impacto del proyecto en la calidad de los servicios operativos, es importante señalar que la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se dedica al mantenimiento y reparación de diversos equipos de refrigeración industrial, así como camiones que contengan este tipo de aparatos y aires acondicionados, aunque esta línea funcione de manera independiente al servicio principal de la organización.

De igual manera, ofrece mantenimiento de equipos de aire acondicionado, que funciona de manera independiente de la línea de reparación de los equipos de refrigeración industrial, lo que no será tomado en cuenta en la propuesta de mejora que se plantea en este proyecto, ya que

representa otro proceso y no depende de la principal razón comercial de la organización.

En este sentido, en relación con el mantenimiento y reparación de los equipos de refrigeración industrial, la empresa se dedica a realizar este servicio en piezas y materiales de diferentes tamaños. Por lo tanto, la propuesta de mejora impactará en todos los tamaños de los equipos y partes de refrigeración industrial que atienda la empresa para prestar el servicio a los clientes.

En relación con las piezas, partes o equipos pequeños, estos están constituidos por materiales que se encuentran casi siempre disponibles en el almacén para su uso inmediato. En consecuencia, el proyecto podría beneficiar este servicio, más aún si se lleva un control del inventario para no dejar componentes con baja circulación que pudieran perjudicar los costos por concepto de almacenamiento improductivo.

Con respecto a aquellos de mayor tamaño, que ameritan la solicitud de cotizaciones en otras empresas del mercado nacional, para hacer efectiva su compra y así prestar el servicio técnico de reparación, mantenimiento o ambos, de acuerdo con la solicitud del cliente, el proyecto pretende impactar tanto en la reducción de los tiempos de espera como en los costos incurridos por el tiempo ocioso entre la cotización del servicio y la realización efectiva del mismo.

En el aspecto descrito en el párrafo anterior, es de hacer notar que cuando se realizan adquisiciones de partes ante terceros que son los que los ofrecen al mercado, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., debe esperar por la respectiva cotización y realizar la búsqueda directa del referido material, lo que, en la mayoría de los escenarios, aumenta el tiempo de respuesta al cliente y los costos operativos por el tiempo extra que se invierte al desplazarse para la obtención del bien comprado.

Aunado a lo anterior, con la implementación de esta propuesta, se espera obtener información que directa o indirectamente pueda beneficiar tanto a la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., como a su clientela, ya que, en la fase de diagnóstico, también se valorará la ubicación actual de la compañía en atención con las de los clientes y así determinar las acciones de mejora que incidan positivamente en la reducción de los tiempos de respuesta para la prestación del servicio.

Por otra parte, la definición de las tareas realizadas por cada uno de los miembros de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., también puede contribuir con el impacto positivo del presente proyecto, porque sería otra posible causa que en la actualidad influye negativamente en el tiempo de respuesta a los clientes; claro está, esto se determinará de manera efectiva una vez concluida la etapa de definición, al implementar la metodología DMAIC.

Así, con la puesta en marcha de las distintas etapas de la metodología DMAIC, se espera mejorar la calidad del servicio al cliente tanto para la reparación de las partes pequeñas como aquellas de mayor tamaño. Esta calidad del servicio se traduciría en la reducción de los tiempos de respuesta al cliente, con el propósito de mantener o incrementar la satisfacción de este.

En este orden de ideas, con respecto al término calidad (Membrado, 2014) la define como "...una forma de gestión empresarial que trata de hacer a las organizaciones más eficaces y eficientes mejorando la satisfacción de todas las partes interesadas y optimizando la gestión de sus recursos y procesos internos" (p.3).

En general, el impacto del presente proyecto, o bien uno de los principales logros que se desea alcanzar con la puesta en práctica del mismo, es la mejora de la calidad en los servicios de reparación de los equipos de refrigeración industrial llevados a cabo por la empresa Multiservicios M&A

Soluciones Técnicas, SRL., para continuar satisfaciendo las necesidades de los clientes.

### **2.3.2. Análisis del Costo-Beneficio**

El análisis costo-beneficio y, en específico, la relación ingresos y egresos de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., para el caso de la presente propuesta, fundamentada en la metodología DMAIC, se ha de considerar como el impacto económico del proyecto, a la luz de la consulta realizada a los autores (Rodríguez & Cobas, 2015).

En atención a tales planteamientos y, desde la perspectiva operativa, los referidos autores señalan que el análisis del impacto económico se ha de entender como la manera de conocer las consecuencias que genera una determinada acción en este aspecto, cuando se concentra en el todo o en alguna de sus partes. En este caso, se ha de considerar en la relación de ingresos y egresos de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Por otra parte, (García, 2005), define el análisis costo – beneficio como una técnica cuyo objetivo principal es proporcionar una medida de rentabilidad del proyecto, mediante la comparación de los costos previos con los beneficios esperados en la realización de este.

En esta perspectiva, el citado autor afirma que el propósito de este tipo de análisis debe servir para ayudar en la toma de decisiones, puesto que proporciona información importante vinculada con la eficiencia distributiva de la opción de inversión, de manera que se define la factibilidad de alternativas planteadas para la solución de un determinado problema.

De la misma manera, (Rodríguez & Cobas, 2015) indican que el impacto económico del proyecto puede incluir el consumo de los insumos o recursos

que se requieren para cumplir con este y sus productos, tanto los deseados como los que no se desean, del mismo.

Ahora bien, aun cuando el proyecto se referirá de manera específica al análisis de la relación de ingresos y egresos, resulta importante comprender que los beneficios corresponden con los impactos positivos del proyecto, que generan una utilidad positiva, mientras que, los costos, hacen referencia a los impactos negativos y se pueden evidenciar en una reducción en la cantidad o en la calidad de los bienes y servicios que generan una utilidad positiva. (Rodríguez & Cobas, 2015).

Aunado a esto, (García, 2005), indica que esta técnica es útil, porque permite valorar la necesidad y oportunidad de la realización de un proyecto para seleccionar su alternativa más beneficiosa, así como estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de su realización.

A partir de los planteamientos desarrollados en los párrafos anteriores, se debe tener presente que, para la implementación del análisis costo- beneficio, se deben involucrar seis pasos, entre los que se mencionan (1) lluvia de ideas para definir los datos o factores importantes relacionados en cada decisión que quiera tomar en el proyecto; (2) tabla con los beneficios y requerimientos del proyecto; (3) relación de costos con cada factor; (4) suma de costos totales para cada decisión propuesta; (5) beneficios de cada decisión y; (6) relación de cifras de los costos totales y beneficios totales para visualizar y obtener los resultados correspondientes para la respectiva toma de decisiones. (Rodríguez & Cobas, 2015).

En el caso específico del presente proyecto, el análisis costo – beneficio, se referirá al estudio de la relación entre los ingresos y los egresos de la empresa (Rodríguez & Cobas, 2015). En este sentido, los ingresos deben entenderse como el capital que entra a la empresa a través de las ganancias y, para el caso de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.,

consisten en los pagos realizados por la clientela cuando la organización presta el servicio de reparación de los equipos de refrigeración industrial.

Por otra parte, los egresos hacen alusión a todos los gastos que lleva a cabo la empresa, o bien las salidas que disminuyen las utilidades e incrementan las pérdidas, tal como lo señalan los citados autores. En el caso de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., los egresos conocidos consisten en los gastos de transporte, sueldos y salarios, pago de servicios de electricidad, agua, tiempo ocioso o que no resulta útil para la organización.

En consecuencia, es importante identificar la principal diferencia que existe entre estas acciones, la cual radica, básicamente, en que los ingresos representan una entrada de dinero derivado de las actividades que proporciona la empresa; en este caso, servicios. En cambio, los egresos son operaciones que, al llevarlas a cabo, producen una disminución de los beneficios económicos que produce dicha operación.

Sin embargo, con la implementación de la propuesta, se espera que, en la etapa de definición, se identifiquen todas actividades que lleva a cabo la empresa y que representan tanto ingresos como egresos. En tal sentido, se hace necesario diseñar mecanismos que permitan conocer en profundidad

Así, la implementación de esta propuesta permitirá que la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., a partir de la implementación de las acciones de mejora, obtenga mayores ingresos o menores egresos, preferiblemente la reducción de costos, que genere un retorno de inversión más adecuado.

Además, se espera que se produzca un ahorro en los costos una vez que se definan las funciones y se estandaricen los tiempos de las diferentes operaciones. Sin embargo, es posible que sea necesario el monitoreo de la tendencia del impacto de la implementación de las acciones de mejora durante algunos meses adicionales para tomar decisiones o consolidar el protocolo diseñado para este proceso.

## 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

A continuación, se presentan cronológicamente algunos trabajos de investigación de reciente data que aportaron información relevante para el desarrollo del presente proyecto, tanto en el ámbito teórico como metodológico, procedente de diversos procesos industriales. Algunas de estas investigaciones tienen carácter internacional, nacional y regional.

- 1) (Pérez, 2011) desarrolló un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en las microempresas instaladoras de aluminio y vidrio de la cabecera departamental de Retalhuleu, Guatemala. Para ello, su objetivo general fue determinar la utilización y el establecimiento del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en las microempresas que se dedican a elaborar e instalar ventanas de aluminio y vidrio.

Este estudio concluyó que los empresarios no conocen el estudio de tiempos y movimientos y que consideran que definitivamente al utilizar esta herramienta administrativa en las operaciones de elaboración y tener determinado el tiempo específico de cada tarea y cada actividad se puede lograr mayor productividad en la empresa, por lo que se probó la Hipótesis nula de la investigación.

- 2) (Rivera Villegas, 2014) realizó un estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio Salcajá, Guatemala. El estudio fue una investigación de tipo experimental. Para ello, se determinó, a través de observaciones a los colaboradores sobre la manera en la que realizaban su trabajo, cómo el estudio de tiempos y movimientos ayudó a alcanzar la productividad, ya que la mayoría de estas empresas trabajan de forma empírica, no entregando a tiempo los pedidos que les son solicitados.

Luego de las observaciones, se estudiaron los procesos y se llevaron a cabo las mejoras, las cuales se dieron a conocer por medio de una

capacitación. Posteriormente, se realizó un nuevo estudio de tiempos y movimientos a los colaboradores de la empresa para la elaboración de los cortes típicos, realizándose las comparaciones a dicho estudio, obteniéndose un beneficio con este ya que hubo un incremento en la producción reduciéndose los tiempos de elaboración de dichos productos, mejorándose la productividad.

- 3) (Gisbert Soler, Tejada Díaz, & Pérez Molina, 2017) abordaron los aportes de diversos estudios de tiempo realizados por otros autores en el área textil. En este orden de ideas, expresaron que, el estudio de tiempo y movimiento, es una técnica utilizada desde el siglo XIX, de gran ayuda para las empresas, que no ha sido valorada en la actualidad. No obstante, esta supone un valor importante para conseguir un trabajo de manera eficiente y eficaz, debido a que va dirigido a la mejora de la productividad. Asimismo, el *General Sewing Data* (GSD) proporciona un enfoque al área de manufactura en donde se establecen tiempos de fabricación consistentes los cuales reducen los costos de la misma.
- 4) (Rivas, 2019) desarrolló una propuesta para la empresa Oberg Costa Rica, la cual presentaba una problemática de disminución de las piezas producidas en el momento de terminar una orden de producción y comenzar la siguiente, debido a que las tareas de set up nunca se habían estudiado y los supervisores no tenían un parámetro con el cual comparar el desempeño de los operarios. Adicionalmente, la compañía estableció los tiempos para las tareas de set up y ciclo durante la transferencia del proyecto, con base en tiempos brindados por la casa matriz en Estados Unidos.

Por lo tanto, se investigaron los datos históricos de la empresa y se evidenció que los operarios tienen tiempo ocioso y su trabajo no es estándar, ya que los tres operarios estudiados ejecutan sus tareas de manera distinta. Esto propició la ejecución de las tareas con excesiva

lentitud, incluso cuando disponían del tiempo suficiente para cobrar en su reporte diario, lo que generaba diferencias entre las cantidades producidas en los diferentes turnos.

Aunado a lo anterior, una vez mapeadas las tareas de set up, se categorizaron entre externas e internas y, con esto, se determinó que por falta de insumos las tareas que se podían ejecutar como externas se ejecutan como internas. Es decir, la máquina se detenía por un periodo mucho más prolongado del necesario.

Por lo tanto, se propuso como mejora la compra de los insumos, específicamente *holders* para sacar las tareas externas del tiempo de paro de la máquina y reducir el tiempo de set up de 2 horas a 30 minutos. Además, durante el estudio se confirmó que el tiempo de ciclo por pieza está sobrevalorado, por lo que se pudo reducir de 40 minutos a 31 minutos por pieza. En resumen, la implementación de estas mejoras le generó a Oberg Costa Rica un ahorro de \$37 144.48 al finalizar el año, una vez rebajado el monto invertido de \$2 702.00 por concepto de *Holders*. El nuevo proceso y su duración se controló mediante hoja de trabajo estándar.

- 5) (Marengo, 2020) realizó una investigación para estandarizar los tiempos de trabajo en la división No Pest de la compañía Biogeneris de Costa Rica S.A., durante el segundo cuatrimestre del año 2020. Para ello, se aplicaron herramientas de ingeniería industrial, como un estudio de tiempos a las tareas que conllevan las dos actividades principales para llevar a cabo el MIP que son la inspección y revisión de estaciones de monitoreo y la aplicación de pesticidas.

Entre los principales resultados se detectaron (a) la falta de capacidad instalada y recurso para poder atender la demanda actual; (b) la falta de un estándar de tiempos para cada tarea y (c) la carencia de controles operativos para dar seguimiento a la duración de las actividades dentro del proceso.

Como parte de la posible solución se realizó un análisis de capacidad instalada, lo que permitió conocer la cantidad faltante de recurso humano para satisfacer la demanda, así como la capacitación del personal en el nuevo estándar de tiempos, la utilización e implementación de la herramienta Proyector de capacidad instalada y para futuros proyectos, con el propósito de propiciar el control operativo y la medición con base a parámetros ya establecidos.

Es de hacer notar que la ejecución de la implementación del proyecto, que tuvo una duración de 6 meses, representó un costo estimado de implementación de ₡271.375, un ahorro de ₡472.833 mensuales, lo que permitió disminuir, también, las horas extras, en un 40%.

- 6) (Castillo, 2020) llevó a cabo una propuesta de mejora en el proceso de compras indirectas en la empresa Boston *Scientific*, Coyol, Alajuela, durante el segundo cuatrimestre del año 2020, en el departamento de Servicio Global Empresarial. Dicha propuesta, basada en la metodología DMAIC, se enfocó en el proceso de conciliación de facturas por errores de recibo, el cual cuenta con un papel importante ya que dependiendo de la cantidad de estos problemas se llega a cumplir con las métricas deseadas y los costos del proceso aumentan en un 11% aproximadamente.

Desde este planteamiento, la propuesta hace referencia a que se debe de corregir el proceso sistemático de los errores de facturación, así como crear una nueva cultura organizacional para que se le dé la importancia requerida en el proceso y el procedimiento se ejecute de la manera correcta.

No obstante, la implementación de la mejora tuvo un costo de inversión de \$1,166.35, el cual, según el periodo de recuperación de la inversión (PRI) se recuperará en 5 meses, además, el gasto promedio actual se reducirá en un 54%, esto se traduce en \$82,467.00 anuales.

**CAPITULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describe cómo se llevaron a cabo cada una de las fases de la metodología DMAIC. Así, el capítulo está constituido por las metodologías empleadas para las fases de definición del problema, la medición y el respaldo cualitativo del proyecto, la propuesta de mejora, construcción y puesta en práctica de un nuevo producto, proceso o servicio y; para la implementación del proyecto.

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

Esta etapa resulta de suma importancia, debido a que marca los puntos esenciales sobre los cuales se ha de trabajar en las fases posteriores de la metodología DMAIC. Por tanto, la definición del problema implica conocer cómo fluye el proceso, cuáles son los suministros, las entradas, las salidas; es decir, las características de este, lo que implica la selección de las herramientas que permitan obtener la información inherente a su funcionamiento, para garantizar el éxito en el desarrollo del proyecto.

#### **3.1.1. Definición de la investigación.**

En esta subsección, se identifica el enfoque en el que se fundamenta el desarrollo del presente proyecto. En esta perspectiva, tal como lo señalan (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), dichos enfoques pueden ser cuantitativo, cualitativo o mixto, cuando la investigación se apoya en el uso de ambos enfoques para alcanzar los objetivos planteados por el investigador.

### 3.1.1.1. Enfoque Cuantitativo

El presente estudio está fundamentado en el paradigma cuantitativo de la investigación. Al respecto, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), plantean, con respecto a este tipo de enfoque, lo siguiente:

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

Por consiguiente, al abordar el estudio referido a la reducción en el tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., por medio de una propuesta de mejora, fundamentada en DMAIC, durante el segundo trimestre del año 2021., se evidencia que se corresponde con el enfoque cuantitativo, porque el conjunto de procesos es secuencial y probatorio, tal como lo señalan los referidos autores. Asimismo, cada etapa se debe desarrollar en un orden consecutivo, se han planteado preguntas y objetivos de investigación, de los cuales se derivan las hipótesis o variables de investigación.

### **3.1.2. Sujetos de la investigación.**

Los sujetos de la investigación están constituidos por los trabajadores de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., así como los clientes a los que se les presta el servicio técnico de reparación de equipos de refrigeración industrial.

En relación con las fuentes de información, consultadas para el desarrollo de la presente investigación, estas se clasifican como primarias, secundarias y terciarias. En este apartado, solo se definen las fuentes primarias, secundarias y terciarias que fueron las que se consultaron para la realización del trabajo.

Así, una fuente primaria, de acuerdo con lo señalado por (Sierra, 2007), es aquella que contiene información original, publicada por primera vez y no ha sido filtrada, interpretada ni evaluada por alguien más; es decir, esta es el resultado de una investigación o de una actividad eminentemente creativa, de manera impresa o digital.

En este mismo orden de ideas, el referido autor define como fuentes secundarias de información., aquellas que contienen información primaria; es decir, facilitan el acceso a los contenidos de las fuentes primarias, por lo que se utilizan cuando no se tiene acceso a la misma.

Con respecto al presente estudio, las fuentes primarias consisten en aquellas informaciones suministradas por los sujetos que permitirán recopilar la información de primera mano para procesarla, analizarla y poder establecer conclusiones y recomendaciones en cuanto a la temática de la investigación, tales como diagnósticos, apuntes, observaciones, entre otros, mientras que, los libros digitales, antologías, tesis y artículos de revista consultados, forman parte del conjunto de fuentes secundarias. Finalmente, entre las fuentes terciarias se mencionan resúmenes, manuales y bibliografías.

### **3.1.2.1. Población o Universo**

Una población, de acuerdo con lo señalado por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), hace referencia a "...los participantes, objetos, sucesos o colectividades de estudio (las unidades de muestreo), lo cual depende del planteamiento y los alcances de la investigación". (p. 172).

En consecuencia, la población del estudio estuvo conformada por los tres trabajadores que constituyen la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

### **3.1.2.2. Muestra**

Por otra parte, la muestra se refiere a un subconjunto de la población, tal como lo señalan los referidos autores. Para el estudio, la muestra estuvo conformada por la misma población o universo, lo que significa que este estudio es de tipo censal porque todos los integrantes de la población o Universo también constituyen la muestra, tal como lo señalan (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### **3.1.3. Métodos de la investigación.**

Los métodos de investigación son los distintos modelos de procedimientos que se pueden emplear en una investigación específica, atendiendo a las necesidades de la misma, o sea, a la naturaleza del fenómeno que deseamos investigar. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). En este sentido, los métodos de investigación se clasifican en lógicos y en empíricos. Los primeros implican la utilización del pensamiento y el razonamiento para ejecutar deducciones, análisis y síntesis. Por otra parte, los métodos empíricos de investigación se aproximan al conocimiento mediante experiencias

replicables, controladas y documentadas, que conocemos bajo el nombre de experimentos.

A continuación, se desglosan dos métodos de investigación como lo son el inductivo y deductivo y; el experimental, así como su relación con la investigación.

### **3.1.3.1. Métodos inductivo y deductivo.**

En relación con este método, es importante resaltar que este se trata de aquel que parte de una hipótesis o explicación inicial. Posteriormente, se pretende obtener conclusiones particulares que deriven de la respectiva hipótesis, que luego serán a su vez comprobadas experimentalmente. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Por consiguiente, los referidos autores plantean que este método comprende un paso inicial de inferencias empíricas, por ejemplo, la observación. Es de hacer notar que estas inferencias permiten deducir una hipótesis inicial que sea luego sometida a experimentación; de allí que sea necesario definir en qué consiste el método experimental.

### **3.1.3.1. Método experimental.**

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables e identifica el efecto de las mismas, sobre la variable dependiente. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Para lograr lo anterior, los citados autores plantean que es importante controlar las variables en el diseño del experimento, de manera que se pueda describir lo que causa una determinada situación

Es de hacer notar que los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales. En este caso, la manipulación de variables se realizará cuando se diseñe el estudio de tiempos y movimientos, las cuales se tabularán en una hoja de cálculo para identificar las condiciones óptimas de cada uno de los procesos en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

De igual manera, las herramientas que permitirán conocer tanto las características como el funcionamiento del proceso son el Diagrama de Flujo y el Diagrama SIPOC. Con la aplicación de estas herramientas, se espera identificar reprocesos y puntos críticos, cuya optimización se pueda alcanzar a través de la propuesta de mejora, así como identificar los proveedores del proceso, las entradas y salidas de este, con el propósito similar de aquel que corresponde con el Diagrama de Flujo.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.**

Luego de la definición del problema, se realizarán mediciones de los tiempos correspondientes a cada actividad identificada tanto en el Diagrama de Flujo como en el Diagrama SIPOC. De igual manera, se midieron los costos asociados con cada una de la actividad, en función del tiempo utilizado para llevarla a cabo.

Es de hacer notar que para medir los tiempos se completará un formato de estudio de tiempos, mientras que, para medir los costos, se tomará como base el salario de una jornada laboral, de acuerdo con el cargo que ocupa cada trabajador en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., y se realizará la correspondiente estimación, en atención al tiempo de cada actividad. Esta columna pudiera anexarse al formato de estudio de tiempos.

Sin embargo, se puede anexar otra columna que muestre el costo y el tiempo estándar teórico o tomado de información de otra empresa, nacional o mundial, para tener otro referente como punto de comparación, de ser el caso o, de ser esto posible.

Una vez medidos los tiempos de cada actividad, los costos operativos reales, así como el estimado teórico, se procedió a establecer las líneas base del proceso tanto para el tiempo de ejecución de cada actividad como para el costo operativo asociado con este.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.**

Esta etapa se llevó a cabo con el fin de interpretar los datos obtenidos una vez realizadas las mediciones, lo que implicó el uso de una serie de herramientas, además de contribuir para la determinación de las soluciones concretas a la problemática planteada.

En este orden de ideas, se solicitó información relacionada con las posibles causas que provocan las demoras en los tiempos de respuesta para la prestación del servicio relacionado con la reparación de los equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Luego, se procedió a conocer y jerarquizar aquellas causas de mayor impacto sobre el problema, mediante el Diagrama de Pareto. Una vez priorizadas dichas causas, se realizó el respectivo Diagrama de Ishikawa, con el propósito de identificar la causa-raíz del problema.

Es importante resaltar que, para desarrollar el Diagrama de Ishikawa, se utilizó la lluvia de ideas, para cada una de las categorías, además de la herramienta 5W o los 5 ¿por qué?, con el objeto de determinar causas ocultas que estuvieran generando las causas visibles del problema.

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.**

Una vez identificadas las causas-raíz, se buscaron las posibles soluciones a las mismas. Para ello, en un primer momento, se aplicó la técnica de tormenta de ideas. Las soluciones encontradas se integraron en un plan piloto que permitió realizar un seguimiento y control de las acciones realizadas. Para ello, se definieron acciones específicas que permitieran resolver los problemas encontrados y, así, alcanzar los objetivos establecidos.

Como parte de la implementación en la mejora del proceso de planeación actual, se propuso realizar un diagrama de flujo y con las actividades reales y los tiempos estándar de cada una de estas. Medir nuevamente los tiempos y los costos asociados con cada tarea, una vez establecidos los cambios sugeridos en el proyecto para poder calcular el porcentaje de reducción en los tiempos de respuesta cuando se presta el servicio de reparación de los equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., así como las ganancias obtenidas luego de tales cambios.

### **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.**

En primer lugar, se propone la capacitación del personal, a partir de los ajustes realizados a los procesos de prestación de servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de manera que atiendan a las modificaciones realizadas a partir de la definición del problema, para contribuir con los resultados óptimos del desarrollo del presente proyecto.

Luego, se plantea la elaboración de un Diagrama de Gantt, que permita monitorear que las tareas sean realizadas por el trabajador respectivo, así como el tiempo de ejecución y el costo operativo asociado a la misma.

Otra herramienta efectiva para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados corresponde con los gráficos de control, así como las hojas de verificación para monitorear el tiempo de respuesta para la prestación de servicios, al igual que los costos operativos de cada trabajo a cargo de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

De igual manera, para el seguimiento y revisión de resultados, se hace necesario llevar a cabo reuniones con los miembros del personal, quincenales, al igual que auditorías, con el propósito de verificar la eficacia y eficiencia de las mejoras, para redefinir las acciones en caso de ser necesario.

Aunado a lo anterior, se sugiere consultar a los clientes, con un formulario de valoración del servicio prestado por la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Este formulario pudiera aplicarse de manera aleatoria, una vez realizadas y aplicadas las acciones de mejora.

**CAPITULO IV**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

Con el fin de conocer la situación actual de los tiempos de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., surge la necesidad de realizar el diagnóstico, la medición y, posteriormente el análisis de los procesos actuales. Posteriormente, se procederá a tomar las decisiones que promuevan mejoras, tanto efectivas como eficientes, a ser desarrolladas durante el tercer trimestre del año 2021.

#### **4.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO.**

En relación con este apartado, es importante resaltar que se realizó la observación propia por parte de la investigadora, con el propósito de alcanzar el primer objetivo específico de la investigación, así como no perder detalle de la realidad del servicio que presta la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., de manera que, posteriormente se realicen las mediciones necesarias y pertinentes, así como el análisis respectivo que proporcione las principales acciones de mejora en el referido proceso.

##### **4.1.1. Descripción de la situación actual**

La empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., presta sus servicios en materia de reparación y mantenimiento de equipos de refrigeración industrial desde sus inicios, en el año 2018. No obstante, de acuerdo con la información suministrada por el técnico de la empresa (Núñez, 2021) a partir del año 2019, se han venido presentando algunas situaciones, especialmente cuando se requiere comprar piezas, partes o equipos a terceros para poder cumplir con la prestación del servicio solicitado por el cliente.

En palabras del referido entrevistado, algunos de los proveedores de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., al solicitarles la pieza, parte o equipo, manifiestan tenerlos, se les cancela el monto respectivo y al retirarlo, este no se encuentra en el almacén en el que se realizó el pedido, o bien, al estar realizando el servicio al cliente, se requieren otros componentes o materiales porque surgen otras necesidades en la reparación y se pierde tiempo en buscar el faltante para finiquitar el trabajo.

Además, debido a las decisiones de los clientes de solo contratar a la empresa para prestar servicios de reparación y no de mantenimiento preventivo, el inventario de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., también se fue reduciendo progresivamente hasta no contar con piezas, partes ni equipos, por lo que cada vez que surge una solicitud se debe comprar lo que se requiere ante los proveedores.

En este orden de ideas, estas tareas son realizadas por el técnico de la empresa, lo que genera un aumento en el tiempo de ejecución de sus tareas directas en la organización, produciéndose un aumento en el tiempo de respuesta para atender las necesidades del cliente, lo que también influye en los costos operativos, cuyo incremento se estima es de hasta en un 150% que, en moneda nacional pudiera estar representando un monto que varía entre quinientos mil y un millón de colones.

Sin embargo, a pesar de tener que realizar la respectiva compra de los materiales, equipos, piezas o partes para ejecutar las reparaciones, (Núñez, 2021) señaló que la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., continúa suministrando la calidad y la garantía a sus clientes, la cual, mínimo, abarca 72 horas luego de haber llevado a cabo el servicio, para poder proceder a facturarlos.

#### **4.1.2. Diagnóstico del proceso actual.**

En relación con esta sección, es importante resaltar que, para llevarla a cabo, la investigadora, una vez realizada la entrevista con el técnico de la empresa, procedió a observar de manera directa las actividades y solicitudes que llegaban a la misma, de manera que se lograra obtener la información, a partir de la realidad del proceso que actualmente se desarrolla en Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

De igual manera, resulta pertinente señalar que también se llevó a cabo la observación indirecta, debido a que, por razones de seguridad y pandemia, no resulta pertinente que la investigadora acompañe al técnico cuando este realiza un servicio y tampoco es permitido por los clientes. Por lo tanto, los tiempos de la ejecución de servicio, así como las observaciones directas, se describen en la bitácora (Anexo 1), además de contabilizar los tiempos de cada tarea del proceso actual (Anexo 2).

Además de la observación directa, también se procedió a plasmar los procesos en un Diagrama de Flujo y un Diagrama SIPOC, debido a que son herramientas propias de la Ingeniería Industrial que permiten visualizar, de manera gráfica y precisa, las tareas que pudieran ser objeto de análisis para aportar mejoras.

##### **4.1.2.1. Observación propia**

Esta técnica de recopilación de información inició el 17 de agosto y culminó el día 3 de setiembre del año 2021, para un total de tres semanas de observación propia, realizada por la investigadora. Además, se utilizó el formato respectivo (Anexo 1) en el cual se escribieron detalladamente las actividades observadas, así como el tiempo de cada una de las tareas del

proceso, con el propósito de complementar el diagnóstico del proceso actual del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., y, posteriormente, reflejar tales observaciones en el respectivo Diagrama de Flujo y Diagrama SIPOC.

En este sentido, el primer día de observación, se pudo notar que el personal de recepción inicia sus labores a partir de las 8:00 a.m., momento en el que se revisa el correo de la empresa y se comienzan a gestionar las solicitudes de los clientes.

Al respecto, se recibió una solicitud de suministro de arnés de controlador digital de cabina para sistema de frío de un camión Thermoking V250. Se comunicó al técnico para que cotizara el servicio al cliente y, una vez aceptada la misma, se dirigió ante el proveedor para comprar la pieza. Al día siguiente, retiró el arnés y realizó el servicio de reparación al cliente, otorgándole la garantía correspondiente, por lo que, para proceder a realizar la facturación, se debe esperar el tiempo de garantía de funcionamiento, el cual, mínimo, es de 72 horas de realizado el trabajo.

El miércoles 18 de agosto, se recibió una solicitud para la preparación del sistema de maduración para detener el equipo 8 horas. Este requerimiento se le notificó al técnico, pero se acordó con el cliente, realizar la inspección el jueves 19, debido a que, para llevar a cabo este servicio se requiere enfriar las cámaras de refrigeración a una temperatura inferior, antes de proceder con la reparación, de manera que los alimentos de las referidas cámaras puedan conservarse durante la ejecución del trabajo.

En consecuencia, el 19 de agosto, el técnico realizó la referida visita de inspección, para proceder a cotizar las piezas a reponer, así como el procedimiento a seguir y efectuar la cotización. Posteriormente, el día viernes 20 de agosto, el servicio consistió en drenar completamente el amoniaco de la recirculadora.

Para esto, se compraron dos válvulas globo T roscadas de 1/2 marca Hansen, se cambió toda la tubería de purga saliente de dichas válvulas hasta la parte superior del tanque, luego se aplicó pintura con anticorrosivo rojo a toda la tubería nueva, se hizo la prueba de fugas, vacío y la puesta en marcha correspondiente, luego de aplicar la soldadura calificada Tig.

De manera análoga, una vez realizado el servicio, se otorga la garantía al cliente de 72 horas, mínimo y, luego de esto, se procede a realizar la facturación. Es importante destacar que, si se presenta otra llamada por parte del cliente luego de las 72 horas, se le atiende y si la falla está relacionada con la reparación, esta se realiza sin costo adicional. Esto quiere decir que el tiempo mínimo de la garantía se contabiliza para que Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL pueda facturar al cliente y procesar el ingreso de dinero respectivo.

El lunes 23 de agosto se recibió una solicitud que implicaba el suministro e instalación de panelería en paredes y techo en área de 3 metros por 6 metros. Para ello, se requería instalar un equipo de refrigeración de 3hp marca Tecumset con un evaporador de medio perfil capaz de entregar temperaturas de mantenimiento entre 0°C y 5°C, suministrar e instalar un panel de 100mm para paredes y techo, de manera que la temperatura se mantenga por debajo de los - 15°C.

Además, el referido servicio también requirió la instalación de omegas para ventilación, instalación de placa de piso con 100mm de espesor, suministro e instalación de diamantado aluminio de 1/8 soldado en todo el perímetro, así como de un equipo de refrigeración marca Tecumset, compresor scroll hermético de 5.5hp, así como la instalación de dos evaporadores bajo perfil con descongelación por resistencias eléctricas.

Ante dicha solicitud, el técnico se dirigió a la empresa del cliente para realizar la respectiva inspección diagnóstica y posterior cotización. Al ser aceptada, se dirigió a realizar la compra de los materiales, equipos y partes

correspondientes y, entre jueves y viernes (en la mañana), se efectuaron las reparaciones e instalaciones solicitadas por el cliente.

Por otra parte, el miércoles 25 de agosto, otra requisición se recibió vía telefónica a Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., en la que se solicitó el suministro e instalación de equipo 22 hp para congelado, lo que requiere un motor abanico de 3/4 con aspa de 22", la reparación eléctrica en un evaporador.

Asimismo, la solicitud también contempló un equipo de 9 hp, la reparación eléctrica en el evaporador, recarga de 1/2 galón de aceite al compresor y otro equipo de 15 hp para congelado, para lo que se suministró e instaló un motor abanico axial.

Ante la referida solicitud, luego del diagnóstico en el sitio, realizado por el técnico y, una vez aprobada la cotización, la gestión de los equipos, piezas, partes y demás materiales se realizó vía telefónica con el proveedor el jueves 26 de agosto a través de la recepcionista.

Por este motivo, el técnico, una vez culminado el trabajo del cliente anterior, se apersonó para iniciar este servicio de reparación en la tarde del viernes 27 y el sábado 28 de agosto, ya que la recepcionista se dirigió a retirar los materiales del siguiente trabajo para que estuvieran en el sitio el viernes al final de la mañana y no retrasar la prestación del servicio por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

La última observación realizada correspondió con un servicio recibido el día jueves 26 de agosto. En la misma, se requería el suministro e instalación de una sonda de temperatura en el termómetro digital del blast de panadería. Además del suministro e instalación de un compresor marca Danfoss Maneurop 220V monofásico en el equipo de cámara de chocolates, al igual que el suministro de aceite sintético Enkarate 32, la carga de una lata de refrigerante al equipo, cambio de filtro de la línea de líquido, cambio del filtro

de succión, lavado del chasis del equipo, lavado del condensador y el lavado de los evaporadores de cámara.

Cabe resaltar que se le indicó al cliente que este servicio incluía todos los materiales, el compresor y su debido arrancador, así como las protecciones térmicas, utensilios de limpieza, filtros y aceite, además del servicio técnico para el lavado de los evaporadores, quedando pendiente la coordinación de la disposición del sisor, cuando se realizara la inspección diagnóstica,

El jueves 26 de agosto, el técnico fue a la empresa del cliente para inspeccionar y efectuar la cotización del servicio. Una vez aprobada, la recepcionista se encargó de hacer la solicitud a los proveedores. El día lunes 30 de agosto se llevó a cabo este trabajo.

Una vez descrita la observación, es importante señalar que todas las requisiciones recibidas durante las tres semanas fueron realizadas por clientes de la provincia de Alajuela. Esto se aclara porque Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., también efectúa reparaciones a empresas del área ubicadas en las provincias de Cartago y Guanacaste.

#### ***4.1.2.2. Diagrama de Flujo del proceso actual***

Con el fin de llevar a cabo el diagnóstico de la situación actual, se presenta el diagrama de Flujo del proceso para la reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, ya que es importante conocer los procesos y las actividades que realizan. Estas actividades o funciones de los colaboradores de la empresa, tareas y decisiones se detallan en el respectivo Diagrama de Flujo que se muestra en la Figura 14.

Es de hacer notar que, con la aplicación del diagrama de flujo se espera identificar reprocesos y puntos críticos, cuya optimización se pueda alcanzar

a través de la propuesta de mejora, así como identificar los proveedores del proceso, las entradas y salidas de este.

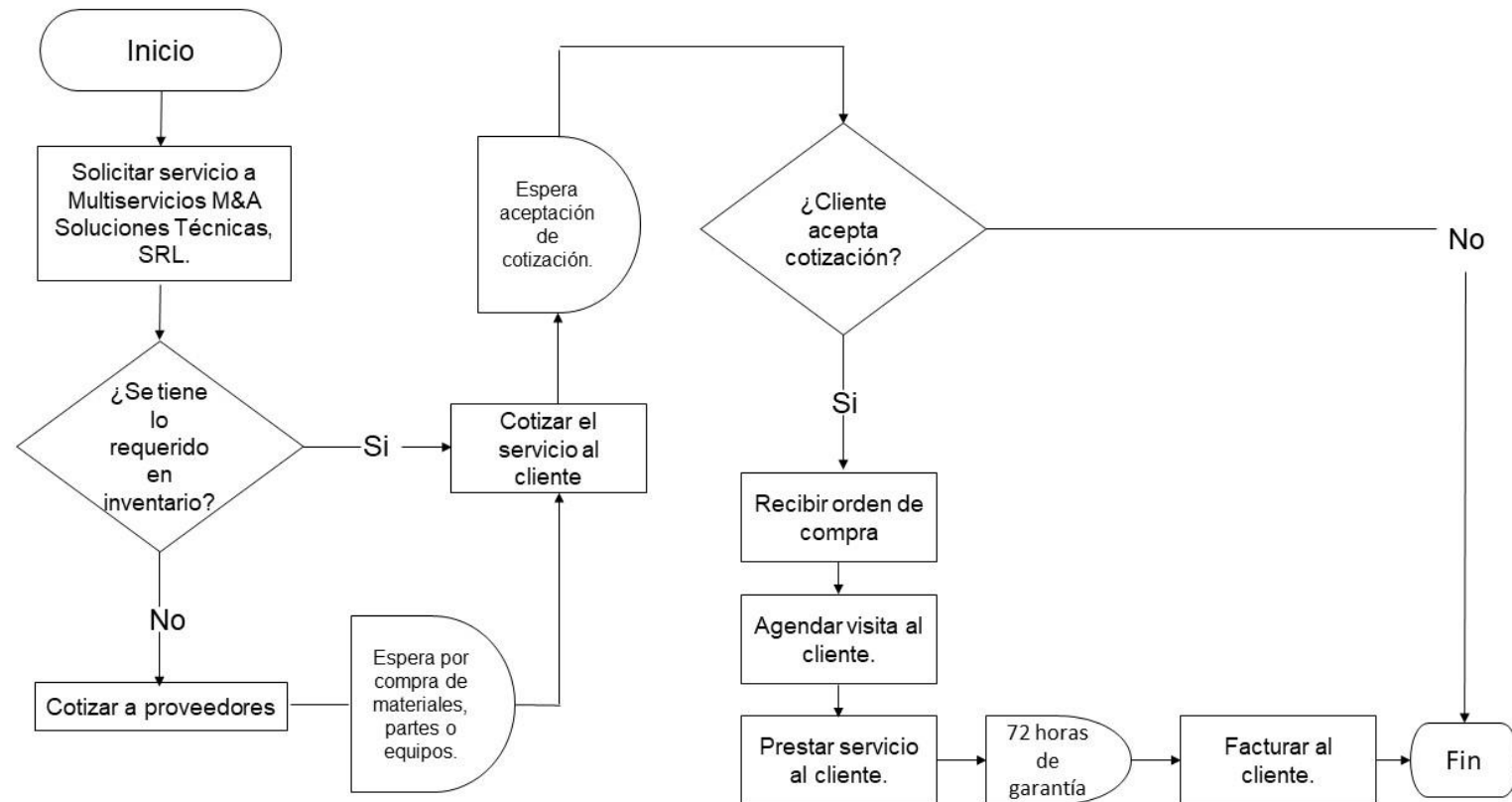


Figura 14. Diagrama de flujo actual de la empresa Multiservicios M& A Soluciones Técnicas.  
Elaboración propia.

El Diagrama de Flujo, presentado en la Figura 14, consta tanto de tareas como decisiones las cuales se explican a continuación:

- 1) **Solicitud del servicio a la empresa Multiservicios M&A soluciones técnicas:** este paso representa el inicio del proceso, el cual comienza cuando el cliente realiza contacto vía telefónica o correo electrónico con la recepcionista para solicitar el servicio de reparación en algún equipo de refrigeración industrial.
- 2) **Diagnóstico del servicio solicitado:** el Departamento de Servicio Técnico, una vez que ha diagnosticado el problema planteado por el cliente, en visita de inspección, identifica los equipos, partes o materiales que requiere para solventar el arreglo del equipo. Luego, entrega a la recepcionista el listado de partes o equipos requeridos para realizar el servicio técnico.
- 3) **Revisión del inventario:** la recepcionista, procede a verificar el inventario para constatar la existencia de la pieza o material.
- 4) **Solicitud de cotizaciones de equipos, partes o materiales a proveedores:** este proceso solo se realiza cuando no se cuenta con la parte o el material en el inventario, independientemente del precio cotizado al cliente.
- 5) **Elaboración de cotización al cliente:** la recepcionista o el técnico, en la mayoría de los casos, procede a elaborar la respectiva cotización y queda a la espera de la aprobación o el rechazo de esta, por parte del cliente.
- 6) **Recepción de orden de compra:** si la empresa aprueba la cotización, entonces la recepcionista procesa la orden de compra.
- 7) **Compra de materiales:** una vez que se han solicitado los equipos, partes o materiales a los proveedores, se procede con la compra de

los mismos. Esta tarea, por lo general, la realiza el técnico de la empresa. Es de hacer notar que la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se hace cargo del transporte para la búsqueda de los equipos, partes o materiales solicitados a los proveedores, lo que representa un tiempo de espera tanto en el mapa de procesos como en el diagrama de flujo.

- 8) **Agenda de la hora y día del servicio:** cuando se tienen los materiales, las partes y los equipos, el técnico en refrigeración industrial concierta, con el cliente, la hora y día para realizar el servicio.
- 9) **Reparación de equipos, partes o materiales:** este proceso implica el cambio de partes o de un equipo, si fuere el caso, recargas, entre otras acciones, necesarias para la puesta en marcha, de acuerdo con las especificaciones del cliente.
- 10) **Inspección del trabajo:** corresponde con la espera, una vez que se ha puesto en marcha el equipo de refrigeración industrial al que se le ha realizado la reparación, luego de su puesta en marcha. Por lo general este proceso tiene un tiempo de 72 horas, como parte de la garantía de puesta en marcha de la empresa.

Es de hacer notar que, en caso de requerirse alguna corrección, esta se realiza sin costo adicional.

- 11) **Facturación:** luego de que se cumpla la garantía de puesta en marcha, la empresa Multiservicios M&A soluciones técnicas procede a facturar el servicio prestado al cliente.

#### **4.1.2.3. Diagrama SIPOC**

Con el propósito de complementar la etapa de diagnóstico de la situación SIPOC del proceso para la reparación de equipos de refrigeración industrial

en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, de manera que también se logren visualizar tanto los aspectos considerados en el diagrama de Flujo como con el uso de esta herramienta, para comprender, con detalle, los procesos y las actividades que realizan. Estas actividades o funciones de los colaboradores de la empresa, tareas y decisiones se detallan en la Figura 15.

Es de hacer notar que, con la aplicación de ambas herramientas, así como con el proceso de observación, se espera identificar, en especial, los puntos críticos del proceso actual, de manera que se analicen las causas y, entre estas, se identifique aquella que permita optimizar el servicio, mediante la implementación de las mejoras que reduzcan los tiempos de espera y costos para la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

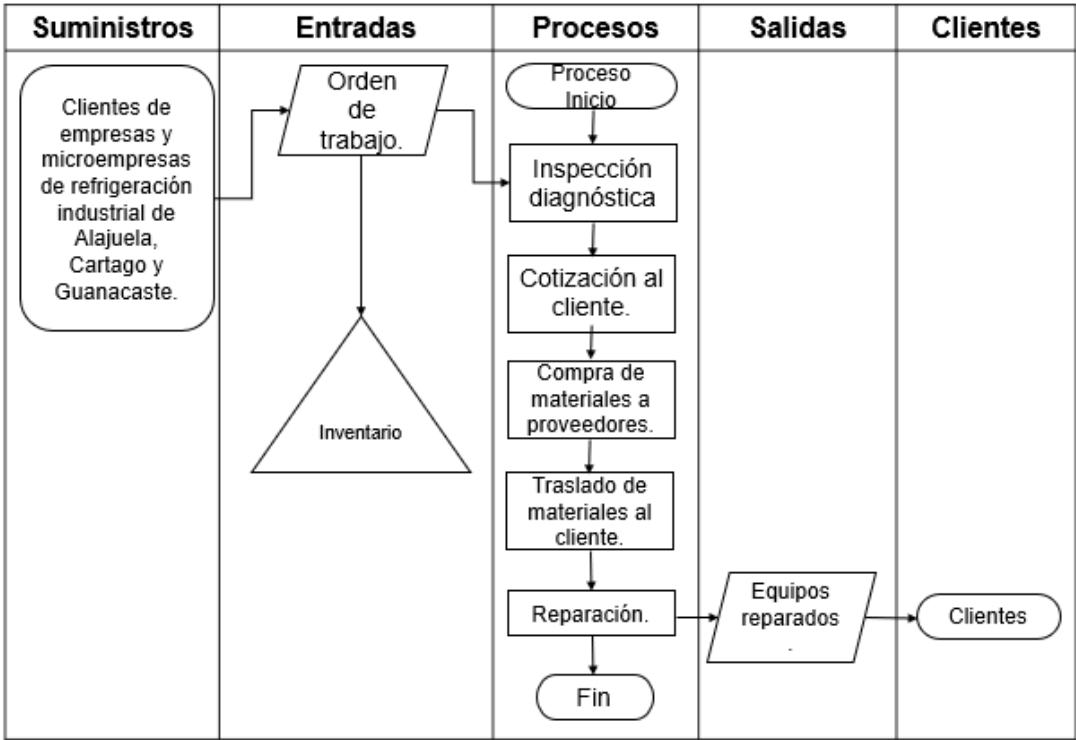


Figura 15. Diagrama SIPOC de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Elaboración propia.

A partir de la información procesada a partir de las observaciones, la realización del diagrama de flujo y el diagrama SIPOC de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se puede inferir, en una primera aproximación, que la mayoría de los procesos son realizados por el Departamento de Servicio Técnico y, en específico, por el técnico de la empresa, los cuales, no necesariamente, son competencia del mismo y bien pueden delegarse en otras unidades de la organización.

Asimismo, como los clientes solo se han limitado al servicio de reparación, el inventario de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. se ha reducido progresivamente, lo que implica invertir tiempo de trabajo en la compra continua de materiales, piezas, partes o equipos, de acuerdo con las demandas del mercado.

No obstante, se hace necesario implementar la medición de los tiempos en los que se realizan las diferentes tareas del proceso actual de prestación del servicio de reparación que actualmente se lleva a cabo por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., de manera que se identifique, en forma más precisa, el o los puntos críticos que pueden ser objeto de las mejoras.

#### **4.2. MEDICIÓN DE LOS TIEMPOS DE RESPUESTA.**

Con el objetivo de medir los tiempos de respuesta de las tareas del proceso relacionado con la de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., así como los costos en los que se incurre para cada uno de dichos procesos, se realizó el estudio de tiempos de cada una de las actividades que conforman el referido proceso (Anexo 2).

En este orden de ideas, cuando el proceso inicia, la tarea que corresponde es el ingreso, representado por la solicitud del servicio a Multiservicios M&A, Soluciones Técnicas SRL. Esta actividad, de acuerdo con lo observado tuvo un tiempo mínimo de 6,3 minutos y un máximo de 8,1 minutos, ya que se recibe la solicitud del cliente y se le responde que la misma se encuentra en proceso. En promedio, el tiempo de esta actividad es de 7,1 minutos.

Luego, se procede a realizar la revisión del inventario que, aunque reducido, tiene algunas existencias. En este sentido, el tiempo mínimo de la referida revisión es de 6 minutos y el máximo de 15 minutos, con un promedio de 11,2 minutos.

Una vez verificada la existencia de lo solicitado por el cliente en el inventario, se le comunica esta información al técnico, quien procede a contactar al cliente para realizar una inspección diagnóstica para verificar las necesidades de materiales para el servicio.

Esta tarea tiene una duración mínima de 120 minutos y máximo de 240 durante el período de observaciones porque, en este caso, todos los servicios fueron contratados en empresas de la provincia de Alajuela. En promedio, la inspección tiene un tiempo que corresponde con 174 minutos.

Cabe resaltar que, luego de la inspección, se efectúa la cotización al cliente, se le notifica y, una vez que esta es aceptada por el cliente, se agenda la visita para prestar el servicio. Esta tarea, que depende también del tiempo que el cliente utiliza para dar visto bueno a la cotización, tiene una duración mínima de 21 minutos y una máxima de 41 minutos, con un promedio de 30,4 minutos.

Posteriormente, se procede a la compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores. Dependiendo de lo que se requiera comprar, la duración de esta tarea oscila entre 180 y 600 minutos, con un promedio de 420 minutos. En ocasiones, se realiza la compra, el técnico se traslada al almacén

y puede ser que el material, equipo, parte o pieza se encuentre el otro establecimiento, lo que aumenta el tiempo de respuesta para Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Una vez realizada la compra de los materiales, equipos, partes o piezas requeridos, se presta el servicio de reparación que es el que actualmente realiza Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL. Dependiendo de las necesidades del cliente, durante el período de observación, esto puede variar entre 180 y 720 minutos, con un promedio de 484 minutos.

Al culminar el trabajo, se otorga una garantía mínima de 72 horas o 4320 minutos, luego del arranque del equipo, parte o pieza para realizar la facturación, aunque, es importante acotar que, de presentarse alguna necesidad luego de este tiempo, la empresa verifica y corrige de ser necesario la falla en la que se incurrió, de ser el caso, sin costo adicional.

Para cerrar el proceso, se realiza la facturación, la cual tiene una duración mínima de 12 minutos y una máxima de 20 minutos, con un promedio de 16,4 minutos. La variación en este tiempo depende de los rubros que se digitan en la factura, también denominado el desglose del servicio prestado.

A partir de lo anterior, se puede resaltar que las actividades que demandan los mayores tiempos corresponden con la inspección diagnóstica para verificar las necesidades de materiales para el servicio de reparación de los equipos de refrigeración industrial, con un promedio de 174 minutos. Otra actividad es la referida a la compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores, con un promedio de 420 minutos y la garantía post-servicio, que tiene un valor constante de 4320 minutos.

Es importante destacar que la prestación del servicio también demanda buena parte del tiempo del proceso, pero depende, fundamentalmente, de la solicitud realizada por el cliente y la naturaleza de la reparación a realizar. Esto se ha agudizado aún más desde que los clientes tomaron la decisión de

eliminar los servicios de mantenimiento preventivo, pero es una causa externa que Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL no puede controlar.

Lo anterior, puede visualizarse en la Figura 16, en la que se grafican los tiempos promedios de las diferentes tareas del proceso servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, mediante un histograma.

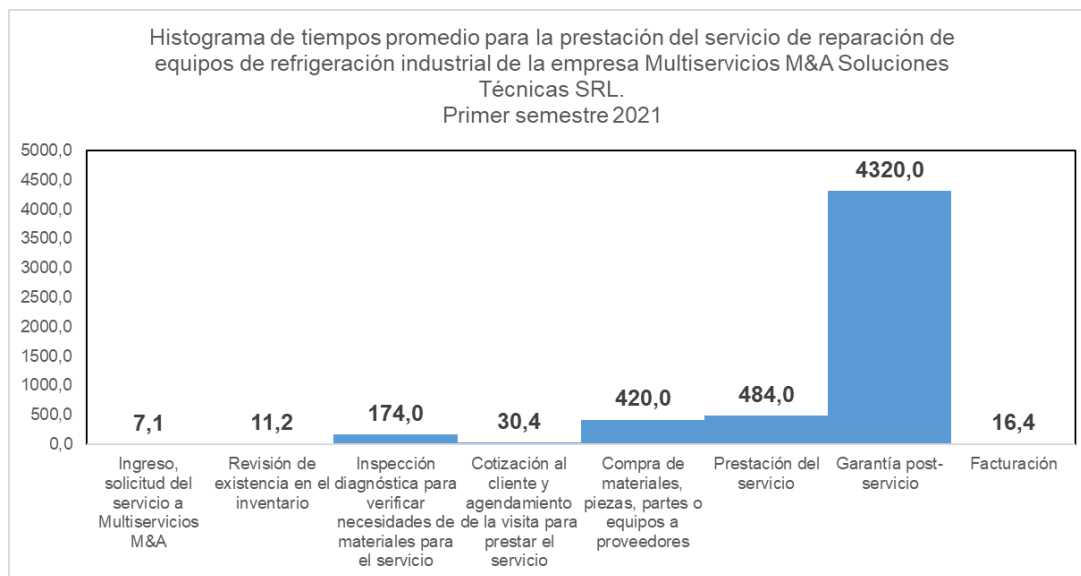


Figura 16. Histograma de tiempos promedio para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en el histograma, la actividad que tiene mayor duración es la que corresponde con el servicio de garantía, el cual tiene un valor constante de 72 h, equivalente a 4320 minutos, mientras que la prestación del servicio de reparación tiene un tiempo promedio de 484 minutos, la compra de materiales le sigue con 420 minutos y la inspección diagnóstica dura, en promedio, 174 minutos. Las demás tareas están muy por debajo de estos tiempos.

En relación con el tiempo estándar (Anexo 3), es de hacer notar que los tiempos respectivos para cada tarea se corresponden como sigue:

- Ingreso, solicitud del servicio a Multiservicios M&A, 8,094 minutos
- Revisión de existencia en el inventario, 12,1296 minutos.
- Inspección diagnóstica para verificar las necesidades de materiales para el servicio, 198,36 minutos.
- Cotización al cliente y agendamiento de la visita para prestar el servicio, 34,656 minutos.
- Compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores, 430,92 minutos.
- Prestación del servicio, 551,76 minutos.
- Garantía post-servicio, 4924,8 minutos.
- Facturación, 17,7612 minutos.

Lo anterior totaliza un tiempo de ciclo para el proceso reparación de equipos de refrigeración industrial de 6178,4808 minutos, lo que equivale, en horas, a un total de casi 103 horas de trabajo o 4,3 días.

Al graficar los tiempos estándar, a través del uso de la herramienta histograma, se visualiza lo anteriormente descrito, en la Figura 17, de la siguiente manera:

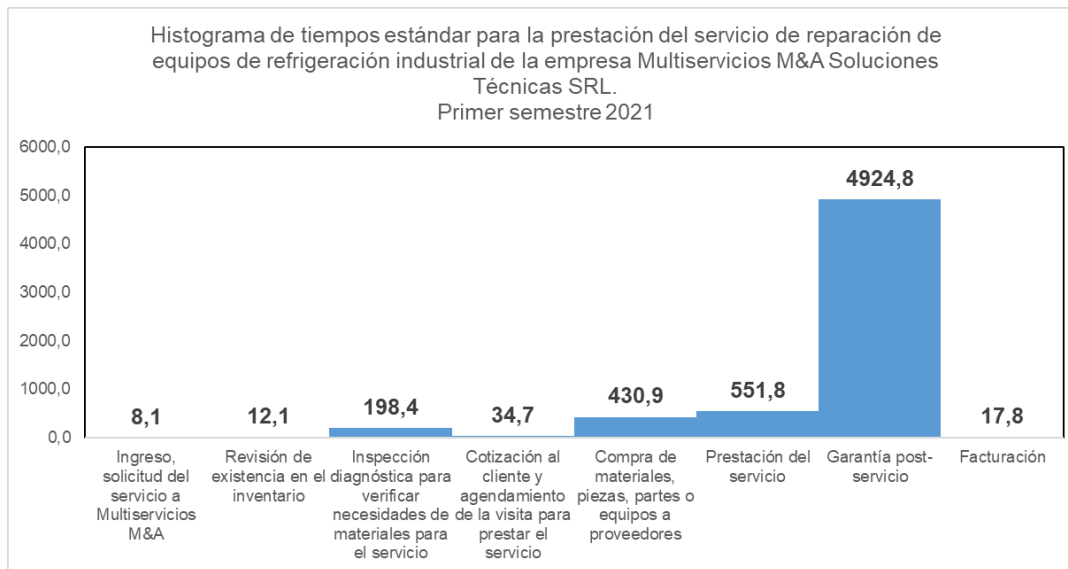


Figura 17. Histograma de tiempos estándar para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Fuente: elaboración propia.

De manera análoga a lo descrito para el histograma de tiempos promedio, este gráfico permite visualizar los tiempos estándar para el proceso de prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial para la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. En este sentido, el tiempo estándar de un ciclo de reparación es de 87,41 horas, equivalente a 3,64 días de 24 horas, o bien 10,92 días si se considera la jornada laboral de 8 horas diarias.

Por tanto, las actividades o tareas que presentan los mayores tiempos coinciden con lo descrito en cuanto a que la primera corresponde con el servicio de garantía, el cual tiene un tiempo estándar de 4924,8 minutos, mientras que la prestación del servicio de reparación tiene un tiempo estándar de 571,56 minutos, la compra de materiales le sigue con 430,92 minutos y la inspección diagnóstica dura, en promedio, 198,36 minutos. Las demás tareas

están muy por debajo de estos tiempos, para un tiempo total de ciclo de 6178,4808 minutos.

#### **4.3. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.**

En este apartado, luego de haber realizado el Diagrama de Flujo, SIPOC y la medición de tiempos, se pretende analizar la alternativa de solución que se ajuste a las mejoras que se implementen en favor de la reducción de los tiempos de espera en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial, por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Para esto, se realizó un Diagrama de Ishikawa, con sus respectivos diagramas de Pareto, hasta aplicar la ley 80/20.

Así, en relación con el análisis causa –efecto de la problemática en la reducción del tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación de servicios de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, se evidencia que no existen un estudio que permita reconocerlos e identificarlos en el conjunto de actividades que comprenden el proceso de reparación de equipos, partes o piezas que, en materia de refrigeración industrial, lleva a cabo la referida empresa. Por esto, se producen aumentos en los tiempos de respuesta para la prestación del referido servicio y en los costos operativos

En esta perspectiva, se presenta el diagrama Ishikawa (Figura 18), el cual muestra las causas encontradas para el desarrollo de esta etapa del proyecto, en cuanto a maquinaria, mano de obra, medio ambiente, medición, materiales y metodología. Estas causas fueron señaladas en una primera reunión del equipo de trabajo de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. El análisis de cada uno de los factores o causas, para cada uno de los componentes del diagrama, serán analizadas posteriormente.

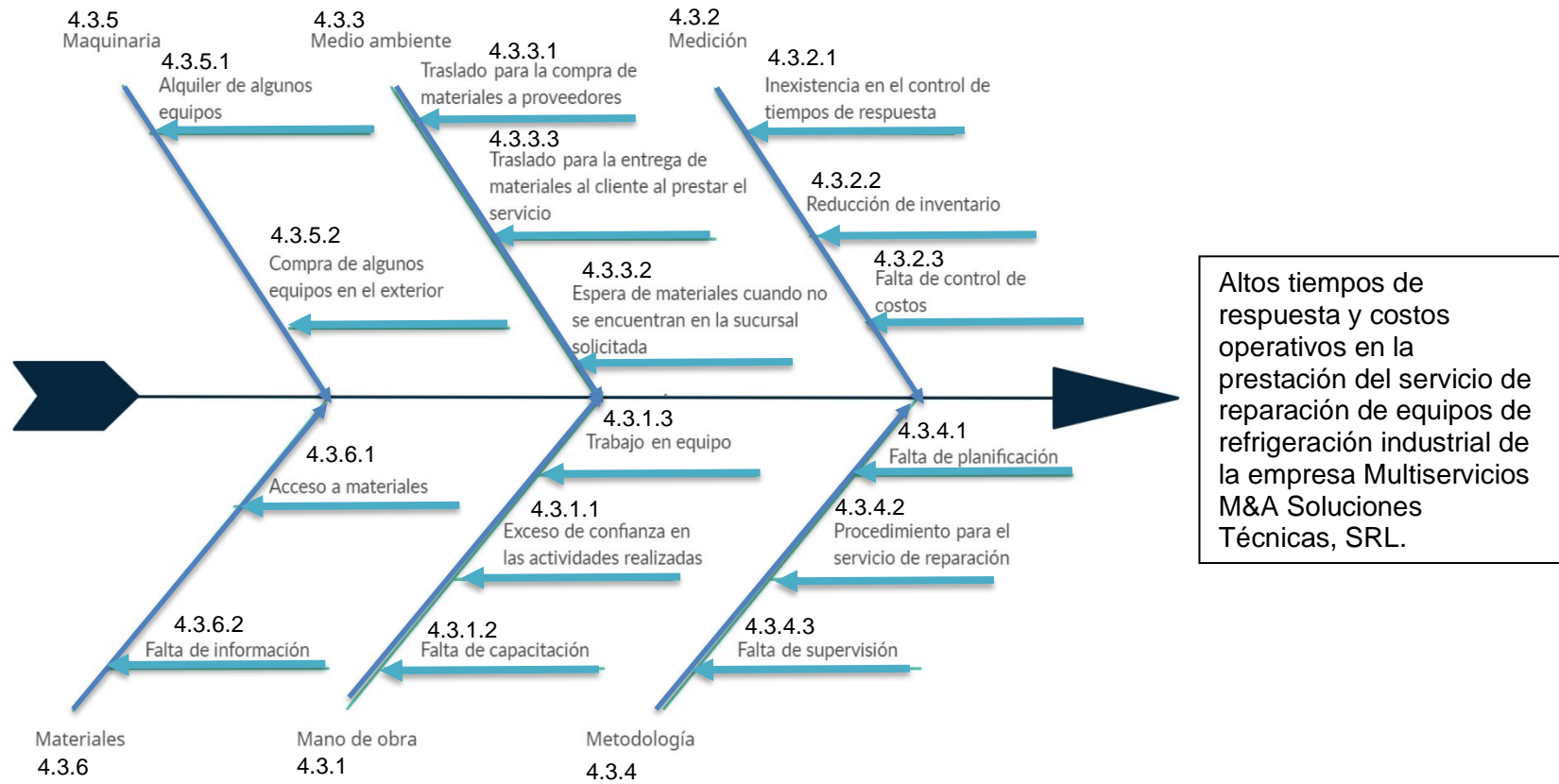


Figura 18. Diagrama de Ishikawa del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

De conformidad con el diagrama anterior, cabe resaltar que se identificaron dieciséis causas en total que conmueven el incumplimiento de la gestión en las entregas de los pedidos despachados desde el Centro de Distribución de la Caja Costarricense del Seguro Social, las cuales se clasifican de la siguiente manera y que seguidamente se ampliarán.

- Maquinaria, muestra dos sub-causas.
- Medio ambiente, muestra tres sub-causas.
- Medición, muestra tres sub-causas.
- Materiales, muestra dos sub-causas.
- Mano de Obra, muestra tres sub-causas.
- Metodología, muestra tres sub-causas.

A continuación, se refleja la frecuencia absoluta y relativa de estas sub-causas en el siguiente resumen de las frecuencias de los elementos, en lo que se denomina también diagrama de Pareto.

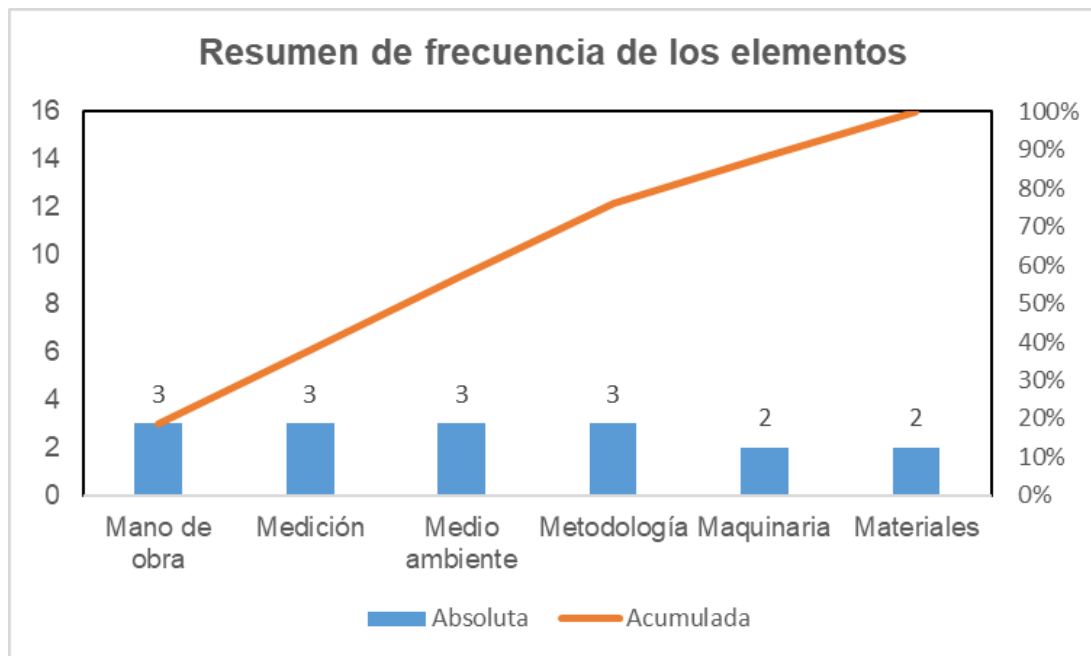


Figura 19. Diagrama de Pareto del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo observado en la Figura 19, el diagrama de Pareto del proyecto presenta, de forma descendente, las frecuencias de los elementos que constituyeron el diagrama de Ishikawa, en relación con las seis M que conforman el mismo, entre las que se mencionan Mano de obra, Medición, Medio ambiente, Metodología, Maquinaria y Materiales. En este sentido, se siguió este orden para atender la prioridad de la etapa de análisis de la investigación.

#### **4.3.1 Mano de obra**

En cuanto a este factor, una de las principales causas detectadas corresponde con el exceso de confianza en las actividades realizadas. Lo anterior significa que, como el técnico de la empresa se encarga de efectuar los servicios a los clientes y, por el tiempo de relación que tiene Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL con los mismos, puede estar ocurriendo que las actividades o tareas consuman mayor tiempo del previsto para ello, lo que trae como consecuencia el aumento en el tiempo de respuesta, de los costos operativos, así como, paulatinamente, la insatisfacción del cliente por el exceso de confianza del técnico en las instalaciones donde se presta el servicio de reparación.

Al respecto, (Núñez, 2021), gerente de la empresa, manifestó en entrevista personal que todos los miembros que constituyen el personal aún laboran en la compañía forman parte de la misma desde su creación desde el año 2018.

De igual manera, se consultó a los miembros de la empresa por la capacitación en el área de reparación de equipos de refrigeración industrial, o bien, en el caso de la recepcionista, en el área de servicio y atención al cliente. En ambos casos, la respuesta fue que, desde la creación de Multiservicios

M&A Soluciones Técnicas, solo se ha recibido capacitación cuando el cliente lo solicita (Figura 20). Sin embargo, es importante resaltar que la capacitación permite que el personal se mantenga en la categoría de calificado para poder prestar sus servicios a los clientes.



Figura 20. Ejemplo de solicitud de capacitación por parte del cliente para el técnico en refrigeración industrial.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Cabe resaltar que estos cursos o capacitaciones solicitados por los clientes, son necesarios para poder conservar la categoría de contratista de una determinada empresa a la que se le presta el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, tal como se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Carné que evidencia el acceso del técnico de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL a las instalaciones de un cliente.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

En consecuencia, resulta importante mantenerse actualizado de acuerdo con la labor que cada miembro de la empresa realiza, porque la capacitación permite realizar sugerencias que pueden resultar o traducirse en mejoras en cuando a los procedimientos y, por tanto, satisfacción al cliente, tiempos de respuesta más pertinentes, por la dinámica que se ha presentado en la actualidad, ya que, con la pandemia, los servicios de mantenimiento han sido suspendidos.

Así, si los miembros de la empresa se capacitan, pueden incorporar, para mejorar, acciones que repercuten en un mejor servicio al cliente, así como en la optimización de las labores de reparación de equipos de refrigeración industrial, ya que se pueden incluir nuevas herramientas, o bien el uso de tecnologías más avanzadas.

De igual manera, la mayor parte del tiempo, el técnico de la empresa es quien lleva a cabo gran parte de las tareas mostradas en el diagrama de flujo del proceso, lo que también influye en el aumento del tiempo de respuesta a los clientes y los costos operativos, ya que este especialista es quien devenga

el mayor salario en la empresa. Por tanto, el trabajo en equipo, redistribuir las tareas entre el técnico y la recepcionista, pudiera conllevar a mejoras en los tiempos y costos, lo que representaría un mayor ingreso para la organización.

#### **4.3.2 Medición**

En relación con este factor, anteriormente en Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., no se llevaba un control de tiempos de respuesta para cada una de las tareas inherentes con el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial. En este sentido, el Anexo 4 muestra la respuesta de la gerencia con respecto a esta causa.

Aunado a lo anterior, el hecho de que desde la pandemia solo se realice el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, condujo a la referida empresa a reducir progresivamente su inventario, con el objeto de disminuir los activos de la organización y garantizar liquidez para poder costear sueldos y salarios, así como otros gastos operativos, especialmente en lo concerniente al transporte para la compra de materiales, visitas de inspección a los clientes, así como la prestación de cada servicio. En este sentido, en la actualidad, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas solo cuenta con refrigerantes en el inventario y en una cantidad mínima.

A partir de lo anterior, al no controlar los tiempos de cada actividad del proceso y tener un inventario que cada vez se reduce más, tal como se muestra en la Figura 22, se requiere llevar a cabo un control de costos que permita constatar que, en efecto, estos o se han mantenido o aumentado, a partir de las decisiones tomadas por la pandemia.



Figura 22. Inventario Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL, setiembre de 2021 (válvulas, aceite y filtros).

Al respecto, en palabras del técnico de la empresa (Núñez, 2021), si bien los servicios de reparación han implicado mayores ingresos, es posible que, por no controlar la nueva logística del proceso, también se haya incurrido en el aumento de los costos operativos y de los tiempos de respuesta porque, al tener el servicio de mantenimiento, se ejecutaba este proceso de manera regular y se tenía acceso inmediato a las necesidades de los clientes.

Entonces, por la falta de mantenimiento, resulta imprevisto el daño o falla de los equipos, por lo que se necesita que el cliente realice la solicitud. Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., tampoco cuenta con un historial explícito u hoja de vida de los servicios prestados a los clientes, ya que estas listas de control también pudieran contribuir con la predicción del trabajo que pudieran requerir, ya que se conocería el tiempo de funcionamiento o cuándo se realizó la intervención inmediata pasada de un determinado equipo, parte o pieza.

Por tanto, las causas encontradas en este factor, pudieran estar incidiendo en el proceso de prestación de servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa Multiservicios M&A

Soluciones Técnicas, SRL., debido a que la medición es necesaria en toda organización para contar con un adecuado control de calidad.

#### **4.3.3 Medio ambiente**

Entre las causas encontradas para este factor, que representa el conjunto de valores naturales, sociales y culturales que pudieran estar afectando, o no, el proceso de prestación de servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, se resaltan aquellas relacionadas con el traslado de materiales.

En esta perspectiva, el traslado para la compra de materiales a proveedores constituye una sub-causa porque, con frecuencia, ocurre que el almacén en el que es comprado el equipo, partes o piezas, no representa el lugar destinado para el retiro de la mercancía, lo que trae como consecuencia demoras para recibir el o los productos y, posteriormente, llevarlos a la

empresa o cliente que solicitó el servicio de reparación (Figura 23).

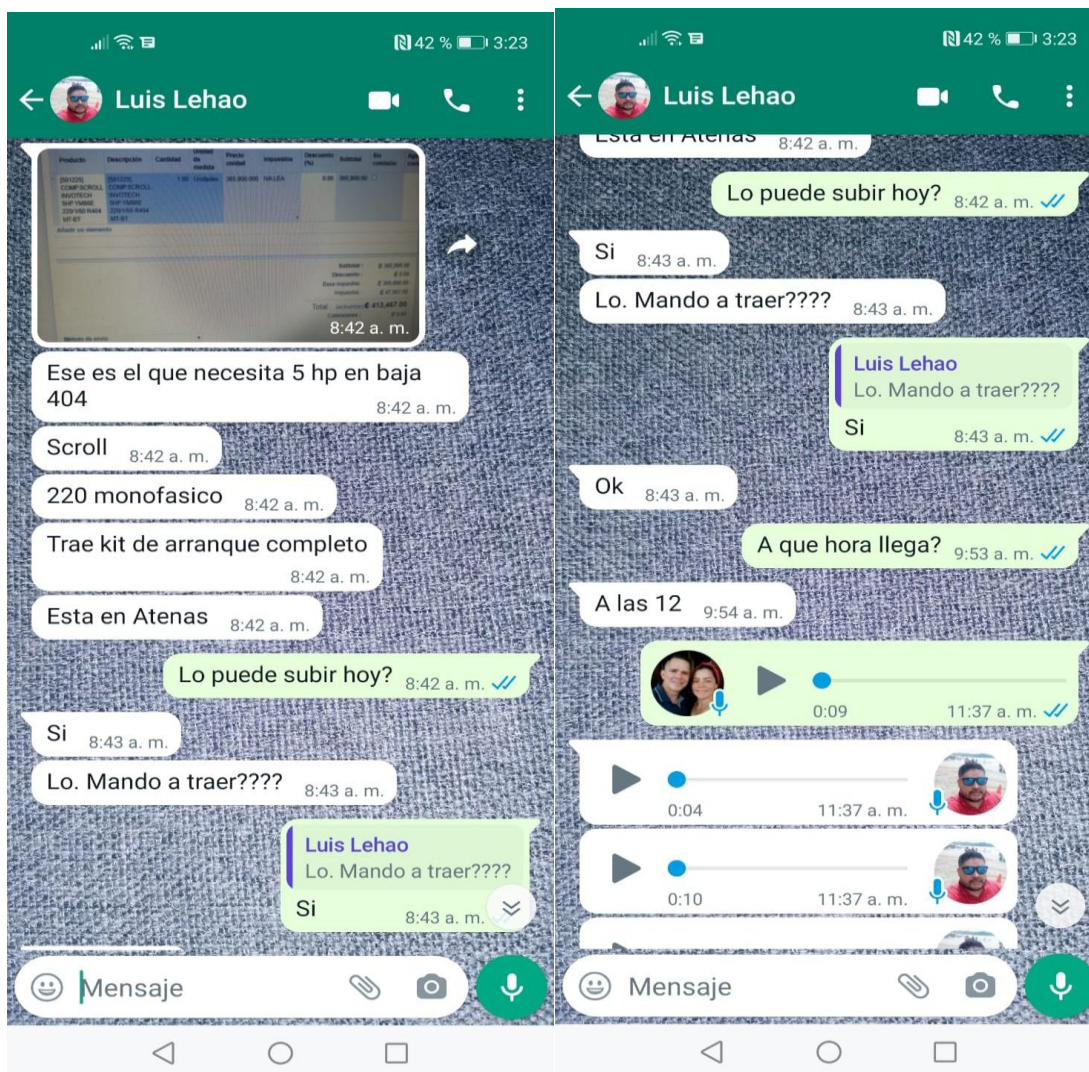


Figura 23. Ejemplo de almacenamiento de materia prima en otros depósitos del proveedor, originalmente ubicado en San Antonio de Belén.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En la Figura 23 se puede evidenciar no solo que lo solicitado al proveedor está en otra localidad y no originalmente en San Antonio de Belén

(Núñez, 2021), sino que indican que el mismo llegará a las 12:00 del mediodía. No obstante, en palabras del técnico de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, lo requerido llegó a la 1:00 p.m., lo que atrasó el inicio del servicio de reparación al cliente.

Cabe resaltar, con respecto a este punto que, aunque se solicite información al proveedor para el retiro del equipo, parte, pieza o material, en general, solicitado por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., no siempre se comunica con precisión el lugar en el que se debe realizar el retiro de la compra. Entonces, cuando el técnico llega al almacén indicado por el proveedor, se le notifica que no está en ese lugar y, por tanto, se pierde tiempo porque se debe movilizar a otro sitio hasta que le entreguen lo requerido.

Lo anterior también influye en el traslado para la entrega de materiales al cliente al prestar el servicio porque mientras mayor sea la demora cuando se compra lo solicitado al proveedor, la reparación se atrasa y puede coincidir con lo acordado con otro cliente, lo que influye en su nivel de satisfacción con Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

De igual manera, comenzar con retardo la reparación también influye en la logística de los procesos propios de la organización que representa al cliente, lo que también representa pérdida de tiempo, recursos materiales y humanos, necesarios para que estos presten su servicio como corresponde.

#### **4.3.4 Metodología**

Con miras a identificar los aspectos que influyen en relación con la documentación adecuada del proceso, se reconoció la falta de planificación o de registros que permitan sistematizar cada una de las solicitudes de los servicios requeridos por los clientes; aún más a partir de la pandemia en lo que el esquema de mantenimiento preventivo fue suspendido y solamente se

ejecuta el servicio de reparación de equipos, piezas o partes de refrigeración industrial.

Por consiguiente, tampoco se cuenta con el respectivo procedimiento para llevar a cabo el servicio de reparación. Si bien es cierto que el cliente solicita el servicio, se realiza el diagnóstico, se presenta la cotización, el cliente acepta o rechaza la misma y, en caso de aceptarla, se procede a comprar al proveedor lo necesario, no se lleva la sistematización de estas tareas.

Asimismo, es importante destacar que no todos los servicios de reparación son iguales, porque se adaptan a las necesidades de cada cliente, son diferentes equipos y procesos para los cuales se utilizan dichos equipos. No obstante, la sistematización de las tareas, mediante procedimientos, pudiera contribuir en la calidad del servicio prestado por la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL (Figura 24).

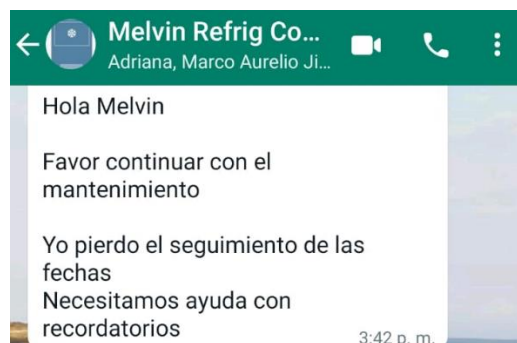


Figura 24. Comunicación con el técnico de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas en relación con el seguimiento de un servicio como evidencia de la necesidad de planificar, supervisar y monitorear las actividades llevadas a cabo por la empresa.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

A partir de lo anterior, queda evidenciada la falta de supervisión en las diferentes actividades que contemplan el proceso de prestación de servicio de

reparación de equipos de refrigeración, porque no se cuenta con la planificación ni los procedimientos que permitan que todo el personal esté consciente de lo que debe ejecutar para, con ello, contribuir al trabajo en equipo que siempre ha caracterizado a Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

#### **4.3.5 Maquinaria**

En este rubro, resulta oportuno entender que el mismo hace referencia a lo que Multiservicios M&A Soluciones Técnicas considera necesario para garantizar el mantenimiento preventivo, con el propósito de no generar alguna contingencia o problema para llevar a cabo sus trabajos.

Una de las acciones que considera Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., cuando no tiene sus equipos o herramientas a mano, es el alquiler de algunos equipos, lo que nunca ha ocurrido desde que inició sus labores en 2018, porque siempre se ha contado con las herramientas y demás materiales necesarios para cumplir con sus labores y satisfacer las necesidades de los clientes, tal como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Ejemplo de las herramientas utilizadas por el técnico en refrigeración industrial para llevar a cabo el servicio de reparación a los clientes.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

Asimismo, en circunstancias realmente extraordinarias, se ha recurrido a la compra de algunos equipos en el exterior lo que genera los retrasos que escapan del control tanto del cliente como de la empresa; más aún en pandemia. Un ejemplo de ello ocurrió este año (Figura 26). Se había pronosticado la prestación del servicio para dos semanas y, por la necesidad de comprar el equipo en el exterior, la ejecución del trabajo se llevó casi dos meses.

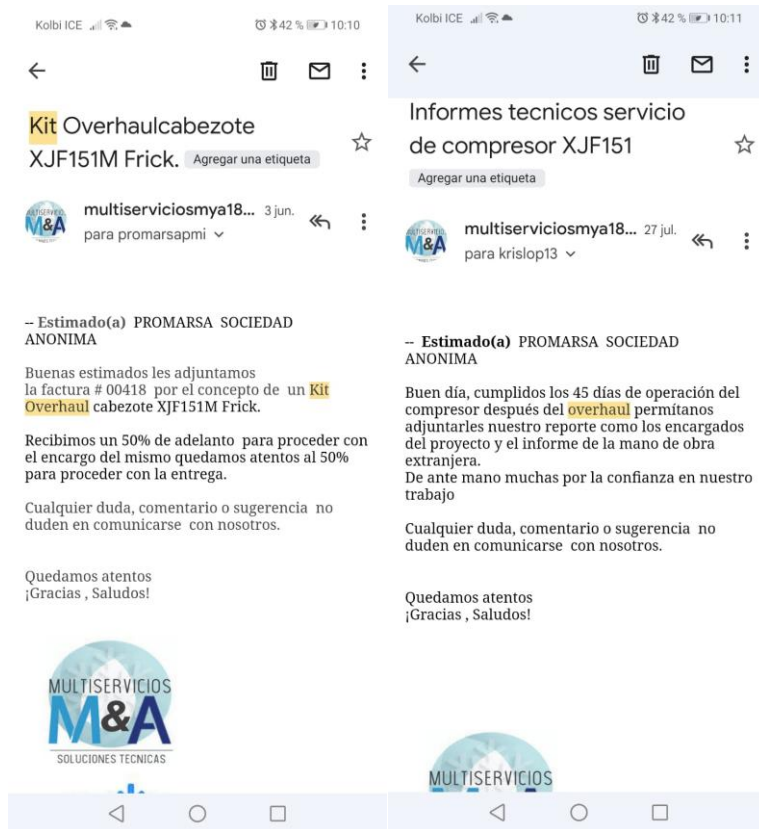


Figura 26. Experiencia de la compra de equipo en el exterior, por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fuente: Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Es de hacer notar que, con la pandemia, el ingreso y egreso de materiales, partes o equipos, se ha visto retrasado por los protocolos establecidos en materia de salud, los cuales eran desconocidos tanto por el cliente como por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

#### **4.3.6 Materiales**

Con respecto a este punto, se identifican aquellos aspectos que hacen posible, o no, la evaluación de lo inherentes con la materia prima en Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL. En este sentido, debido a que en la actualidad se presta el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, solo se tienen como sub-causas el acceso a los materiales y la falta de información.

En relación con el acceso a los materiales, estos son adquiridos por medio de los proveedores de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., tan pronto el cliente hace la solicitud del servicio. Esta modalidad de trabajo implica el que, en ocasiones, no se tenga acceso al material, equipo o parte porque el proveedor no dispone de este o, como se indicó anteriormente, al adquirirlo, este se encuentre en otro almacén distinto a aquel en el que se hizo la respectiva compra (Figura 23).

Lo anteriormente descrito también incide en la falta de información, porque no se tiene acceso al inventario de los proveedores y, aunque se realizan las preguntas correspondientes para la ubicación de la materia prima comprada, no siempre esta se encuentra disponible.

#### **4.4. CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERAN EL AUMENTO EN LOS TIEMPOS DE RESPUESTA Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL.**

En esta faceta del diagnóstico del proceso reparación de equipos de refrigeración industrial, se presenta, en primer lugar, el resultado de cada una de las causas y el peso ponderado asignado a cada una de estas que indica el impacto respectivo. Este peso se asignó, a partir de una segunda reunión del equipo de trabajo, constituido por el técnico y la recepcionista de la empresa, quienes laboran directamente en esta.

En el caso del administrador, este es contratado fundamentalmente para llevar a cabo lo referente a los impuestos de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, lo que quiere decir que no tiene participación directa en las actividades ni en el proceso.

Asimismo, es importante resaltar que, la información suministrada por el equipo de trabajo de la empresa se clasificó de acuerdo con la secuencia de causa y posterior a la ponderación de peso según el impacto de cada una de dichas causas surgidas en el diagrama Ishikawa.

Por tanto, se presenta el siguiente cuadro con las causas y la M correspondiente. Posteriormente, estas causas se cuantificarán y la información se trasladará al respectivo Diagrama Pareto para su análisis ulterior.

Cuadro 1.

## Causas del Diagrama Ishikawa.

<b>Nº</b>	<b>Causa encontrada</b>	<b>Clasificación</b>	<b>ID</b>
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	Mano de Obra	4.3.1.1
2	Falta de capacitación.	Mano de Obra	4.3.1.2
3	Trabajo en equipo.	Mano de Obra	4.3.1.3
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	Medición	4.3.2.1
5	Reducción del inventario.	Medición	4.3.2.2
6	Falta de control de costos.	Medición	4.3.2.3
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	Medio ambiente	4.3.3.1
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	Medio ambiente	4.3.3.2
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	Medio ambiente	4.3.3.3
10	Falta de planificación.	Metodología	4.3.4.1
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	Metodología	4.3.4.2
12	Falta de supervisión.	Metodología	4.3.4.3
13	Alquiler de algunos equipos.	Maquinaria	4.3.5.1
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	Maquinaria	4.3.5.2
15	Acceso a materiales.	Materiales	4.3.6.1
16	Falta de información.	Materiales	4.3.6.2

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Cuadro 1, se pueden identificar las causas establecidas en la reunión del equipo de trabajo. A continuación, se presenta el impacto dado a cada una de dichas causas, cuya contabilización y totalización se observa en el Anexo 5. Cabe resaltar que el impacto consta de un valor que oscila entre 2, para el mínimo impacto de la causa y 10, que representa el máximo valor de esta. Cabe resaltar que la escala varía de dos en dos, desde el valor mínimo al valor máximo.

Cuadro 2.

Causas del Diagrama Ishikawa, Grado de Impacto.

<b>Nº</b>	<b>Causa encontrada</b>	<b>ID</b>	<b>Impacto</b>	<b>% Acumulado</b>
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	4.3.2.1	10	12,2%
6	Falta de control de costos.	4.3.2.3	10	24,4%
10	Falta de planificación.	4.3.4.1	10	36,6%
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	4.3.4.2	8	46,4%
15	Acceso a materiales.	4.3.6.1	6	53,7%
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	4.3.3.1	6	61,0%
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	4.3.3.2	6	68,3%
16	Falta de información.	4.3.6.2	6	75,6%
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	4.3.3.3	6	82,9%
2	Falta de capacitación.	4.3.1.2	2	85,3%
3	Trabajo en equipo.	4.3.1.3	2	87,7%
5	Reducción del inventario.	4.3.2.2	2	90,1%
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	4.3.1.1	2	92,5%
12	Falta de supervisión.	4.3.4.3	2	94,9%
13	Alquiler de algunos equipos.	4.3.5.1	2	97,3%
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	4.3.5.2	2	100%
Total frecuencia grado de impacto			82	

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 2, que muestra la calificación para cada causa, cuya contabilización y totalización se puede observar en el Anexo 5, en función con el impacto determinado a partir de la segunda reunión del equipo de trabajo, se obtuvo un total de 82 puntos para las 16 causas identificadas por los miembros del personal operativo de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Entre las principales causas destacan la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la falta de control de costos (4.3.2.3), la falta de planificación (4.3.4.1), el desconocimiento del procedimiento para el servicio de reparación (4.3.4.2), el acceso a materiales (4.3.6.1), el traslado para la compra de materiales a proveedores (4.3.3.1), la espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada (4.3.3.2), la falta de información (4.3.6.2) y el traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio (4.3.3.3).

Así, a partir de la información obtenida sobre el impacto de las causas, esta se presenta en el respectivo diagrama de Pareto (Figura 20).

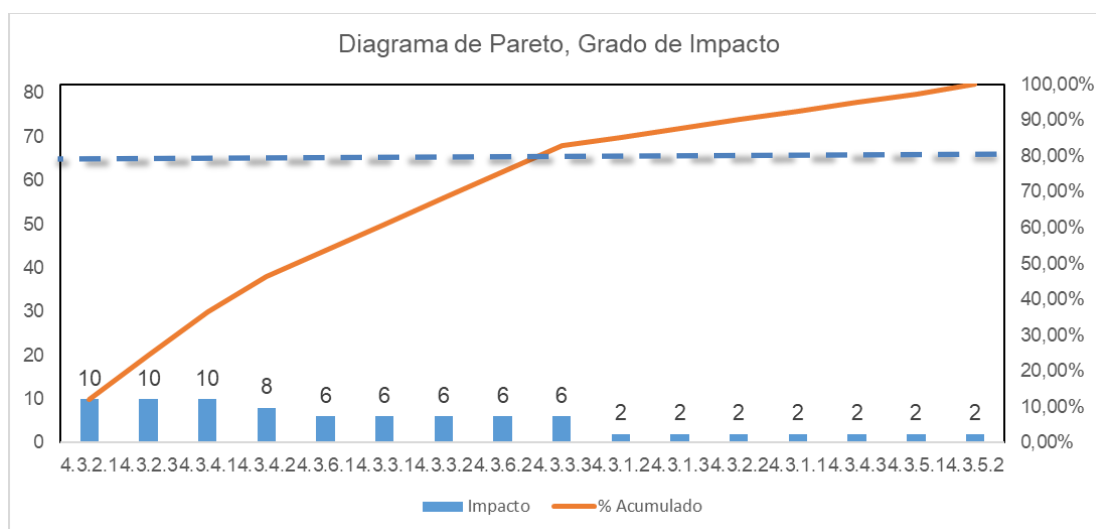


Figura 20. Diagrama de Pareto para el Grado de Impacto de las causas.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo observado en la Figura 20, se puede identificar que el 60% de las causas provocan el 40% del aumento en los tiempos de espera y costos operativos para el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. En consecuencia, para este caso, no aplica la ley 80-20 de Pareto.

Ahora, el Cuadro 3 presenta las causas en función de la frecuencia observada en un lapso de cuatro meses. Para ello, fue fundamental la información suministrada por el técnico de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Es importante resaltar que el valor mínimo para dichas frecuencias es 2 y el máximo 10, variando de dos en dos.

Cuadro 3.

Causas del Diagrama Ishikawa, Grado de Frecuencia.

<b>Nº</b>	<b>Causa encontrada</b>	<b>ID</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Acumulado</b>
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	4.3.2.1	10	10,6%
6	Falta de control de costos.	4.3.2.3	10	21,2%
10	Falta de planificación.	4.3.4.1	10	31,8%
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	4.3.4.2	10	42,4%
15	Acceso a materiales.	4.3.6.1	8	50,9%
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	4.3.3.1	8	59,4%
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	4.3.3.2	8	67,9%
16	Falta de información.	4.3.6.2	8	76,4%
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	4.3.3.3	8	84,9%
2	Falta de capacitación.	4.3.1.2	2	87,1%
3	Trabajo en equipo.	4.3.1.3	2	89,3%
5	Reducción del inventario.	4.3.2.2	2	91,5%
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	4.3.1.1	2	93,7%
12	Falta de supervisión.	4.3.4.3	2	95,9%
13	Alquiler de algunos equipos.	4.3.5.1	2	98,1%
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	4.3.5.2	2	100%
Total frecuencia grado de frecuencia			94	

Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anterior, se presenta el respectivo diagrama de Pareto en la Figura 21.

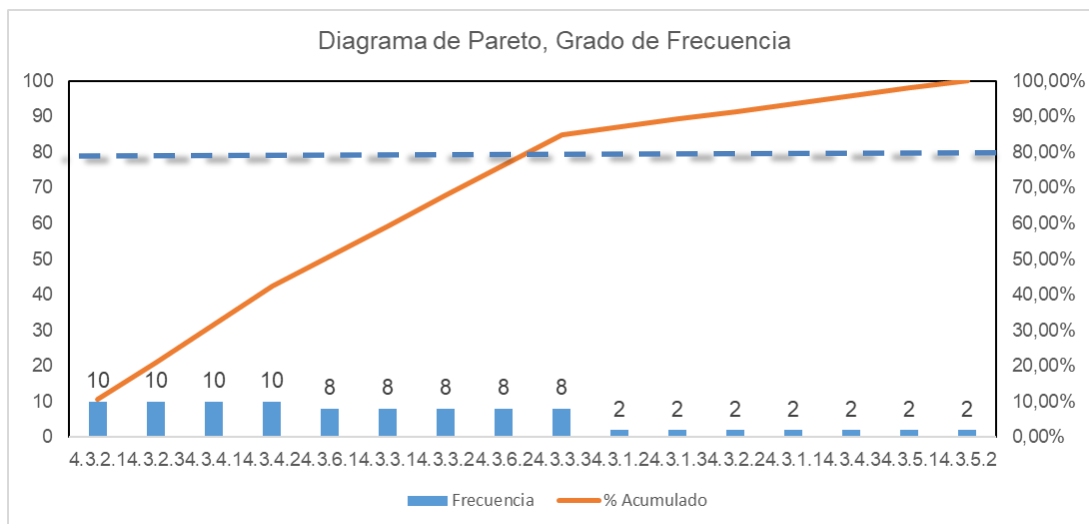


Figura 21. Diagrama de Pareto para el Grado de Frecuencia de las causas.  
Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo observado en la Figura 21, se puede identificar que el 80% de las causas provocan el 20% del aumento en los tiempos de espera y costos operativos para el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Las causas coinciden con las principales obtenidas para el grado de impacto. En consecuencia, para este caso, tampoco aplica la ley 80-20 de Pareto.

En función de lo mostrado en los cuadros 2 y 3, por no cumplirse la ley 80-20 de Pareto, se procedió a unificar las puntuaciones de las causas. Para llevar a cabo lo anterior, se multiplicaron los pesos de impacto por la frecuencia, para obtener el valor Número de Prioridad de Impacto (NPI), lo que se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4.

## Análisis de Causas Valor Número de Prioridad de Impacto (NPI)

Nº	Causa encontrada	ID	Impacto	Frecuencia	A*B=C	% Acumulado
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	4.3.2.1	10	10	100	15,4%
6	Falta de control de costos.	4.3.2.3	10	10	100	30,8%
10	Falta de planificación.	4.3.4.1	10	10	100	46,2%
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	4.3.4.2	8	10	80	58,5%
15	Acceso a materiales.	4.3.6.1	6	8	48	65,8%
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	4.3.3.1	6	8	48	73,2%
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	4.3.3.2	6	8	48	80,6%
16	Falta de información.	4.3.6.2	6	8	48	88,0%
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	4.3.3.3	6	8	48	95,4%
2	Falta de capacitación.	4.3.1.2	2	2	4	96,0%
3	Trabajo en equipo.	4.3.1.3	2	2	4	96,6%
5	Reducción del inventario.	4.3.2.2	2	2	4	97,2%
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	4.3.1.1	2	2	4	97,8%
12	Falta de supervisión.	4.3.4.3	2	2	4	98,4%
13	Alquiler de algunos equipos.	4.3.5.1	2	2	4	99,1%
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	4.3.5.2	2	2	4	100%
Total valor NPI			82	94	648	

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos del cuadro anterior, se procedió a elaborar el respectivo Diagrama Pareto para el Número de Prioridad de Impacto (Figura 22). Para tal fin, se unificaron los valores correspondientes de impacto y frecuencia.

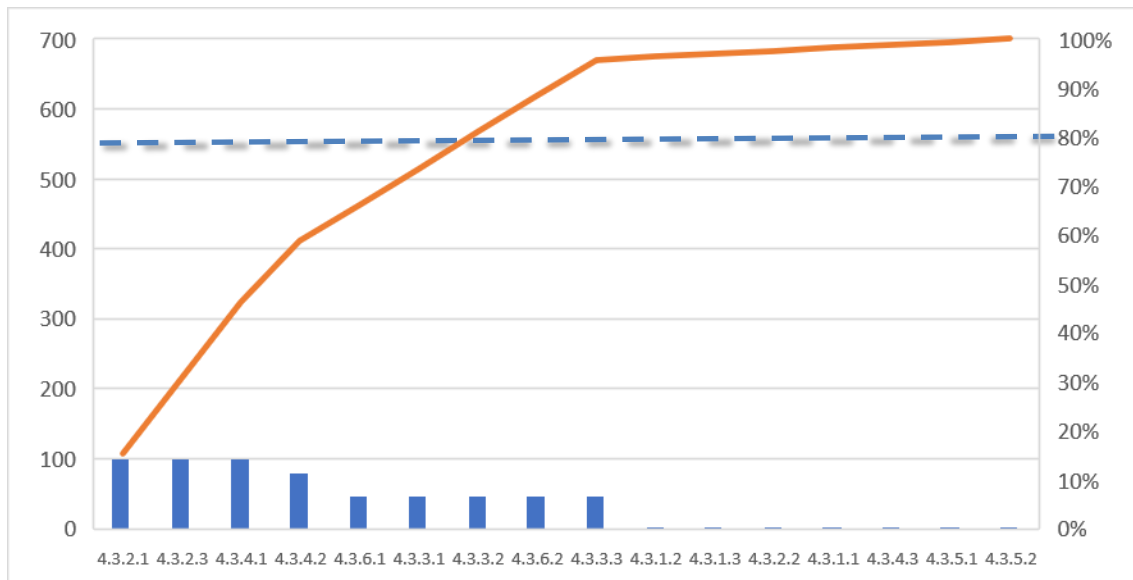


Figura 22. Diagrama de Pareto para el análisis de causas Valor Número de Prioridad de Impacto (NPI).

Fuente: Elaboración propia

De la Figura 22, se puede indicar que, para continuar con el análisis de las causas principales que representan el mayor peso, se obtuvo en esta ocasión que el 37,5% de las causas producen el 62,5% en el aumento en los tiempos de respuesta y costos operativos del proceso reparación de equipos de refrigeración industrial. Por tanto, tampoco aplica la ley Pareto 80-20.

En este orden de ideas, las causas de análisis fueron la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la falta de control de costos (4.3.2.3), la falta de planificación (4.3.4.1), el desconocimiento en el

procedimiento para el servicio de reparación (4.3.4.2), el acceso a materiales (4.3.6.1) y el traslado para la compra de materiales a proveedores (4.3.3.1).

En consecuencia, a partir de la información anterior, resulta oportuno realizar la consolidación de los datos con el objeto de obtener mayor confiabilidad. Para ello, se procedió a multiplicar el impacto (A) por la frecuencia (B) y por la duración (C), lo que se presenta en el Cuadro 5. Con esto, se obtuvo el número de prioridad de impacto con respecto para las variables consideradas anteriormente.

Cuadro 5.

## Análisis de Causas Consolidado Número de Prioridad de Impacto (NPI)

Nº	Causa encontrada	ID	Impacto	Frecuencia	Peso	A*B*C=D	% Acumulado
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	4.3.2.1	10	10	100	10000	19,28%
6	Falta de control de costos.	4.3.2.3	10	10	100	10000	38,56%
10	Falta de planificación.	4.3.4.1	10	10	100	10000	57,83%
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	4.3.4.2	8	10	80	6400	70,17%
15	Acceso a materiales.	4.3.6.1	6	8	48	3072	76,10%
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	4.3.3.1	6	8	48	3072	82,02%
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	4.3.3.2	6	8	48	3072	87,94%
16	Falta de información.	4.3.6.2	6	8	48	3072	93,86%
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	4.3.3.3	6	8	48	3072	99,78%
2	Falta de capacitación.	4.3.1.2	2	2	4	16	99,81%
3	Trabajo en equipo.	4.3.1.3	2	2	4	16	99,85%
5	Reducción del inventario.	4.3.2.2	2	2	4	16	99,88%
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	4.3.1.1	2	2	4	16	99,91%
12	Falta de supervisión.	4.3.4.3	2	2	4	16	99,94%
13	Alquiler de algunos equipos.	4.3.5.1	2	2	4	16	99,97%
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	4.3.5.2	2	2	4	16	100,00%
Total valor NPI			82	94	648	51872	

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información del Cuadro 5, se puede notar una simplificación de las causas. Sin embargo, para visualizar lo anterior, se presenta el Diagrama de Pareto correspondiente en la Figura 23.

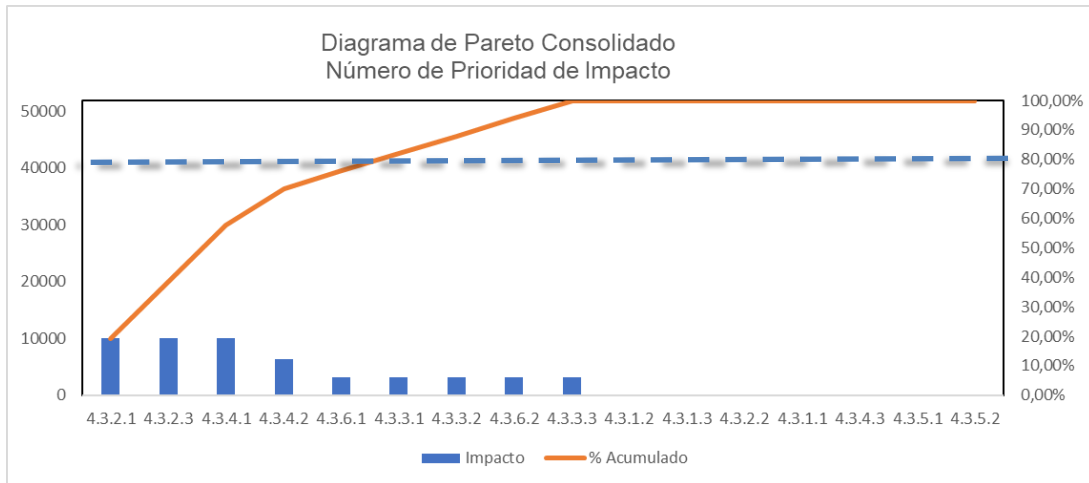


Figura 23. Diagrama de Pareto Consolidado Número de Prioridad de Impacto.  
Fuente: Elaboración propia

Así, de la Figura 23 se pueden identificar las principales causas que impactan en el aumento de los tiempos de respuesta y costos operativos del proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En este sentido, las causas fueron la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la falta de control de costos (4.3.2.3) y la falta de planificación (4.3.4.1). En consecuencia, estos representaron los pocos vitales (18,75%) que incluyen en los muchos triviales (81,25%).

Una vez obtenidas las causas que permiten aplicar la Ley de Pareto 80/20, se procede a efectuar un análisis acerca del impacto económico en los costos o gastos de operación. Esto se describe en la siguiente subsección.

#### **4.5 IMPACTO ECONÓMICO EN LOS GASTOS DE OPERACIÓN.**

En esta etapa, se procede a describir los aspectos fundamentales que constituyen los costos operativos del proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Estos están constituidos, fundamentalmente, por los salarios, las horas extras y el transporte empleado, tanto para la compra de materia prima, como para el traslado de las piezas, partes, equipos y demás materiales a las instalaciones del cliente con el propósito de llevar a cabo el servicio en cuestión.

##### **4.5.1. Salarios o costos por concepto de mano de obra.**

La empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., está constituida por una recepcionista, un contador que trabaja por servicios profesionales y el técnico en refrigeración industrial. A continuación, en el Cuadro 6 se muestra el salario neto por mes y por hora para cada uno de los miembros del personal.

Es de hacer notar que, para el cálculo del salario diario, se consideraron cuatro semanas, para un total de veintiocho días y, para el cálculo del salario por hora, el diario se dividió entre el equivalente a una jornada laboral de ocho horas.

Cuadro 6.

Salario neto mensual y por hora para los trabajadores de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

<b>Trabajador</b>	<b>Salario Neto Mensual</b>	<b>Salario Diario</b>	<b>Salario por hora</b>
Técnico	¢650 000	¢23 214,29	¢2 901,79
Recepcionista	¢500 000	¢17 857,14	¢2 232,14
Contador	¢28 250	¢1 008,93	¢126,12

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los salarios, estos se consideran como gastos por mano de obra, que representa el recurso humano que hace posible el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En general, si se multiplica el tiempo estándar de un ciclo de trabajo, que corresponde a 87,41 horas por el salario hora de cada uno de los miembros del personal de la referida empresa, el mismo equivale a ¢465 899,67. Si se realizara el cálculo por mes, el mismo tiene un valor de ¢1 178 250.

#### **4.5.2. Costos por concepto de horas extras o tiempo extraordinario.**

El tiempo extraordinario de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, lo lleva a cabo el técnico en refrigeración industrial. Se estima, con base en la revisión de los tiempos correspondientes con la actividad prestación del servicio, del proceso que actualmente lleva a cabo la referida empresa, que este tiempo equivale a 40 horas al mes, lo que, en costos, equivale a ¢116 071,6.

### 4.5.3. Costos por concepto de transporte.

Este rubro comprende el traslado del técnico para realizar las inspecciones de diagnóstico, una vez que el cliente ha solicitado el servicio, así como la movilización para las compras de los equipos, partes, piezas o materiales a los proveedores y la puesta de los mismos en las instalaciones físicas donde se repara el equipo de refrigeración industrial.

Con respecto a lo anterior, en entrevista realizada al técnico de la empresa, (Núñez, 2021), este manifestó que, en promedio, por semana, se gastan ₡46 000 en combustible, porque el vehículo utilizado para tal fin, que cuenta con motor para combustible Diesel, recorre 800 km, con un consumo de 75 litros. Al mes, este costo corresponde a ₡184 000.

Aunado a lo anterior, una vez al mes se le realiza mantenimiento preventivo al vehículo, el cual consiste en el cambio de aceite, por un monto de ₡54 000. Asimismo, durante el mes de setiembre se efectuó un mantenimiento mayor, con un valor de ₡1 000 000 (Anexo 6).

En resumen, el cuadro 7 muestra un resumen de los costos por concepto de transporte:

Cuadro 7.

Resumen de los costos mensuales por concepto de transporte.

<b>Rubro</b>	<b>Monto (colones)</b>
Combustible (Diesel)	₡ 184 000
Mantenimiento preventivo	₡ 54 000
Mantenimiento mayor (setiembre)	₡1 000000
<b>Total</b>	<b>₡1 238 000</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO.

Con base en las observaciones, entrevistas y mediciones llevadas a cabo para el proceso reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se recopiló la información necesaria que permitió identificar las principales causas que provocan el aumento en los tiempos de respuesta y los costos operativos.

En este orden de ideas, tanto el Diagrama de Flujo como el Diagrama SIPOC proporcionaron información visual sobre las tareas que actualmente se ejecutan para realizar el proceso reparación de equipos de refrigeración industrial.

De igual manera, el estudio de tiempos arrojó que el referido proceso tiene un ciclo estándar de 87,41 horas, lo que equivale a 3,64 días de 24 horas o bien a 10,92 días si se calcula sobre la base de la jornada laboral, de 8 horas diarias.

Asimismo, las actividades o tareas que presentan los mayores tiempos estándar de ejecución, en minutos, coinciden con lo descrito en cuanto a que la primera corresponde con el servicio de garantía, el cual tiene un tiempo estándar de 4924,8 minutos, mientras que la prestación del servicio de reparación tiene un tiempo estándar de 571,56 minutos, la compra de materiales le sigue con 430,92 minutos y la inspección diagnóstica dura, en promedio, 198,36 minutos. Las demás tareas están muy por debajo de estos tiempos, para un tiempo total de ciclo de 6178,4808 minutos.

Cabe resaltar que las herramientas utilizadas para el diagnóstico, permitieron identificar que las tareas inspección diagnóstica para verificar las necesidades de materiales para el servicio de reparación de los equipos de refrigeración industrial, compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores y la garantía post-servicio, que tiene un tiempo constante de 4320 minutos, son aquellas que presentan la mayor duración y, por tanto, pueden

ser objeto de mejoras para la reducción de los mismos y, en consecuencia, de los costos operativos para el proceso de prestación de servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial para la referida empresa.

No obstante, luego de haber realizado los Diagramas de Flujo y SIPOC, así como el estudio de tiempos para el proceso objeto de estudio, se procedió a elaborar el Diagrama de Ishikawa, para lo que se contó con la participación del personal que labora directamente con las tareas concernientes a la reparación de equipos de refrigeración industrial, el cual realizó reuniones del equipo de trabajo.

Del referido diagrama, se obtuvieron en total 16 causas que causan el efecto del aumento en los tiempos de respuesta y los costos operativos para el proceso estudiado. De estas causas, Maquinaria, mostró dos sub-causas, Medio ambiente, tres sub-causas, Medición, tres sub-causas, Materiales, dos sub-causas, Mano de Obra, tres sub-causas y, Metodología, tres sub-causas.

A partir del Diagrama de Ishikawa, se elaboraron los Diagramas de Pareto hasta lograr la aplicación de la Ley 80/20, de manera que, de las seis causas que inicialmente pudieran estar ocasionando el efecto a mejorar, al final se lograron identificar tres, entre las que se mencionan la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la falta de control de costos (4.3.2.3) y la falta de planificación (4.3.4.1), que representan los pocos vitales (18,75%) que incluyen en los muchos triviales (81,25%).

Por otra parte, se estimaron los costos operativos actuales de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL. En salarios, mensualmente este corresponde con ₡1 178 250, el tiempo extraordinario, al mes tiene un valor de ₡116 071,6 y en transporte, el mes de setiembre, el gasto incurrido fue por un monto de ₡1 238 000 colones, debido a que se le realizó un ajuste de piezas al vehículo por un total de ₡1 000 000.

Por tanto, con las herramientas aplicadas, así como la observación y las entrevistas, se diagnosticó el proceso actual de prestación de servicios de

reparación de equipos de refrigeración industrial, se midieron los respectivos tiempos de respuesta promedios y estándar para dicho proceso, además de haber analizado las alternativas de solución que sean objeto de mejoras a implementar en favor de la reducción de los tiempos de espera y los costos operativos en los que está incurriendo Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL..

## **CAPITULO V**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1 PROPUESTAS

En esta sección del trabajo, se desarrolla una propuesta de mejora, con el propósito de reducir las causas de mayor relevancia que fueron identificadas en el análisis del respectivo capítulo. En este sentido, las propuestas que se describen, permiten visualizar el plan de implementación viable para la resolución de las causas más importantes. Posteriormente, se muestra las propuestas con una visión costo-beneficio.

En consecuencia, se presenta la metodología a seguir para el diseño de la propuesta en el Cuadro 8:

Cuadro 8.

Metodología de las propuestas de mejora

<b>Nombre de la propuesta</b>	<b>Causa de impacto</b>	<b>Nº de causa</b>	<b>% de impacto</b>
5.1.1. Control de tiempos de respuesta.	Inexistencia de control de tiempos de respuesta	4.3.2.1	19,28%
5.1.2. Control de costos.	Falta de control de costos	4.3.2.3	19,28%
5.1.3. Planificación.	Falta de planificación.	4.3.4.1	19,28%
<b>TOTAL</b>			<b>57,84%</b>

Luego de haber presentado en el Cuadro 8 las propuestas para cada una de las causas de impacto, con sus respectivos números y porcentajes, se

describe cada una de las alternativas para mejorar estas situaciones que se presentan en Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

#### **5.1.1. Control de tiempos de respuesta.**

Esta propuesta de mejora, pretende resolver la causa que corresponde con la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la cual tiene una puntuación dentro del consolidado de causas Número de Prioridades de Impacto (NPI) de 10 000 puntos, con un valor acumulado de 19,28% en el impacto de la mejora de la reducción de los tiempos de respuesta, así como los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial que lleva a cabo la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Como se describió en el capítulo anterior, esta causa se origina por el cambio en la prestación del servicio, ya que actualmente, solo se presta el servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial. Anteriormente, cuando se realizaba el mantenimiento de los equipos, existía un control con los clientes para tener los equipos funcionando de manera regular.

No obstante, con las reparaciones, siempre surgen solicitudes imprevistas por parte de los clientes, cuando ocurre el daño del equipo, parte o pieza de refrigeración, lo que implica un mantenimiento correctivo, en lugar del preventivo que se realizaba de acuerdo con el tiempo de vida útil de dichos equipos.

Es de hacer notar que el control de tiempo resulta importante, porque aumenta la eficacia y, por tanto, la rentabilidad, la eficiencia del proyecto, la gestión de la capacidad, el progreso del proyecto y la transparencia; es decir, el control de tiempo repercute en la organización, la planificación, así como en la optimización de los procesos de la empresa.

En este orden de ideas, se debe tener presente la planificación de cuánto tiempo debe llevar cada tarea y actividad. Luego, se programan las tareas, lo que debe incluir quién completará qué y cuándo. Además, es importante realizar una supervisión del tiempo real empleado, de manera que se pueda llevar un control del cronograma general del proyecto. Esto permite garantizar que el tiempo real empleado en las tareas no exceda el presupuesto.

En consecuencia, se propone una actualización en el Diagrama de Flujo y en el Diagrama SIPOC con las actividades reales, así como los tiempos estándar de cada una de estas para, posteriormente, medir de nuevo los tiempos, así como los costos asociados con cada tarea, una vez establecidos los cambios sugeridos en el proyecto.

A continuación, se presenta el Diagrama de Flujo sugerido para la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas

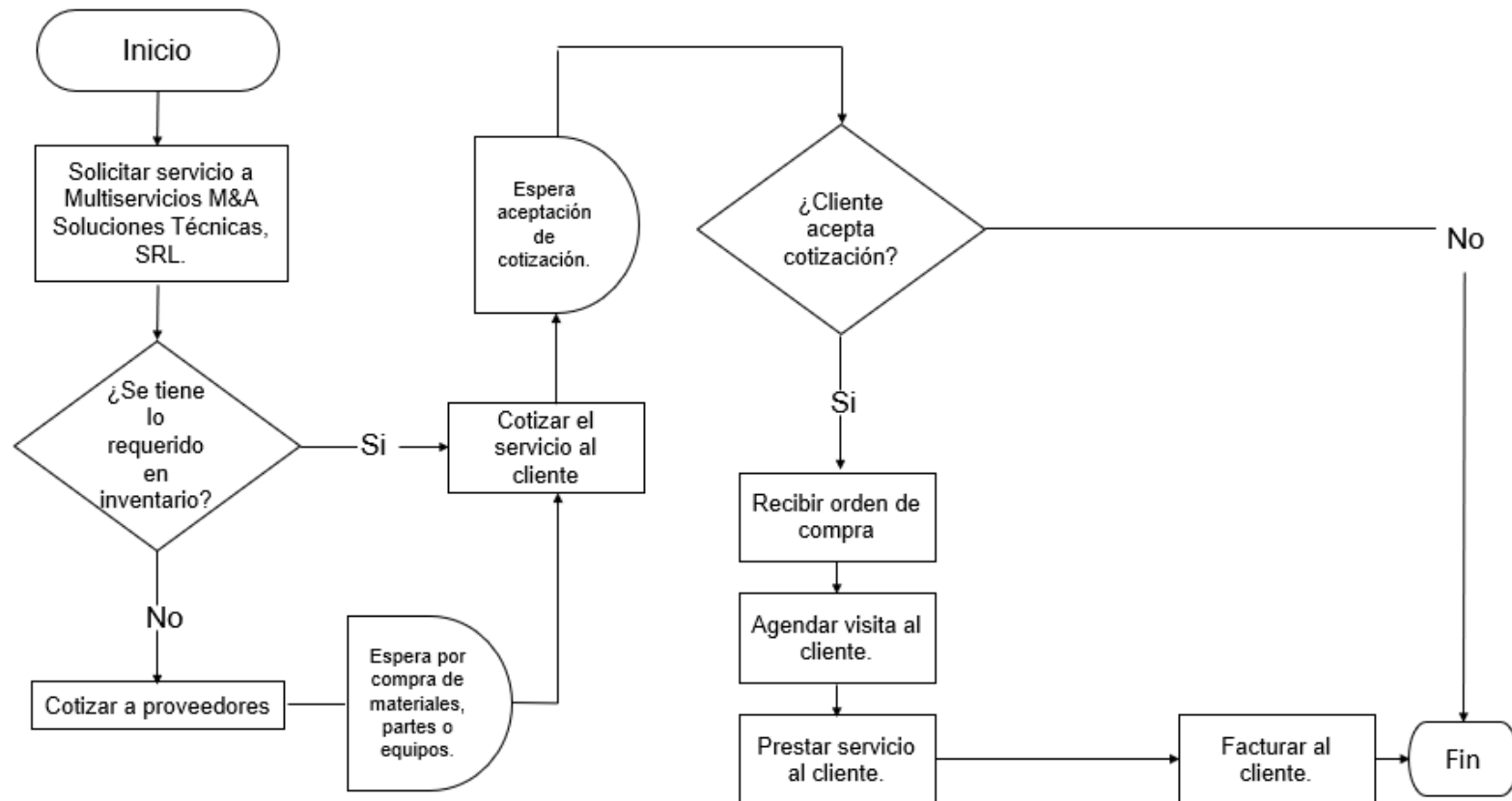


Figura 25. Diagrama de Flujo Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse, el diagrama de Flujo actualizado solamente refleja un cambio en la demora del servicio de garantía. Sin embargo, en la secuencia de las acciones también se realiza una modificación, como se describe a continuación.

- 1) **Solicitud del servicio a la empresa Multiservicios M&A soluciones técnicas:** este paso representa el inicio del proceso, el cual comienza cuando el cliente realiza contacto vía telefónica o correo electrónico, con la recepcionista, para solicitar el servicio de reparación en algún equipo de refrigeración industrial.
- 2) **Diagnóstico del servicio solicitado:** el Departamento de Servicio Técnico, una vez que ha diagnosticado el problema planteado por el cliente, en visita de inspección, identifica los equipos, partes o materiales que requiere para solventar el arreglo del equipo. Luego, entrega a la recepcionista el listado de partes o equipos requeridos para realizar el servicio técnico.
- 3) **Revisión del inventario:** la recepcionista, procede a verificar el inventario para constatar la existencia de la pieza o material.
- 4) **Solicitud de cotizaciones de equipos, partes o materiales a proveedores:** este proceso solo se realiza cuando no se cuenta con la parte o el material en el inventario. Esta actividad se modifica, en tanto no se realiza la cotización hasta tener el monto del equipo a reparar, así como su ubicación, de manera que se incluya el servicio de transporte que implica retirar el material solicitado al proveedor.
- 5) **Elaboración de cotización al cliente:** la recepcionista o el técnico, en la mayoría de los casos, procede a elaborar la respectiva cotización, una vez que se tienen todos los costos del equipo a reparar, así como los gastos por concepto de transporte de tales materiales. Una vez enviada la cotización al cliente, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, queda a la espera de la aprobación o el rechazo de esta, por parte del cliente.

- 6) **Recepción de orden de compra:** si la empresa aprueba la cotización, entonces la recepcionista procesa la orden de compra.
- 7) **Compra de materiales:** una vez que se han solicitado los equipos, partes o materiales a los proveedores, se procede con la compra de los mismos. Esta tarea, por lo general, la realiza el técnico de la empresa. Es de hacer notar que la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se hace cargo del transporte para la búsqueda de los equipos, partes o materiales solicitados a los proveedores, lo que representa un tiempo de espera tanto en el mapa de procesos como en el diagrama de flujo.
- 8) **Agenda de la hora y día del servicio:** cuando se tienen los materiales, las partes y los equipos, el técnico en refrigeración industrial agenda, con el cliente, la hora y día para realizar el servicio.
- 9) **Reparación de equipos, partes o materiales:** este proceso implica el cambio de partes o de un equipo, si fuere el caso, recargas, entre otras acciones, necesarias para la puesta en marcha, de acuerdo con las especificaciones del cliente.
- 10) **Inspección del trabajo:** corresponde con la espera, una vez que se ha puesto en marcha el equipo de refrigeración industrial al que se le ha realizado la reparación, luego de su puesta en marcha. La garantía queda otorgada al cliente, sigue siendo de 72 horas. Es de hacer notar que, en caso de requerirse alguna corrección, esta se realiza sin costo adicional.
- 11) **Facturación:** esta tarea corresponde con otra modificación del diagrama de flujos que anteriormente se tenía en la empresa. En este sentido, se factura una vez realizado el servicio de reparación, enfatizando que el cliente sigue contando con la garantía de puesta en marcha.

En atención a los cambios realizados en el diagrama de flujos, se espera contribuir en la reducción de tiempos porque, en primer lugar, el servicio comienza a prestarse una vez que se tengan los equipos, partes,

piezas o materiales a la mano, siempre y cuando el cliente apruebe la respectiva cotización.

En consecuencia, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, al agendar la prestación del servicio, ocupará el tiempo real, a diferencia de lo que estaba ocurriendo anteriormente, debido a que, el cliente aceptaba la cotización y la empresa iniciaba las actividades de compra a los proveedores, invirtiendo tiempo de espera, así como gastos de transporte, ubicando las partes o equipos comprados para realizar la reparación.

Otro de los cambios propuestos en el diagrama de flujo es la eliminación en el tiempo de facturación. Esto significa que, una vez concluida la reparación, se procede a entregar la factura al cliente, sin que esto menoscabe la garantía ofrecida por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Estos cambios pretenden reducir los tiempos estándar en las tareas de 430,9 minutos que, actualmente, se suman al ciclo del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial que presta Multiservicios M&A Soluciones Técnicas. Asimismo, se reduce de este ciclo, el tiempo de garantía, cuyo valor estándar es de 4924,8 minutos. Esto, porque luego del referido tiempo de garantía, se procedía con la tarea de facturación.

En consecuencia, el tiempo de 6178,6 minutos de duración del ciclo, quedaría reducido a 822,9 minutos, lo que representa, en términos porcentuales, una reducción de hasta un 86,7% del tiempo que en la actualidad se invierte en el proceso de prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

En función de lo anterior, es importante aclarar que se reduce, efectivamente, el tiempo que corresponde con la garantía, en lo que respecta al ciclo de los tiempos estándar. Sin embargo, en lo referente a la reducción del tiempo destinado para la compra de materiales o equipos a los proveedores, este no se elimina del todo, aunque es conveniente, así como pertinente, incluirlo en el control de gastos y de planificación de la producción,

para que se genere una reducción efectiva, en beneficio tanto de los clientes, como para Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Por lo tanto, es importante medir, luego de la implementación de esta mejora, el tiempo que se destine para la tarea compra de materiales, piezas, partes o equipos de refrigeración industrial a los proveedores, de manera que se realice un seguimiento y, en efecto, resulte inferior al actual de 430,9 minutos y, de esta manera, se tenga el verdadero porcentaje en la reducción de tiempo para la prestación del servicio por parte de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

### **5.1.2. Control de costos.**

Esta propuesta de mejora, pretende resolver la causa que corresponde con la falta de control de costos (4.3.2.3), la cual tiene una puntuación dentro del consolidado de causas Número de Prioridades de Impacto (NPI) de 10 000 puntos, con un valor acumulado de 19,28% en el impacto de la mejora de la reducción de los tiempos de respuesta, así como los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial que lleva a cabo la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En este orden de ideas, al realizar el análisis de los costos, en resumen, este resulta en ₡238 000 mensuales, procedentes del consumo de combustible y mantenimiento preventivo. De manera eventual, se tienen gastos por el orden de ₡ 1 000 000 cuando debe realizarse un mantenimiento más exhaustivo del vehículo destinado para las actividades de transporte de la empresa.

Sin embargo, cuando se realiza la compra de materiales, partes, piezas o equipos a los proveedores, se tiene que esperar mayor tiempo del ofrecido a Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., o bien se debe realizar una

movilización a otro lugar o almacén para retirar la orden de compra efectuada por la empresa, lo que genera un mayor consumo de combustible y disminuye la vida útil de las piezas del vehículo a las que se les hace mantenimiento preventivo.

En consecuencia, se sugiere, como acción de mejora, la implementación de un control de costos, que tenga en cuenta la relación 80/20. Esto significa que para el 80% del consumo que proviene de la compra de materiales, piezas, partes o equipos de refrigeración industrial, se destine un 20%, en efectivo, para el inventario de la empresa.

Por tanto, es de suma importancia que, una vez recibida la solicitud por parte del cliente, se verifiquen los costos ante los proveedores y se considere hasta un 20% adicional al precio del equipo a comprar para la prestación del servicio que lleva a cabo Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Este porcentaje del 20% sobre el precio de la materia prima tendría diferentes funciones tales como sufragar algún costo adicional emergente, ante la compra realizada por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., o bien para destinarlo al inventario, aunque, en la actualidad, no se considere cambiar liquidez por activo fijo, dada la situación de pandemia que se sigue suscitando no solo en Costa Rica, sino en el mundo entero.

Un ejemplo de lo anterior, se describe como sigue: si una pieza tiene un valor de ₡12 500, en la cotización que se vaya a realizar al cliente, se coloca un monto de ₡15 000, de manera que permita tener en cuenta alguna contingencia derivada del proceso de prestación de servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

Cabe resaltar que este control de costos debe llevarse de manera sistemática, mediante un programa como Microsoft Excel, de manera que, a través del uso de fórmulas, se tengan los valores de manera inmediata y esto no repercuta en forma negativa en los tiempos de respuesta a los clientes, en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

### **5.1.3. Planificación.**

Esta propuesta de mejora, pretende resolver la causa que corresponde con la falta de planificación (4.3.4.1), la cual tiene una puntuación dentro del consolidado de causas Número de Prioridades de Impacto (NPI) de 10 000 puntos, con un valor acumulado de 19,28% en el impacto de la mejora de la reducción de los tiempos de respuesta, así como los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial que lleva a cabo la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En este orden de ideas, la primera actividad a realizar para proponer esta acción de mejora, la constituye la capacitación del personal. Esto, con el propósito de comunicar los cambios realizados en el diagrama de flujo del proceso de prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, en atención de la necesidad de reducir los tiempos de respuesta y los costos operativos derivados del mismo y, en consecuencia, contribuir con los resultados óptimos del desarrollo del presente proyecto.

Posteriormente, se plantea la elaboración de un Diagrama de Gantt, para monitorear que las tareas sean realizadas por el trabajador respectivo, así como el tiempo de ejecución y el costo operativo asociado a la misma. El Diagrama de Gantt, con una frecuencia semanal, se presenta como sigue:

Cuadro 9.

Diagrama de Gantt semanal de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Actividad	Responsable	Inicio	Final	L	K	M	J	V	S
Solicitud por parte del cliente	Cliente, recepcionista.	L	S						
Revisión en inventario	Técnico	L	S						
Inspección diagnóstica	Técnico.	M	V						
Solicitud de presupuesto a proveedores	Técnico/recepcionista.								
Cotización al cliente	Técnico/recepcionista	K	V						
Agenda de la cita	Recepcionista.	M	J						
Compra a proveedores	Técnico.	M	S						
Prestación del servicio	Técnico.	J	S						
Garantía	Técnico/Gerente.								
Facturación	Recepcionista.								

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describe el desarrollo del Diagrama de Gantt, para cada una de las actividades.

- 1) Solicitud de servicio por parte del cliente, la recibe la recepcionista durante toda la semana; es decir, de lunes a sábado. Cabe resaltar que se procesarán en agenda hasta tres solicitudes para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial que puedan ejecutarse durante esa misma semana, para poder planificar la producción de la manera más óptima en atención a la reducción de los tiempos de respuesta y los costos operativos.

En el caso de recibir un número superior de solicitudes durante la semana, se tomará en cuenta la prioridad y la envergadura de la reparación a realizar, en función de priorizar los servicios por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas. Además, la priorización también puede tener como criterio el costo y accesibilidad en la compra de la materia prima, de manera que se puedan cumplir, al menos, tres reparaciones efectivas y concluidas, por semana.

Asimismo, cuando se reciban solicitudes, por parte de los clientes, a partir del día jueves o viernes, estas serán programadas, atendiendo a la prioridad respectiva, para la siguiente semana.

- 2) Revisión de inventario: esta actividad se lleva a cabo, aunque el inventario de la empresa es mínimo y solo se limita a consumir lo que queda; es decir, no alimentarlo nuevamente, ya que, por efecto de la pandemia, los clientes han eliminado el mantenimiento preventivo de sus equipos y, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas solo realiza, actualmente, el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial,

Por lo tanto, el tiempo en el que se lleva a cabo esta actividad del proceso es cada vez menor y, en general, no afecta significativamente, el tiempo total de la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, por tener un valor de 12,1 minutos.

Aunado a lo anterior, también resulta pertinente acotar que la revisión de inventario se ha establecido en el Diagrama de Gantt de lunes a sábado, período en el que se reciben solicitudes de clientes, lo que resulta pertinente en el proceso de la empresa.

- 3) Inspección diagnóstica: esta actividad ha sido programada para llevarse a cabo a partir del miércoles de cada semana y hasta el viernes en este mismo lapso. Esto significa, por ejemplo, que, si se reciben, al menos, dos solicitudes entre los días lunes y martes de cada semana, en zonas cercadas, se agendan estas inspecciones en una hoja de ruta para que el técnico lleve a cabo esta tarea de manera más organizada y se optimice el consumo de combustible en la movilización a estas empresas.

En el caso de que se reciban solicitudes por parte de los clientes y que estas empresas no pertenezcan a la misma zona, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas agendará la inspección hasta que se reciba, al menos, una segunda solicitud de otra empresa cercana.

De igual manera, con la hoja de ruta, se contribuye con la optimización del tiempo de respuesta, ya que, en una sola movilización, se atienden dos solicitudes, así como la compra de materia prima para la respectiva prestación del servicio.

Si fuere el caso y se reciben más de dos solicitudes, la esta tarea implicaría mayor optimización en la planificación y programación de las inspecciones diagnósticas que ha de realizar Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, así como en la organización para la compra de materiales, partes, piezas o equipos a los proveedores.

El cuadro 9 presenta un modelo de la hoja de ruta a utilizar en esta etapa del proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial realizado por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

Cuadro 9.

Modelo de hoja de ruta para Inspección Diagnóstica por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL:

<b>Fecha</b>	<b>Cliente</b>	<b>Zona</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observaciones</b>

Fuente: elaboración propia.

En relación con la columna zona del cuadro anterior, Multiservicios M&A Soluciones Técnicas puede optar por clasificar a su distinguida clientela mediante un sistema codificado por números y letras, de manera que se facilite el uso del formato denominado hoja de ruta.

En la columna referida a la descripción, se deben anotar los detalles del diagnóstico, los cuales, posteriormente, también han de ser clasificados para organizar la tarea relacionada con la compra de materiales, para la cual, también se sugiere emplear una hoja de ruta.

En este punto, lo ideal es que las inspecciones se realicen entre los días martes a jueves, o bien martes y jueves, con el objeto de organizar la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial durante la misma semana.

Sin embargo, se considera, inicialmente, incluir los días viernes, en caso de que se presente alguna eventualidad, emergencia o contingencia con alguno de los clientes y, en función de la naturaleza de la solicitud, proceder con la urgencia, si fuere la situación.

- 4) Solicitud de presupuesto a proveedores: una vez realizadas, al menos, dos inspecciones diagnósticas, deberán organizarse y clasificarse los

materiales, partes, piezas o equipos que serán solicitados a los proveedores para poder prestar el servicio.

En este orden de ideas, se solicitarán los presupuestos, de acuerdo con el proveedor y los suministros que ofrece. Esta tarea se realizará durante toda la semana. Asimismo, se le consultará no solamente la disponibilidad de la materia prima, sino su ubicación para poder programar la hoja de ruta de compra en la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas. Un modelo de hoja de ruta de compra propuesto, se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10.

Modelo de hoja de ruta para Inspección Diagnóstica por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL:

<b>Fecha</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Zona</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>	<b>20</b>	<b>Observaciones</b>

Fuente: elaboración propia.

En atención a lo presentado en el Cuadro 10, la hoja de ruta se organiza por proveedor, que también pueden seguir el sistema de codificación para su zonificación respectiva, con un sistema de números, letras o combinación de estos.

En la columna descripción, se listarán los materiales, partes, piezas o equipos a comprar. En la columna costo, el valor presupuestado por el proveedor y en la que indica 20, la consideración del 20% para inventario, de acuerdo con la propuesta de mejora descrita para el control de costos.

Igualmente, en la columna que se refiere a observaciones, se han de registrar los cambios de almacén de tales materiales, si fuere el caso. Así, se organiza la movilización para la compra de materiales de manera más efectiva y en una sola operación que contribuiría a reducir los tiempos de respuesta, así como los costos operativos en el proceso estudiado.

- 5) Cotización al cliente: al tener un estimado de los costos en los que incurre Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, procede a cotizar al cliente la solicitud realizada por este.

Es importante resaltar que, al menos, se deben realizar dos cotizaciones a clientes que se encuentren en una misma zona para agendar las respectivas citas en fechas, bien sean consecutivas o cercanas y realizar una sola movilización con los equipos, partes, piezas o materiales a los clientes, con el propósito de contribuir en la reducción de los tiempos de respuesta y costos operativos en la reparación de equipos de refrigeración industrial que realiza la empresa.

En cualquier caso, resulta apropiado recordar que se espera por la aprobación de la cotización efectuada por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, para proceder con la compra de materia prima, la movilización de la misma a las instalaciones del o de los clientes y, posteriormente, llevar a cabo la respectiva reparación.

- 6) Agenda de la cita: este paso deberá programarse cuando, al menos, dos clientes de una misma zona respondan de manera afirmativa; es decir, aprueben la cotización enviada por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL.

La observación anterior, se realiza en atención a la movilización requerida de la materia prima hasta las instalaciones del cliente, con el objeto de optimizar los costos en los que incurre la empresa por concepto de transporte.

Aunado a esto, si fuere el caso, dependiendo de la actividad a realizar como reparación, se prestaría el servicio a dos clientes en una misma fecha. De allí la importancia de codificar la regionalización de los clientes para que se desarrolle el proceso de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL, en forma óptima.

- 7) Compra a proveedores: para efectuar esta tarea, se debe utilizar la hoja de ruta, de manera que la movilización para la compra prima siga las pautas de la hoja de ruta. Asimismo, antes de llevar a cabo esta actividad, se sugiere volver a contactar a los proveedores, para verificar la existencia de los materiales a comprar, así como su disponibilidad y accesibilidad.

De no ser el caso, la ruta puede reajustarse para realizar las compras a aquellos proveedores que cuenten con lo requerido por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL y mejorar, en consecuencia, el tiempo de respuesta a los clientes.

Esta tarea se realizaría de miércoles a sábado, o se extendería de ser factible. Es importante resaltar que, con la hoja de ruta, se pueden establecer tendencias que permitan identificar cuáles proveedores aumentan el tiempo de respuesta para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, de manera que se hagan reajustes en la hoja de ruta y también se les otorgue el tiempo para que estas empresas tengan el producto listo cuando se realice la compra y búsqueda del mismo.

En este caso, sería oportuno utilizar un formato de tiempos que permita realizar los ajustes referidos en el párrafo anterior, como sigue:

Cuadro 11.

Tiempos de respuesta de los proveedores

Proveedor	Zona	Fecha solicitud	Fecha de compra	Tiempo	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

Con este cuadro se pueden identificar tendencias en la prestación de servicios de adquisición de materias primas requeridas por Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, de manera que se hagan los ajustes necesarios en la hoja de ruta de compras y garantizar un servicio óptimo a los clientes, minimizando los tiempos de respuesta en la reparación de equipos de refrigeración industrial.

- 8) Prestación del servicio: de acuerdo con lo programado en el Diagrama de Gantt, si el proceso inicia el lunes, entonces a partir del jueves se estaría prestando el servicio para la primera solicitud, el viernes para la segunda y así sucesivamente. No obstante, si se tienen los materiales necesarios para prestar el servicio antes de ese día agendado previamente en el Diagrama de Gantt, se llevaría a cabo la reparación, ajustando el cuadro semanal, para garantizar la organización del proceso.

En esta tarea del proceso de reparación de equipos de mantenimiento industrial, depende de la magnitud y naturaleza del servicio, el tiempo de ejecución del mismo. Esto modificaría el Diagrama de Gantt, si la reparación de mayor envergadura, lo que pudiera ocurrir si se tienen que adquirir los materiales, partes, piezas o equipos en el exterior.

- 9) Garantía: en esta etapa del proceso, se le ha de recordar al cliente que cuenta con la garantía posterior a la reparación, por un lapso de 72 horas.

Sin embargo, cambiarían las condiciones de facturación, sin detrimento de la calidad en el servicio prestado.

- 10) Facturación: una vez culminada la reparación, se factura el servicio al cliente, indicándole que goza de la garantía que caracteriza a la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En consecuencia, al incorporar controles en la planificación de la producción que, en este caso, se refiere a la reparación de equipos de refrigeración industrial, se procedería a identificar las rutas más óptimas de transporte, tanto para la compra de materiales a proveedores, como para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

Al efectuar las actividades de manera organizada, se pueden establecer tendencias tanto con los proveedores como con los clientes, lo que contribuiría en la reducción en los tiempos de respuesta como en los costos operativos por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Sin embargo, es importante que, ante la implementación de las mejoras, se debe verificar, asegurar, controlar y seguir los resultados. Esto puede llevarse a cabo con la aplicación de gráficos de control, así como las hojas de verificación.

En específico, se sugiere contabilizar los tiempos de cada tarea, volver a calcular el ciclo estándar del proceso, para obtener el nuevo tiempo de respuesta en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, lo que influye, de igual manera, en la disminución de los costos operativos de cada trabajo a cargo de la empresa.

De igual manera, para el seguimiento y revisión de resultados, se hace necesario llevar a cabo reuniones con los miembros del personal, quincenales, al igual que auditorías, con el propósito de verificar la eficacia y eficiencia de las mejoras, para redefinir las acciones, en caso de ser necesario.

Aunado a lo anterior, se sugiere consultar a los clientes, con un formulario de valoración del servicio prestado por la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Este formulario pudiera aplicarse de manera aleatoria, una vez realizadas y aplicadas las acciones de mejora. Un ejemplo de tal formulario se presenta a continuación, en el cuadro 12:

Cuadro 12.

Formulario de valoración del servicio para la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fecha	Grado de satisfacción con el servicio prestado					Observaciones
	E	MB	B	M	D	

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 12 se muestran escalas de valoración en la que la E significa excelente, MB, muy bueno; B, bueno, M, malo y D, deficiente. Es importante indicar, además, que en la columna observaciones indiquen si el tiempo de respuesta fue oportuno ante la solicitud realizada.

Ahora bien, en general, estas propuestas se relacionan porque al tener una planificación que responda a las necesidades de los clientes, en función de los tiempos de respuesta en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial, pero que contribuya también con la mejora en la reducción de costos para Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL., se logra, de forma implícita, el control de tiempo y de costos; más aún, desde que la empresa solo se limita al proceso de reparación como consecuencia de la suspensión del mantenimiento preventivo por parte de los clientes, ante la situación de pandemia.

Como consecuencia de estas propuestas, se realizó un monitoreo durante los meses de septiembre y octubre del presente año. El establecimiento de hojas de ruta permitió disminuir el consumo de combustible para las actividades de inspecciones diagnósticas, compra de materiales y reparaciones de equipos de refrigeración industrial.

En este sentido, el consumo en combustible disminuyó un 15% mensual. El costo por mantenimiento preventivo del vehículo se redujo porque el kilometraje recorrido durante las actividades de movilización de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. Durante el período monitoreado, solo se llevó a cabo un mantenimiento preventivo, en lugar de dos. No se realizó una reparación de envergadura en el vehículo utilizado para el transporte en este lapso. Esto se resume en el Cuadro 13.

#### Cuadro 13.

Resumen de los costos mensuales por concepto de transporte, luego de la implementación de las propuestas de mejora.

<b>Rubro</b>	<b>Monto (colones)</b>
Combustible (Diesel)	₡ 156 400
Mantenimiento preventivo	₡ 27 000
Mantenimiento mayor (setiembre)	₡ 0
<b>Total</b>	<b>₡ 183 400</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, si solo se consideran los costos mensuales ordinarios, como combustible y gastos por mantenimiento preventivo del transporte, la reducción de costos fue del 23%, lo que representa una primera mejora en la reducción de costos para Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

Aunado a lo anterior, durante el período estudiado, se produjo la mitad del costo por concepto de tiempos extra; es decir, de 40 horas, se contabilizaron solo 20 horas al mes, lo que, en costos, equivale a ₡ 58 035,8

o un 50% de reducción en los costos operativos de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

En consecuencia, el Cuadro 14 presenta los costos anteriores a la implementación de la propuesta y posterior a esta. Posteriormente, se describe el porcentaje general de reducción en los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial.

Cuadro 14.

Costos operativos antes y después de la implementación de las propuestas de mejora.

<b>Concepto</b>	<b>Costo Inicial</b>	<b>Costo Final</b>	<b>Porcentaje de reducción</b>
Sueldos y Salarios	₱1 178 250	₱1 178 250	0%
Combustible	₱ 184 000	₱ 156 400	15%
Mantenimiento preventivo	₱ 54 000	₱ 27 000	50%
Tiempo extra	₱ 116 071,6	₱ 58 035,8	50%

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en el cuadro 14, en materia de sueldos y salarios no se produjo reducción de costos, mientras que, en el rubro combustible, la reducción fue de un 15%; en cuanto al mantenimiento preventivo, la disminución fue del 50%, al igual que en los tiempos extra, lo que equivale, en promedio, a un decremento del 57,5% en los costos operativos de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas.

La información que hizo posible este cálculo fue recopilada en entrevista realizada a (Núñez, 2021), quien implementó, en primera instancia, la zonificación de los clientes para poder completar las hojas de ruta, las cuales, por los resultados obtenidos, han comenzado a mejorar el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial. Esto se observa en la Figura 26.

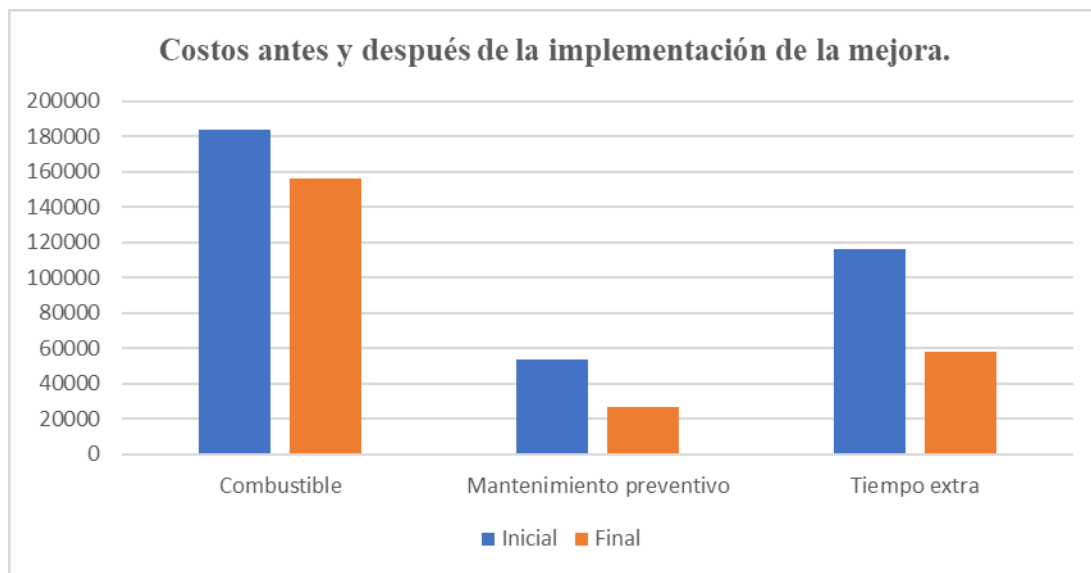


Figura 26. Costos antes y después de la implementación de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, durante este mismo período, se midieron los tiempos para cada una de las tareas que comprenden el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial. En específico, se realizó el monitoreo en las actividades de compra a proveedores, una vez implementada la mejora respectiva, ya que, el que correspondía con la garantía, fue eliminado del ciclo. Estos tiempos y, en específico, el referido a la compra de materiales, derivado de una nueva medición, se presentan en los Anexos 4 y 6, como valores promedio y estándar, respectivamente.

Así, se obtuvo un tiempo promedio de 339 minutos para la actividad compra de materiales, mientras que su valor estándar fue de 386 minutos. AL compararlo con el tiempo estándar de 430,9 minutos, antes de la implementación de la mejora, el porcentaje de reducción fue de 20%. Esto se puede apreciar en la Figura 27.

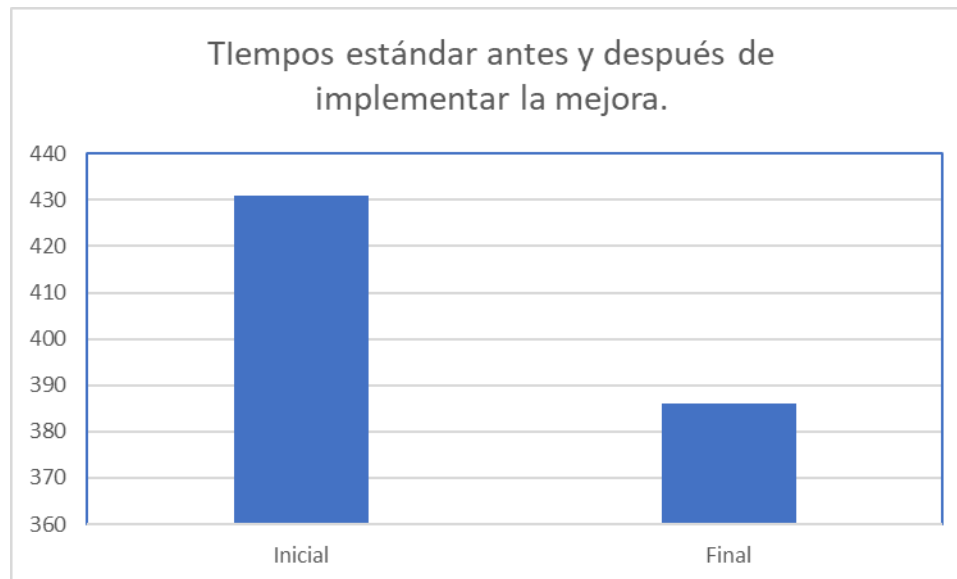


Figura 27. Tiempos estándar antes y después de la implementación de la mejora para la tarea Compra de materiales a proveedores por parte de Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, las propuestas de mejora, en esta etapa inicial de su implementación, están proporcionando respuestas a Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL. Así, se hace necesario continuar con el seguimiento y la ejecución de estas propuestas, de manera que la evaluación resulte más completa para orientar el proceso de toma de decisiones.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

En primer lugar, se recopiló la información necesaria que permitió la identificación de las principales causas que provocaban el aumento en los tiempos de respuesta y los costos operativos, luego de las observaciones, entrevistas y mediciones realizadas en el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Por lo tanto, la elaboración del Diagrama de Flujo y el Diagrama SIPOC proporcionaron información visual sobre las tareas que se estaban ejecutando para realizar el proceso de reparación de equipos de refrigeración industrial.

En relación con el estudio de tiempos, este arrojó que el referido proceso tenía, inicialmente un ciclo estándar de 87,41 horas, lo que equivale a 3,64 días de 24 horas o bien a 10,92 días si se calcula sobre la base de la jornada laboral, de 8 horas diarias.

Asimismo, las actividades o tareas que presentaban los mayores tiempos estándar de ejecución, en minutos, fueron el servicio de garantía, el cual tiene un tiempo estándar de 4924,8 minutos, así como la prestación del servicio de reparación tiene un tiempo estándar de 571,56 minutos, la compra de materiales le sigue con 430,92 minutos y la inspección diagnóstica tiene, en promedio, 198,36 minutos. Las demás tareas están muy por debajo de estos tiempos, para un tiempo total de ciclo de 6178,4808 minutos.

Cabe resaltar que las herramientas utilizadas para el diagnóstico, permitieron identificar que las tareas de inspección diagnóstica para verificar las necesidades de materiales para el servicio de reparación de los equipos de refrigeración industrial, compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores y la garantía post-servicio, que tiene un tiempo constante de 4320 minutos, pueden ser objeto de mejoras para la reducción de los mismos y, en consecuencia, de los costos operativos para el proceso de prestación de

servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial para la referida empresa.

No obstante, luego de haber realizado los Diagramas de Flujo y SIPOC, así como el estudio de tiempos para el proceso objeto de estudio, se procedió a elaborar el Diagrama de Ishikawa, para lo que se contó con la participación del personal que labora directamente con las tareas concernientes a la reparación de equipos de refrigeración industrial, el cual realizó reuniones del equipo de trabajo.

Del referido diagrama, se obtuvieron en total 16 causas que causan el efecto del aumento en los tiempos de respuesta y los costos operativos para el proceso estudiado. De estas causas, Maquinaria, mostró dos sub-causas, Medio ambiente, tres sub-causas, Medición, tres sub-causas, Materiales, dos sub-causas, Mano de Obra, tres sub-causas y, Metodología, tres sub-causas.

A partir del Diagrama de Ishikawa, se elaboraron los Diagramas de Pareto hasta lograr la aplicación de la Ley 80/20, de manera que, de las seis causas que inicialmente pudieran estar ocasionando el efecto a mejorar, al final se lograron identificar tres, entre las que se mencionan la inexistencia en el control de tiempos de respuesta (4.3.2.1), la falta de control de costos (4.3.2.3) y la falta de planificación (4.3.4.1), que representan los pocos vitales (18,75%) que incluyen en los muchos triviales (81,25%).

Por otra parte, se estimaron los costos operativos actuales de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL. En salarios, mensualmente este corresponde con ₡1 178 250, el tiempo extraordinario, al mes tiene un valor de ₡116 071,6 y en transporte, el mes de setiembre, el gasto incurrido fue por un monto de ₡1 238 000 colones, debido a que se le realizó un ajuste de piezas al vehículo por un total de ₡1 000 000.

Una vez obtenidas las causas, de acuerdo con la Ley de Pareto, se realizaron propuestas de mejora, las cuales fueron objeto de seguimiento,

verificación y monitoreo, en cuanto a los tiempos de respuesta y los costos operativos.

En función de lo anterior, se propusieron un control de tiempos, control de costos y planificación. Se elaboró un nuevo diagrama de flujo del proceso, se tomó la decisión de cambiar el momento de la facturación, una vez terminada la reparación y no luego de 72 horas como se planteaba originalmente.

A partir del diagrama de flujo, se determinaron controles de tiempo y costos, conjuntamente con la decisión de elaborar un diagrama de Gantt para monitorear las tareas del proceso. Los controles se encuentran dentro de la programación semanal y consistieron en hojas de ruta para la compra de materiales, así como para la reparación. Un criterio fundamental para establecer estas hojas de ruta fue la zonificación tanto de los proveedores como de los clientes.

Por tanto, la reducción en los tiempos de respuesta se produjo en un 20%, en lo referente a la tarea compra de materiales a proveedores, mientras que la disminución en los costos derivados del transporte y de las horas extras se redujo, en promedio en un 23% y un 50%, respectivamente, lo que representa un ahorro estimado en ₡ 882 000 al mes.

## **6.2. Recomendaciones**

Desde una perspectiva personal, la experiencia abre oportunidades para Multiservicios M&A Soluciones Técnicas SRL., a pesar de que, por los tiempos de pandemia, solo se realizan reparaciones, lo que trajo como consecuencia un desbalance en la planificación y organización que influyó negativamente en los tiempos de respuesta y costos operativos. Sin embargo, se pudo analizar desde una perspectiva objetiva el problema identificado para

generar alternativas de solución; es decir, se sugiere que, ante las crisis, se valoren los hechos objetivamente para atender las necesidades y generar soluciones.

Sin embargo, las herramientas de la Ingeniería Industrial, tales como el Diagrama de Flujo, el Diagrama SIPOC, el Diagrama Ishikawa, el Diagrama de Pareto, el cálculo de los tiempos estándar, las hojas de ruta y el Diagrama de Gantt hicieron posible diagnosticar la situación, medirla, analizar y priorizar las causas para proponer alternativas de mejora, las cuales requieren una continuidad en el monitoreo, de manera que se identifiquen plenamente los impactos derivados de la implementación de las mejoras en un tiempo mayor a dos meses, como se hizo en esta etapa del proyecto.

## Referencias

- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
- Benavides, L. (2011). *Gestión, liderazgo y valores de la unidad educativa*. Guayaquil.
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, M. (2007). *Logística en la Cadena de Suministros*. México: Mc. Graw Hill.
- Castellanos, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Bogotá: Universidad del Norte.
- Castillo, A. (2020). Propuesta de mejora en el proceso de compras indirectas en la empresa Boston Scientific, Coyol, Alajuela; durante el segundo cuatrimestre del año 2020. Alajuela, Alajuela, Costa Rica.
- Cervara, J. (2001). *La transición a las nuevas ISO 9000:2000 y su implantación*. Madrid: Díaz de Santos.
- De Cárdenas, C. (2006). El Benchmarking como herramienta de evaluación. *Acimed*, 31-42.
- Doorman, F. (2002). *La metodología del diagnóstico en el enfoque investigación adaptativa*. San José de Costa Rica: Universidad Nacional.
- Felizzola, J., & Amaya, L. (2014.). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare*, 18-25.
- García, R. (2005). *Estudio del Trabajo*. México: Mc. Graw Hill.
- Gisbert Soler, V., Tejada Díaz, N. L., & Pérez Molina, A. I. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. *3ciencias*, 39-49.

- Gutarra Meza, F. (2015). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Huancayo: Fondo Editorial de la Universidad Continental.
- López, I. (2007). *Evaluación y mejora continua*. Author House.
- Marenco, E. (2020). Estandarización de los tiempos de trabajo en la división no pest de la compañía biogéneris de Costa Rica, S.A. durante el segundo cuatrimestre del año 2020. San José, San José, Costa Rica.
- Membrado, J. (2014). *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. México.: Pearson Education.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Pérez, B. (2011). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en las micro empresas instaladoras de aluminio y vidrio de la cabecera departamental de Retalhuleu. Quetzaltenango, Quetzaltenango, Guatemala.
- Presa, S. (2015). *Aplicación de la metodología Lean Six Sigma en la mejora continua de procesos: Un estudio de caso*. Obtenido de pmi-mad.org: <https://pmi-mad.org/index.php/socios/articulos-direccion-proyectos/834-aplicacion-de-la-metodologia-lean-six-sigma-en-la-mejora-continua-de-procesos-un-estudio-de-caso>
- Pulido, H. (2010). *Control Estadístico de la Calidad*. México: Mc. Graw Hill.
- Rivas, J. (2019). Propuesta de mejora en los tiempos de Set-Up del departamento de CNC 4 Ejes de la empresa Oberg Medical, durante el primer cuatrimestre del año 2019. Heredia, Heredia, Costa Rica.
- Rivera Villegas, E. (2014). Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el Municipio de Salcajá. Quetzaltenango, Quetzaltenango, Guatemala.

- Soto, A. (2018). Misión, Visión y Objetivos de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL. (A. Soto, Entrevistador)
- Stincer, J. (2012). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Tlalnepantla: Red Tercer Milenio.
- Tovar, A. (2007). *CPIMC, Un Modelo Administración de Procesos*. . México: Panorama.
- Universidad Hispanoamericana. (enero de 2020). Guía 02 presentación de proyectos de graduación. Costa Rica.

## ANEXO 1.

Modelo de bitácora de observación inicial para el proceso prestación del servicio de reparación de equipos, partes, piezas o demás materiales de refrigeración industrial, de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.

Fecha: \_\_\_\_\_

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Observaciones</b>
Ingreso, solicitud del servicio a Multiservicios M&A.			
Revisión de existencia en el inventario.			
Inspección diagnóstica para verificar necesidades de materiales para el servicio			
Cotización al cliente y agendamiento de la visita para prestar el servicio			
Compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores.			
Prestación del servicio.			
Garantía post-servicio.			
Facturación.			

Elaboración propia.

## ANEXO 2.

Formato de estudio de tiempos inicial para el proceso prestación del servicio de reparación de equipos, partes, piezas o demás materiales de refrigeración industrial, de la empresa Multiservicios M&A Soluciones Técnicas, SRL.



## FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

## ESTUDIO DE TIEMPO EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

Numero de ciclo:		Elementos							
Inicio	Ingreso, solicitud del servicio a Multiservicios M&A	Revisión de existencia en el inventario	Inspección diagnóstica para verificar necesidades de materiales para el servicio	Cotización al cliente y agendamiento de la visita para prestar el servicio	Compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores	Prestación del servicio	Garantía post-servicio	Facturación	Calificación del desempeño
Tiempo en minutos									80%
									Holgura
1	7,5	12	180	35	300	180	4320	20	5055,5
2	6,3	14	240	23	600	720	4320	12	5937,3
3	8,1	6	120	41	480	540	4320	15	5533,1
4	6,5	9	120	32	540	620	4320	17	5668,5
5	7,1	15	210	21	180	360	4320	18	5136,1
Total tiempo por ciclos	7,1	11,2	174,0	30,4	420,0	484,0	4320,0	16,4	

Tiempo observado promedio en ciclos del trabajo	5463,10	91,05	Horas
---	---------	-------	-------

Tabla resumen			
Tiempo observado		Tiempo normal	Tiempo estandar
5463,10		4370,48	5244,58

Tiempo normal para el ciclo del trabajo	4370,480	72,841	Horas
---	----------	--------	-------

Tiempo estándar para el trabajo:

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal total}}{1 - \text{Factor de holgura}} =$$

Tiempo estandar para el area de trabajo en Alisto	5244,58	87,410	Horas
---	---------	--------	-------

## ANEXO 3.

Cálculo de los tiempos estándar y el tiempo total de ciclo para la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial por parte de la empresa M&A Soluciones Técnicas SRL.

Elemento	Valoración	Observaciones (minutos)					Promedio	tiempo normal	Suplemento	Estándar
Ingreso, solicitud del servicio a Multiservicios M&A	100%	7,5	6,3	8,1	6,5	7,1	7,1	7,1	0,994	8,094
Revisión de existencia en el inventario	95%	12	14	6	9	15	11,2	10,64	1,4896	12,1296
Inspección diagnóstica para verificar necesidades de materiales para el servicio	100%	180	240	120	120	210	174	174	24,36	198,36
Cotización al cliente y agendamiento de la visita para prestar el servicio	100%	35	23	41	32	21	30,4	30,4	4,256	34,656
Compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores	90%	300	600	480	540	180	420	378	52,92	430,92
Prestación del servicio	100%	180	720	540	620	360	484	484	67,76	551,76
Garantía post-servicio	100%	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	604,8	4924,8
Facturación	95%	20	12	15	17	18	16,4	15,58	2,1812	17,7612
<b>Tiempo de ciclo estándar</b>										<b>6178,481</b>

## ANEXO 4. MEDICIÓN DE TIEMPOS LUEGO DE APLICADA LA PROPUESTA DE MEJORA

Numero de ciclo:		Elementos								Calificación del desempeño
Inicio	Ingreso, solicitud del servicio a Multiservicios M&A	Revisión de existencia en el inventario	Inspección diagnóstica para verificar necesidades de materiales para el servicio	Cotización al cliente	Agendamiento de la visita para prestar el servicio	Compra de materiales, piezas, partes o equipos a proveedores	Prestación del servicio	Facturación		
Tiempo en minutos									80%	
									Holgura	
1	6,4	10	160	10	10	270	180	12	659,4	
2	6,3	11	210	7	12	540	600	11	1399,3	
3	7,5	6	110	9	11	420	540	9	1115,5	
4	6,5	9	115	8	13	510	620	11	1296,5	
5	7,1	11	210	8	11	175	360	7	794,1	
Total tiempo por ciclos	6,8	9,4	161,0	8,4	11,4	383,0	460,0	10,0		

## ANEXO 5. Contabilización de causas.

<b>Nº</b>	<b>Causa encontrada</b>	<b>Clasificación</b>	<b>ID</b>	<b>Puntaje</b>
1	Exceso de confianza en las actividades realizadas.	Mano de Obra	4.3.1.1	2
2	Falta de capacitación.	Mano de Obra	4.3.1.2	2
3	Trabajo en equipo.	Mano de Obra	4.3.1.3	2
4	Inexistencia en el control de tiempos de respuesta.	Medición	4.3.2.1	10
5	Reducción del inventario.	Medición	4.3.2.2	2
6	Falta de control de costos.	Medición	4.3.2.3	10
7	Traslado para la compra de materiales a proveedores.	Medio ambiente	4.3.3.1	6
8	Espera de materiales cuando no se encuentran en la sucursal solicitada.	Medio ambiente	4.3.3.2	6
9	Traslado para la entrega de materiales a los clientes al prestar el servicio.	Medio ambiente	4.3.3.3	6
10	Falta de planificación.	Metodología	4.3.4.1	10
11	Procedimiento para el servicio de reparación.	Metodología	4.3.4.2	8
12	Falta de supervisión.	Metodología	4.3.4.3	2
13	Alquiler de algunos equipos.	Maquinaria	4.3.5.1	2
14	Compra de algunos equipos en el exterior.	Maquinaria	4.3.5.2	2
15	Acceso a materiales.	Materiales	4.3.6.1	6
16	Falta de información.	Materiales	4.3.6.2	6
<b>SUMATORIA O TOTALIZACIÓN</b>				<b>82</b>



## CARTA DEL TUTOR

San José 09 de noviembre de 2021.

*Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana  
Escuela de Ingeniería Industrial*

Estimados señores:

La estudiante **ANGIE SOLO ÁVILA** me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS SRL, SEGUNDO TRIMESTRE DEL AÑO 2021**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de: **BACHILLERATO UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

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

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

a)	ORIGINAL DE TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL	100%	96%

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

Atentamente,

**MIGUEL EDUARDO RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)**  
 Firmado digitalmente por  
 MIGUEL EDUARDO  
 RODRIGUEZ ACOSTA (FIRMA)  
 Fecha: 2021.11.09 22:46:19  
 -05'00'

**Ing. Miguel Eduardo Rodríguez Acosta**  
**Cédula Identidad N 109620603**  
**Carné Colegio Profesional N II-31585-CFIA**

## CARTA DE LECTOR

San José,

**Universidad Hispanoamericana**  
**Sede Heredia**  
**Carrera**

**Estimado señor**

La estudiante **Angie Soto Ávila**, cédula de identidad **1-1369-0307** me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MULTISERVICIOS M&A SOLUCIONES TÉCNICAS SRL, SEGUNDO TRIMESTRE DEL AÑO 2021**, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

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

Atte.

**DEYNA YURBIETH**  
**MORA MONTERO**  
**(FIRMA)**

Firmado digitalmente por  
DEYNA YURBIETH MORA  
MONTERO (FIRMA)  
Fecha: 2021.12.08  
204845-0600

**Deyna Yurbieth Mora Montero**  
**Cédula 1-1622-0956**

## DECLARACIÓN JURADA

Yo **Angie Soto Ávila**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1369-0307 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Reducción del tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa multiservicios MyA soluciones técnicas SRL, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 07 días del mes de Enero del año dos mil veinte y dos.



---

Firma del estudiante

Cédula 1-1369-0307

---

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

San José, 07 de Enero del 2022

Señores:

Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Angie Soto Ávila con número de identificación 1-1369-0307 autor (a) del trabajo de graduación titulado Reducción del tiempo de respuesta y los costos operativos en la prestación del servicio de reparación de equipos de refrigeración industrial en la empresa multiservicios MyA soluciones técnicas SRL , presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de Bachillerato en Ingeniería Industrial SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos

Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



---

Firma

Cedula:1-13690307