EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

"DISMINUIR TIEMPOS DE RESPUESTA DE ATENCIÓN A LOS CLIENTES DE UNA EMPRESA DE GRÚAS INDUSTRIALES"

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

Ing. Karen Valeria Cabrera Pérez

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Fernando Ortiz Flores

CODIRECTOR DE TESIS:

Dra. María Eloísa De La Asunción Gurruchaga Rodríguez

ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO. **NOVIEMBRE 2023**

Orizaba, Veracruz, 16/noviembre/2023
Dependencia: **División de Estudios de Posgrado e Investigación**
Asunto: **Autorización de Impresión**
OPCION: **I**

C. CABRERA PEREZ KAREN VALERIA
Candidato(a) a Grado de Maestro(a) en:
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE

De acuerdo con el reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

"DISMINUIR TIEMPOS DE RESPUESTA DE ATENCIÓN A LOS CLIENTES DE UNA EMPRESA DE GRÚAS INDUSTRIALES"

Comunico a usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA - CULTURA®

Cuauhtémoc Sánchez R.

CUAUHTEMOC SANCHEZ RAMIREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ORIZABA
DIV. DE EST. DE POSGRADO E INVEST.

CSR/magh

OG-13-F06

Orizaba Veracruz, **Octubre 31 de 2023**
Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. CUAUHTEMOC SANCHEZ RAMIREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.:

CABRERA PEREZ KAREN VALERIA

La cual lleva el título de:

DISMINUIR TIEMPOS DE RESPUESTA DE ATENCIÓN A LOS CLIENTES DE UNA EMPRESA DE GRÚAS INDUSTRIALES

y concluyen que se acepta.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE:	**DR. FERNANDO ORTIZ FLORES**	FIRMA
SECRETARIO:	**DRA. MA. ELOISA GURRUCHA RODRÍGUEZ**	FIRMA
VOCAL:	**M.M.A. JORGE LUIS HERNÁNDEZ MORTERA**	FIRMA
VOCAL SUP.:	**DR. OSCAR BAEZ SENTIES**	FIRMA

TA-09-F18

Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 27 del mes de diciembre del año 2023.

El(la) que suscribe

C. Karen Valeria Cabrera Pérez

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 217 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada “Disminuir tiempos de respuesta de atención a los clientes de una empresa de grúas industriales” del programa: Maestría en Ingeniería Industrial; bajo la asesoría y dirección del Dr. Fernando Ortiz Flores y la Dra. María Eloísa de la Asunción Gurruchaga Rodríguez, y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Karen Valeria Cabrera Pérez
Nombre y firma

Resumen

El presente proyecto de investigación aborda un desafío fundamental en el entorno empresarial contemporáneo: la reducción del tiempo de atención a los clientes.

La empresa en estudio, que se dedica a la renta de grúas industriales y se encuentra ubicada en la zona centro del estado de Veracruz, tiene la necesidad de mantener a sus clientes actuales y ampliar su cartera. Para lograrlo se enfocó, principalmente, en la reducción del tiempo de atención a los clientes. Por lo tanto, la empresa vio oportuno la realización del presente proyecto de investigación, cuyo objetivo general es reducir los tiempos de respuesta en la atención al cliente en una empresa de grúas industriales, mejorando los procesos en los departamentos de compras y ventas.

Para desarrollar el presente proyecto se utilizaron diversas técnicas y herramientas de la ingeniería industrial como el diagrama SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output* y *Customer*), VSM (*Value Stream Mapping*) y matriz de priorización para el diagnóstico de la situación real de la empresa y selección de áreas de oportunidad; el diagrama de Ishikawa, QFD (*Quality Function Deployment*) y el diagrama de relaciones para identificar las causas raíz que afectan a las áreas de oportunidad y al indicador de desempeño (definido igual que el objetivo general); y la adaptación SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*) para el mejoramiento de los procesos de compras y ventas.

Como resultado de la adaptación de SMED a los procesos de compras y ventas, se obtuvo una reducción en el tiempo del indicador de desempeño de 1,577 minutos (de un tiempo inicial de 3114 a 1557 minutos) o 50.7%, superando la expectativa inicial: una disminución del 25%. Los resultados que se validaron estadísticamente mediante una prueba de hipótesis.

Finalmente, el desarrollo del presente proyecto permitió definir actividades de control y seguimiento, centrándose en las causas que más contribuyeron al indicador de desempeño, asimismo proporcionó soluciones prácticas para una problemática empresarial y demostró la

utilidad de la aplicación de técnicas de ingeniería industrial en el contexto de una organización real.

Abstract

This research project addresses a fundamental challenge in the contemporary business environment: the reduction of customer service time.

The company under study, which is dedicated to the rental of industrial cranes and is located in the central area of the state of Veracruz, needs to maintain its current clients and expand its portfolio. To achieve this, it focused mainly on reducing customer service time. Therefore, the company saw it appropriate to carry out this research project, whose general objective is to reduce response times in customer service in an industrial crane company, improving processes in the purchasing and sales departments.

To develop this project, various industrial engineering techniques and tools were used such as the SIPOC diagram (Supplier, Input, Process, Output y Customer), VSM (Value Stream Mapping), VSM (Value Stream Mapping), and prioritization matrix for the diagnosis of the real situation of the company and selection of opportunity areas; the Ishikawa diagram, QFD (Quality Function Deployment) and the relationship diagram to identify the root causes that affect the opportunity areas and the performance indicator (defined the same as the overall objective); and SMED (Single-Minute Exchange of Dies) adaptation to improve purchasing and sales processes.

As a result of the adaptation of SMED to the purchasing and sales processes, a reduction in the time of the performance indicator of 1,577 minutes was obtained (from an initial time of 3114 to 1557 minutes) or 50.7%, exceeding the initial expectation: a 25% decrease. The results were statistically validated through a hypothesis test.

Finally, the development of this project allowed for control and monitoring activities, focusing on the causes that contributed the most to the performance indicator, it also provided

practical solutions for a business problem and demonstrated the usefulness of the application of industrial engineering techniques in the context of a real organization.

Contenido

Resumen ..... **I**

Abstract ..... **III**

Contenido ..... **V**

Índice de figuras ..... **XII**

Índice de tablas ..... **XVI**

Introducción **1**

Planteamiento del problema 2

Hipótesis 3

Contenido de la tesis 4

Capítulo 1 Antecedentes **5**

1.1 Estado del campo 5

1.1.1 La revolución industrial 6

1.1.1.1 La industria de la minería y la construcción 6

1.1.1.2 La manipulación de materiales y cargas pesadas 8

1.1.1.3 Las grúas industriales 9

1.1.2 Tesis con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en el departamento de ventas 9

1.1.3 Tesis con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en el departamento de compras 17

1.1.4 Tesis y artículos con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en diversas empresas de bienes y servicios 22

1.3 Generalidades de “la empresa en estudio” 25

1.3.1 Antecedentes 25

1.3.2 Misión 26

1.3.3 Visión 27

1.3.4 Valores 27

1.3.5 Distribución de la empresa en estudio 27

1.3.6 Organigrama 28

1.3.7 Descripción del proceso general de renta de grúas industriales 31

1.4 Objetivos 31
1.4.1 Objetivo general 33
1.4.2 Objetivos específicos 33
1.5 Justificación 33
1.6 Conclusión 34

Capítulo 2 Marco teórico 36

2.1 Herramientas de mapeo y análisis de procesos 37
2.1.1 Diagrama SIPOC 37
2.1.1 Ventajas del diagrama SIPOC 38
2.1.2 Pasos para la elaboración de un diagrama SIPOC 39
2.1.2 *Value stream Mapping (VSM)* 39
2.1.2.1 Simbología de un VSM 41
2.1.2.2 Pasos para la elaboración de un VSM de estado presente 41
2.1.2.3 Pasos para la elaboración de un VSM de estado futuro 45
2.1.3 Diagrama de Ishikawa 46
2.1.3.1 Pasos para la realización del diagrama de Ishikawa 47
2.1.3.2 Ventajas y desventajas del diagrama de Ishikawa 48
2.1.4 QFD 49
2.1.4.1 Pasos para la elaboración de un QFD 50
2.1.4.2 Ventajas de la utilización de un QFD 55
2.2 Herramienta de priorización y análisis 55
2.2.1 Matriz de priorización 55
2.2.1.1 Método del criterio analítico completo 56
2.2.1.2 Métodos del consenso de criterios 59
2.3 Métodos de recolección y análisis de datos 60
2.3.1 Encuesta 60
2.3.1.1 Pasos para la elaboración de una encuesta 61
2.3.2 Censo 62
2.3.2.1 Tipos de censos 63
2.3.2.2 Requisitos para realizar un censo 63
2.3.2.3 Ventajas y desventajas de los censos 64
2.4 Técnicas estadística 65
2.4.1 Número de ciclos en estudio 65
2.4.1.1 Método estadístico tradicional 65

2.4.1.2 Método estadístico para muestras pequeñas 66
2.4.2 Prueba de hipótesis 67
2.4.2.1 Prueba de hipótesis para la diferencia de medias con varianzas desconocidas pero iguales 67
2.4.2.2 Prueba de hipótesis sobre el cociente de dos varianzas 70
2.5 Técnica de generación de ideas 72
2.5.1 Lluvia de ideas 72
2.5.1.1 Pasos para una lluvia de ideas 73
2.5.1.2 Reglas durante la lluvia de ideas 73
2.6 Herramienta de organización y visualización 74
2.6.1 Diagrama de afinidad 74
2.6.1.1 Pasos para realizar un diagrama de afinidad según Palomo (2008) 74
2.6.1.2 Pasos para realizar un diagrama de afinidad según Winter (2000) 75
2.7 Técnica de mejora continua 75
2.7.1 SMED 75
2.7.1.1 Fases de SMED 76
2.7.1.2 Beneficios de SMED 77
2.8 Conclusión 77
Capítulo 3 Desarrollo del proyecto 78
3.1 Metodología 78
3.2 Diagnosticar la situación real de la empresa 79
3.2.1 Realizar reunión con uno de los socios de la empresa 79
3.2.2 Efectuar recorrido por la empresa con el gerente del departamento hidráulico 80
3.2.3 Realizar reunión con el administrador general 81
3.2.4 Realizar entrevista con el personal 81
3.2.4.1 Obtener respuestas del departamento de compras 82
3.2.4.2 Obtener respuestas del departamento de ventas 83
3.2.4.3 Obtener respuestas del departamento de almacén 84
3.2.4.4 Obtener respuestas del departamento de mantenimiento 84
3.2.5 Crear diagrama SIPOC del proceso de renta de grúas industriales 85
3.2.5.1 Describir el proceso general de renta de grúas industriales 85
3.2.5.2 Describir las salidas del proceso de renta de grúas industriales 85
3.2.5.3 Identificar a los clientes de la empresa en estudio 86
3.2.5.4 Definir las entradas en el proceso de renta de grúas industriales 86
3.2.5.5 Identificar a los proveedores de la empresa en estudio 87

3.2.5.6 Concentrar la información en un diagrama SIPOC 87
3.2.6 Crear mapa de cadena de valor de estado presente del proceso de renta de grúas industriales 88
3.2.7 Analizar la situación problemática de estado presente 90
3.2.8 Seleccionar áreas de oportunidad 92
3.2.8.1 Seleccionar áreas de oportunidad mediante una matriz de priorización 92
3.2.8.2 Justificar la determinación de áreas de oportunidad 94
3.2.8.3 Definir departamentos que inciden en las áreas de oportunidad seleccionadas 95
3.3 Definir indicador de desempeño 95
3.3.1 Identificar el indicador de desempeño 95
3.3.2 Identificar elementos del indicador de desempeño: tiempos de respuesta de atención a los clientes 96
3.3.3 Definir los elementos del indicador de desempeño 96
3.4. Identificar causas para mejorar indicador de desempeño 97
3.4.1 Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando el diagrama de Ishikawa 97
3.4.1.1 Generar diagrama de Ishikawa para el elemento “Tiempo del proceso de compras” 97
3.4.1.2 Generar diagrama de Ishikawa para el elemento “Tiempo del proceso de ventas” 99
3.4.1.3 Identificar causas raíz que afectan al indicador de desempeño utilizando el diagrama de relaciones 99
3.4.2 Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando QFD 100
3.4.2.1 Definir QFD del cliente 101
3.4.2.1.1 Determinar los requerimientos de los clientes 102
3.4.2.1.2 Definir características técnicas 112
3.4.2.1.3 Generar matriz de correlaciones 115
3.4.2.1.4 Generar matriz de relaciones 116
3.4.2.1.5 Generar matriz para la evaluación comparativa 116
3.4.2.1.6 Generar matriz para la evaluación competitiva técnica 119
3.4.2.1.7 Determinar índice de importancia de los requerimientos de los clientes 120
3.4.2.1.8 Determinar impacto de los requerimientos de los clientes 122
3.4.2.1.9 Determinar dificultad técnica 123
3.4.2.1.10 Determinar importancia técnica 124
3.4.2.1.11 Definir QFD del cliente 124
3.4.2.2 Definir QFD de la empresa 127
3.4.2.3 Identificar causas que afecta al indicador de desempeño utilizando QFD 129
3.4.2.4 Identificar causas raíz que afecta al indicador de desempeño utilizando diagrama de relaciones 131
3.4.3 Seleccionar causa raíz para mejorar al indicador de desempeño 134
3.5 Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño 134

3.5.1 Medir tiempo del proceso de compras 135
3.5.1.1 Medir tiempos preliminares 135
3.5.1.2 Calcular la muestra de los procesos a estudiar 135
Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty 135
Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel 137
Determinar el número óptimo de muestras 138
3.5.1.3 Medir tiempos faltantes 139
3.5.1.4 Determinar el tiempo del proceso de compras 139
3.5.2 Medir del tiempo del proceso de ventas 139
3.5.2.1 Medir tiempos preliminares 139
3.5.2.2 Calcular la muestra de los procesos a estudiar 139
Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty 141
Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel 143
Determinar el número óptimo de muestras 144
3.5.2.3 Medir tiempos faltantes 144
3.5.2.4 Determinar tiempo del proceso de ventas 144
3.5.3 Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño 145
3.6 Analizar proceso de compras 145
3.6.1 Describir organigrama del departamento de compras 147
3.6.2 Describir el proceso de compras del departamento de compras 149
3.6.3 Analizar el proceso de compras 151
3.7 Analizar proceso de ventas 151
3.7.1 Describir el organigrama del departamento de ventas 152
3.7.2 Describir el proceso de ventas del departamento de ventas 153
3.7.3 Analizar el proceso de ventas 155
3.8 Adaptar SMED para reducir los tiempos de respuesta de atención a clientes 155
3.9 Proceso de compras: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes, mediante la adaptación de SMED 156
3.9.1 Fase preliminar: Identificar actividades productivas e improductivas 157
3.9.1.1 Obtener listado de actividades del proceso de compras 157
3.9.1.2 Elaborar diagrama de flujo del proceso de compras 157
3.9.1.3 Medir tiempo de las actividades del proceso de compras 157
3.9.1.4 Definir actividades productivas e improductivas del proceso de compras 160
3.9.2 Fase 1: Separar actividades productivas e improductivas 160
3.9.3 Fase 2: Convertir actividades productivas en actividades improductivas 160

3.9.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas 161
3.10 Proceso de ventas: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED 164
3.10.1 Fase preliminar: Identificar actividades productivas e improductivas 165
3.10.1.1 Obtener listado de actividades del proceso de ventas 165
3.10.1.2 Elaborar diagrama de flujo del proceso de ventas 165
3.10.1.3 Medir tiempo de las actividades del proceso de ventas 165
3.10.1.4 Definir actividades productivas e improductivas del proceso de ventas 167
3.10.2 Fase 1: Separar actividades productivas e improductivas 168
3.10.3 Fase 2: Convertir actividades improductivas en actividades productivas 170
3.10.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas 171
3.11 Validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso, de compras y ventas, contra el tiempo del proceso actual 173
3.11.1 Proceso de compras: validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso contra el tiempo del proceso actual 173
3.11.2 Proceso de ventas: validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso contra el tiempo del proceso actual 175
3.12 Definir actividades de control y seguimiento 179
3.15 Conclusión 181

Capítulo 4 Resultados 182

4.1 Discusión 182
4.2 Productos académicos 183

Conclusiones y recomendaciones 185

Conclusiones 185
Recomendaciones 186

Fuentes de información 188

Anexo 1 Equipos de la empresa en estudio 193

Anexo 2 Encuestas de satisfacción al cliente de empresas competidoras 195

A2.1 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 1 195
A2.3 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 2 197
A2.3 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 3 198

Anexo 3 Tiempos preliminares del proceso de compras 199

Anexo 4 Tiempos promedios del proceso de compras 201

Anexo 5 Tiempos preliminares del proceso de ventas 203

Anexo 6 Diagrama de flujo del proceso de ventas 206

Anexo 7 Tiempos promedios del proceso de ventas 209

Anexo 8 Variabilidad del proceso de compras 212

Anexo 9 Variabilidad del proceso de ventas 215

Índice de figuras

Figura 1. 1 Distribución de la planta la empresa en estudio. (Fuente: Elaboración propia). 28
Figura 1. 2 Distribución de la planta baja del edificio de oficinas (Fuente: Elaboración propia). 29
Figura 1. 3 Organigrama actual de la empresa en estudio. 30
Figura 1. 4 Organigrama departamento de ventas. 30
Figura 1. 5 Organigrama departamento de administración. (Fuente: Elaboración propia). 30
Figura 1. 6 Diagrama de flujo del proceso general de la empresa en estudio 32

Figura 2. 1 Clasificación de los temas abordados en el marco teórico (Fuente: Elaboración propia. 36
Figura 2. 2 Estructura básica del diagrama SIPOC (Fuente:(Pellegrini, 2015) 38
Figura 2. 3 Pasos del 1 al 3 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia). 44
Figura 2. 4 Pasos del 4 al 9 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia). 45
Figura 2. 5 Pasos del 10 al 16 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia). 45
Figura 2. 6 VSM de estado futuro (Fuente: Elaboración propia) 46
Figura 2. 7 Ejemplo del diagrama de Ishikawa (Fuente: (Ishikawa, 1994) 47
Figura 2. 8 Ejemplo de la casa de la calidad (Fuente: Camisón et al., 2006). 49
Figura 2. 9 Ejemplo de la matriz B (Fuente: Camisón et al., 2006). 51
Figura 2. 10 Ejemplo de la matriz C (Fuente: (Camisón et al., 2006). 52
Figura 2. 11 Ejemplo de la matriz D (Fuente: (Camisón et al., 2006). 53
Figura 2. 12 Ejemplo de la matriz E (Fuente: (Camisón et al., 2006). 54
Figura 2. 13 Ejemplo de la matriz F (Fuente: (Camisón et al., 2006). 54
Figura 2. 14 Ejemplo de la matriz G (Fuente: (Camisón et al., 2006). 55
Figura 2. 15 Ejemplo de la matriz H (Fuente: (Camisón et al., 2006). 55
Figura 2. 16 Pasos para la elaboración de una encuesta (Fuente: Elaboración propia). 62

Figura 3. 1 Diagrama SIPOC de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia). 88
Figura 3. 2 Pasos del 1-6 de VSM del estado presente (Fuente: Elaboración propia). 91
Figura 3. 3 Pasos del 7-14 de VSM del estado presente. (Fuente: Elaboración propia). 91

Figura 3. 4 Áreas de oportunidad del VSM de estado presente. (Fuente: Elaboración propia). 92
Figura 3. 5 Elementos para mejorar el indicador de desempeño. (Fuente: Elaboración propia). 96
Figura 3. 6 Diagrama de Ishikawa del elemento tiempo del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 98
Figura 3. 7 Diagrama de Ishikawa del elemento tiempo en la cotización del servicio (Fuente: Elaboración propia). 100
Figura 3. 8 Diagrama de relaciones para identificar causas raíz que afectan a los elementos del indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia). 101
Figura 3. 9 Respuesta a la pregunta 1 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 106
Figura 3. 10 Respuesta a la pregunta 2 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 106
Figura 3. 11 Respuesta a la pregunta 4 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 108
Figura 3. 12 Respuesta a la pregunta 3 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 109
Figura 3. 13 Respuesta a la pregunta 5 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 109
Figura 3. 14 Respuesta a la pregunta 6 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 110
Figura 3. 15 Respuesta a la pregunta 7 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 110
Figura 3. 16 Respuesta a la pregunta 8 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 110
Figura 3. 17 Respuesta a la pregunta 9 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 111
Figura 3. 18 Respuesta a la pregunta 10 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 111
Figura 3. 19 Respuesta a la pregunta 11 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia). 111
Figura 3. 20 Matriz de la zona A (Fuente: Elaboración propia)..... 112
Figura 3. 21 Características técnicas resultantes de la lluvia de ideas (Fuente: Elaboración propia)..... 113
Figura 3. 22 Diagrama de afinidad de las características técnicas (Fuente: Elaboración propia)..... 114
Figura 3. 23 Diagrama de afinidad de la relación de las características técnicas y los requerimientos del cliente (Fuente: Elaboración propia). 115
Figura 3. 24 Matriz de la zona A y la zona B (Fuente: Elaboración propia)..... 117
Figura 3. 25 Matriz de la zona B y de la zona C (Fuente: Elaboración propia). 118

Figura 3. 26 Matriz de la zona A, de la zona B y de la zona D (Fuente: Elaboración propia). 118
Figura 3. 27 Matriz de la zona A y de la zona E (Fuente: Elaboración propia). 119
Figura 3. 28 Matriz de la zona B y de la zona F (Fuente: Elaboración propia)..... 120
Figura 3. 29 Matriz de la zona A y de la zona G (Fuente: Elaboración propia)..... 121
Figura 3. 30 Matriz de la zona A, de la zona D, de la zona G y de la zona H (Fuente: Elaboración propia). 123
Figura 3. 31 Matriz de la zona I y de la zona B (Fuente: Elaboración propia). 125
Figura 3. 32 Matriz de la zona J, de la zona B, de la zona D y de la zona I (Fuente: Elaboración propia)..... 125
Figura 3. 33 QDF del cliente (Fuente: Elaboración propia). 126
Figura 3. 34 QDF de la empresa (Fuente: Elaboración propia)..... 130
Figura 3. 35 Causas raíz que ayudarían al cumplimiento de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia). 132
Figura 3. 36 Diagrama de causa-efecto de la generación de procesos (Fuente: Elaboración propia)..... 133
Figura 3. 37 Organigrama actual del departamento de compras. 148
Figura 3. 38 Diagrama de flujo del proceso actual de departamento de compras (Fuente: Elaboración propia). 150
Figura 3. 39 Organigrama actual del departamento de ventas. (Fuente: Elaboracion propia). 152
Figura 3. 40 Diagrama de flujo del proceso actual del departamento de ventas. 154
Figura 3. 41 Fases de la adaptación de SMED para reducir tiempos de atención a clientes (Fuente: Elaboración propia). 156
Figura 3. 42 Gráfica de la distribución t-student (Fuente: Minitab)..... 175
Figura 3. 43 Valor de P-value para el proceso de compras (Fuente: Minitab)..... 176
Figura 3. 44 Gráfica de la distribución t-student (Fuente: Minitab)..... 178
Figura 3. 45 Valor de P-value para el proceso de ventas (Fuente: Minitab) 178
Figura 3. 46 Diagrama de causa-efecto de las acciones a realizar para el cumplimiento del indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia). 180

Figura A8. 1 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de compras (Fuente: Minitab). 213
Figura A8. 2 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de compras (Fuente: Minitab). 214

Figura A9. 1 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de ventas (Fuente: Minitab). 216
Figura A9. 2 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de ventas (Fuente: Minitab). 217

Índice de tablas

Tabla 2. 1 Descripción de los íconos de proceso (Fuente: (Lee & Snyder, 2007) 42
Tabla 2. 2 Descripción de los íconos de materiales (Fuente: (Lee & Snyder, 2007) 42
Tabla 2. 3 Descripción de los iconos variados (Fuente: (Lee & Snyder, 2007)..... 43
Tabla 2. 4 Descripción de los iconos de proceso (Fuente: (Lee & Snyder, 2007) 43
Tabla 2. 12 Símbolos para correlaciones entre las CT (Fuente: Camisón et al., 2006)..... 52
Tabla 2. 13 Símbolos de cumplimiento de las CT (Fuente: Camisón et al., 2006) 52
Tabla 2. 14 Símbolos de para la matriz de relaciones (Fuente: (Camisón et al., 2006) 53
Tabla 2. 6 Matriz criterio 1 con opciones (Fuente: Elaboración propia)..... 58
Tabla 2. 7 Matriz criterio 2 con opciones (Fuente: Elaboración propia)..... 58
Tabla 2. 8 Matriz criterio 3 con opciones (Fuente: Elaboración propia)..... 58
Tabla 2. 9 Matriz L (Fuente: Elaboración propia)..... 59
Tabla 2. 10 Matriz final (Fuente: Elaboración propia)..... 59
Tabla 2. 11 Matriz L (Fuente: Elaboración propia)..... 60

Tabla 3. 1 Algunos tipos de equipos para rentra de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia)..... 80
Tabla 3. 2 Ponderación de las opciones (Fuente: Elaboración propia). 93
Tabla 3. 3 Formulación del objetivo de la investigación (Fuente: Elaboración propia). ... 103
Tabla 3. 5 Símbolos para correlaciones entre las CT (Fuente: Camisón et al., 2006)..... 117
Tabla 3. 6 Símbolos de para la matriz de relaciones (Fuente: Camisón et al., 2006)..... 117
Tabla 3. 7 Competidores de la empresa en estudio (Fuente: (Camisón et al., 2006) 120
Tabla 3. 8 Ponderación de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia). 122
Tabla 3. 9 Ponderación de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia). 128
Tabla 3. 10 Tiempos preliminares del proceso de compras. (Fuente: Elaboración propia). 136
Tabla 3. 11 Cálculo de los valores de ΣX y $\Sigma X2$ (Fuente: Elaboración propia). 137

Tabla 3. 12 Cálculo de los valores de $X - x$ y $(X - x)2$ (Fuente: Elaboración propia).... 138
Tabla 3. 13 Tiempo promediado del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia)... 140
Tabla 3. 14 Tiempos preliminares del proceso de ventas. (Fuente: Elaboración propia)... 141
Tabla 3. 15 Cálculo de los valores de ΣX y $\Sigma X2$ (Fuente: Elaboración propia). 142
Tabla 3. 16 Cálculo de los valores de $X - x$ y $(X - x)2$ (Fuente: Elaboración propia).... 144
Tabla 3. 17 Tiempo promediado del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 146
Tabla 3. 18 Diagrama de flujo del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 158
Tabla 3. 19 Identificación de las actividades productivas e improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 161
Tabla 3. 20 Separación de actividades productivas de improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 162
Tabla 3. 21 Conversión de actividades productivas en improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 163
Tabla 3. 22 Mejoramiento de actividades productivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 164
Tabla 3. 23 Diagrama de flujo del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 166
Tabla 3. 24 Identificación de las actividades productivas e improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 167
Tabla 3. 25 Separación de actividades productivas de improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 169
Tabla 3. 26 Conversión de actividades productivas en improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 170
Tabla 3. 27 Mejoramiento de actividades productivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 172
Tabla 3. 28 Tiempo promediado del proceso de compras actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia). 174
Tabla 3. 29 Tiempo promediado del proceso de ventas actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia). (Fuente: Elaboración propia). 177
Tabla 3. 30 Acciones por realizar para el entrenamiento del personal (Fuente: Elaboración propia)..... 180

Tabla 3. 31 Acciones por realizar, relacionadas con la planificación de servicios, para el cumplimiento de los efectos finales (Fuente: Elaboración propia). 181

Tabla A1. 1 Equipos para rentra de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia). 193

Tabla A3. 1 Tiempos preliminares del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia). 199

Tabla A4. 1 Tiempo promediado del proceso de compras. (Fuente: Elaboración propia). 201

Tabla A5. 1 Tiempos preliminares del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia)... 203

Tabla A6. 1 Tabla del diagrama de flujo del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 206

Tabla A7. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia). 209

Tabla A8. 1 Tiempo promediado del proceso de compras actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia). 212

Tabla A9. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia). 215

Introducción

El presente proyecto de investigación aborda un desafío fundamental en el entorno empresarial contemporáneo: la reducción del tiempo de atención a los clientes.

Las empresas constantemente se enfrentan a una serie de desafíos al perseguir sus metas financieras. Si bien, el objetivo general de toda empresa es la generación de ingresos, la rentabilidad también está vinculada a la manera en que se gestionan y supervisan los costos operativos. Identificar métodos para optimizar y adoptar tecnologías que impulsen la productividad son algunas de las estrategias para mantener los costos lo más bajos posibles.

Reducir los tiempos de atención a los clientes de una empresa es fundamental para elevar la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa. Un procedimiento ágil y eficaz en la atención a los clientes contribuye a la retención del mismo y a mejorar el buen nombre de la empresa. Además, la disminución del tiempo dedicado a la atención se traduce en ahorro para la empresa al optimizar los recursos y los periodos inactivos. En un contexto empresarial altamente competitivo, la agilidad en la atención al cliente es un distintivo capaz de impulsar el crecimiento y el éxito, a largo plazo, de toda organización.

El tiempo de respuesta de atención a los clientes es una prioridad para la empresa en estudio, dado que se esfuerza por consolidarse como una entidad sólida y competitiva en la región, capaz de generar un impacto económico positivo y crear nuevos puestos de trabajo. Por lo anterior expuesto, se definió que el objetivo general del presente trabajo de investigación como la reducción del tiempo de atención a los clientes.

Cabe destacar que la empresa en estudio carece de información sobre los tiempos estándar de las actividades de ventas y compras. Esta carencia tiene como consecuencia: tiempos prolongados de atención al cliente en ventas y demoras en el proceso de adquisición de materiales en compras. Los efectos de esta problemática son: la insatisfacción de los clientes, retrasos en la entrega y la necesidad de recurrir a compras no planificadas; que resultan

costosos para la empresa. Por consiguiente, surgió la necesidad de realizar un proyecto que ayude a reducir el tiempo de atención a los clientes, mediante la mejora de los procesos de compras y ventas.

El propósito central de la presente tesis es validar una hipótesis: el mejoramiento de los procesos de compras y ventas, para lograr una disminución del 25% en los tiempos de respuesta a los clientes. Para ello, se llevó a cabo una metodología que permitió analizar los procesos de compras y ventas y adaptar SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*) a dichos procesos para reducir sus tiempos de operación.

Durante el desarrollo de la metodología se utilizaron diversas técnicas y herramientas de ingeniería industrial que fueron de utilidad en el contexto de una problemática en una organización real.

Planteamiento del problema

La empresa en estudio, ubicada en el estado de Veracruz, es una empresa mexicana que se dedica a la renta de grúas. Su enfoque principal es ofrecer servicios de transporte, movimiento de maquinaria, maniobras y montajes, utilizando una variedad de grúas, como las hidráulicas, telescópicas y de arrastre. Cada uno de los servicios es altamente especializado y requiere de trabajadores con una amplia capacitación y flexibilidad operativa.

Para comprender a fondo la empresa y sus procesos, se realizaron visitas a la planta y se llevaron a cabo conversaciones con los gerentes de los departamentos y el propietario. Estas interacciones permitieron identificar el flujo completo del proceso, desde el momento en que un cliente solicita un servicio hasta que lo recibe.

Para adquirir los servicios de la empresa, los clientes deben solicitar una cotización al departamento de ventas. Estas cotizaciones se realizan en colaboración con operadores, quienes evalúan las maniobras necesarias y definen los alcances del servicio. Después, el departamento de mantenimiento se encarga de preparar y mantener las grúas. Sin embargo, en algunas ocasiones, las grúas no cuentan con todas las características necesarias para llevar

a cabo el servicio. En tales casos, el departamento de mantenimiento solicita al departamento de compras los elementos faltantes. Compras debe cotizar estos elementos con al menos tres proveedores y obtener la aprobación del propietario antes de efectuar la compra. Sin embargo, debido a situaciones de urgencia, en ocasiones se omiten las cotizaciones para evitar demoras, siendo el operador de mantenimiento quien recibe el efectivo para adquirir los elementos necesarios. Estas acciones generan descontrol en los procesos de compras y en el almacén, ya que no cuentan con información confiable y actualizada sobre la situación de la empresa.

Finalmente, el departamento de ventas traslada la grúa al cliente. No obstante, en varias ocasiones, las grúas no cumplen con los requisitos necesarios para realizar el servicio, ya que la cotización no contempló todos los aspectos relevantes. Esto suele suceder porque el operador designado no fue el adecuado para evaluar la maniobra, lo que lleva al departamento de mantenimiento a tener que preparar nuevamente la grúa de manera urgente.

Todas estas actividades, que se desvían del proceso normal generan tiempo de respuesta prolongados y una atención deficiente a los clientes. Además, provocan descontrol en los departamentos de mantenimiento, compras, ventas y almacén. Estas situaciones ofrecen una oportunidad clave para el desarrollo del presente proyecto, que busca reducir las causas de los tiempos de respuesta prolongados en la atención al cliente de la empresa en estudio. Esto se logrará aplicando técnicas y herramientas de la ingeniería industrial.

Hipótesis

En relación a la hipótesis formulada, al culminar el proyecto, se anticipa la obtención de resultados favorables en la empresa objeto de estudio. Dicha hipótesis se fundamenta en la siguiente premisa:

> Los tiempos de respuesta en la atención a los clientes, de la empresa en estudio, disminuirán en un 25% como consecuencia de las mejoras implementadas en los procedimientos de los departamentos de ventas y compras.

Contenido de la tesis

El contenido de la tesis se divide en los capítulos siguientes:

1. El capítulo uno describe el estado del campo de las grúas industriales, las generalidades de la empresa, el objetivo general y los objetivos específicos y la justificación del presente proyecto.
2. El capítulo dos menciona las técnicas y herramientas utilizadas durante desarrollo del presente proyecto.
3. El capítulo tres muestra la metodología utilizada para el cumplimiento del objetivo general del presente proyecto, aplicando las técnicas y herramientas descritas en el capítulo dos.
4. El capítulo 4 muestra los resultados del capítulo 3, además de los productos académicos generados durante el presente proyecto.
5. Las concusiones y recomendaciones muestran las conclusiones generales del presente proyecto además de recomendaciones para proyectos futuros.
6. Las fuentes de información mencionan todas las fuentes de información utilizadas durante el desarrollo del presente proyecto.
7. Los anexos. Describen información adicional.

Capítulo 1
Antecedentes

El presente capítulo establece la base fundamental sobre la cual se desarrolla la investigación propuesta. En él, se exploran los elementos clave que contextualizan y justifican la necesidad de llevar a cabo este estudio. Los antecedentes se presentan de manera detallada, destacando la problemática identificada en la empresa en estudio[1] y enfocándose en los desafíos que enfrentan los departamentos de ventas y compras para brindar una atención eficiente a los clientes. Este capítulo sienta las bases para comprender la relevancia y justificación de la investigación, así como para identificar la necesidad de mejorar los procesos en estas áreas de la empresa.

1.1 Estado del campo

La empresa en estudio se dedica a la renta de grúas industriales, transportes y traslados. El proceso de renta de grúas es el mismo para todo tipo de grúas. Sin embargo, durante el proceso de renta se presenta con regularidad una problemática: mala cotización del servicio de renta, urgencias o imprevistos; que llevan a la inclusión o exclusión de actividades en el proceso estándar. Dichas actividades generan un proceso de renta con variaciones, lo cual se traduce en una atención deficiente y tiempos elevados de respuesta a los clientes, inconformidades y amonestaciones. También genera descontrol en los departamentos de mantenimiento, compras, ventas y almacén.

Partiendo de la situación problemática expuesta, se realizó la investigación del estado del campo sobre los inicios de la utilización de las grúas industriales. Posteriormente, se investigaron casos de aplicación relacionados con la disminución de los tiempos de respuesta de atención a los clientes y la mejora de los procesos de los departamentos de compras y ventas. De la investigación realizada, se seleccionaron los trabajos de mayor interés para el autor con el objetivo de examinar cómo abordaron y resolvieron la problemática planteada.

[1] *Por confidencialidad se omite el nombre*

1.1.1 La revolución industrial

El término “Revolución industrial” es ampliamente utilizado por numerosos historiadores y, aunque las definiciones difieren según la fuente, en el presente trabajo se utilizará la siguiente:

> *“El termino revolución industrial suele referirse al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana y animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesana a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna”* (Landes, 1979).

El comienzo de las innovaciones tecnológicas se ubica en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XVIII (1750-1780), mientras que su terminación no es del todo clara, se puede aproximar hasta mediados del siglo siguiente (Chaves Palacios, 2004).

Con la utilización de las máquinas reveló numerosas ventajas en comparación con las limitaciones inherentes a la fuerza humana o animal. Las máquinas podían trabajar ininterrumpidamente y, con el mantenimiento adecuado, funcionar durante largos períodos, en contraste con la fuerza humana o animal. Del mismo modo, se acrecentó la necesidad de energía que se obtuvo a partir del carbón, provocando así que las áreas industriales se ubicaran cerca de zonas próximas a cuencas carboníferas. A medida que avanzaba la tecnología, se crearon más máquinas y, en consecuencia, se incrementó la demanda de extracción de carbón de las minas y la expansión de excavaciones (Chaves Palacios, 2004). Esto condujo a la sustitución de los animales de carga por máquinas para la extracción y carga de materiales a gran escala y en grandes volúmenes.

1.1.1.1 La industria de la minería y la construcción

La actividad minera ha sido practicada por la humanidad desde tiempos ancestrales, cuando se recolectaban cuarcitas y nódulos de sílex con las manos durante el Paleolítico para confeccionar herramientas (Contreras Cortés et al., 2010). A lo largo de los años, los métodos mineros se volvieron más sofisticados, pero no fue hasta la revolución industrial que

presentaron una evolución, convirtiéndose así en una industria pesada, utilizada como fuente energética. Esta industria se especializó en la extracción de carbón de piedra mediante el uso de maquinaria avanzada y pudo satisfacer las necesidades de expansión de otras industrias, del capital y de los avances tecnológicos (Laguna, 1982).

En cuanto a la construcción, esta práctica se remonta a los albores de la humanidad, cuando se seleccionaban y modificaban cuevas para habitar o, teniendo en cuenta la definición de construcción de (Moliner, 1984), como *"hacer una cosa juntando los elementos necesarios"*, también se puede mencionar el comportamiento del hombre cuando dejo las cuevas y empezó a construir sus propias viviendas de materiales obtenidos a través de la exploración de territorio. A través de la historia se han empleado diversos enfoques de construcción, destacándose las civilizaciones egipcia, romana, griega y renacentista por su ingeniería y arquitectura avanzadas. Sin embargo, con la llegada de la revolución industrial todo el proceso de construcción sufrió una trasformación completa debido a la alta demanda y el crecimiento de la población en las cuidades (Huerta et al., 2009). Tal crecimiento trajo consigo la construcción de edificios utilitarios e industriales, y junto a esas zonas industrializadas se crearon núcleos urbanos. En la mayoría de los casos, la construcción industrial de fábricas, talleres y viviendas involucraban materiales pesados, como el hierro, en su arquitectura (Cirlot, 1960).

La involucración de materiales pesados, dentro de la construcción, ocasionaba que las maniobras y edificaciones fueran difíciles de manejar y mantener con pura fuerza humana o animal, por lo que la utilización de maquinaria pesada se convirtió en la opción más práctica y segura para el trabajo.

De acuerdo con Centeno Batallanos & Leon Duran, (2021), la maquinaria pesada se define como equipos móviles de gran capacidad de carga que se utilizan en actividades como la minería, la industria y la construcción. Esta maquinaria es capaz de transportar mercancías y realizar tareas de levantamiento de carga en grandes volúmenes y de manera ininterrumpida.

1.1.1.2 La manipulación de materiales y cargas pesadas

Durante la revolución industrial y con la introducción de las primeras máquinas de producción, la manipulación de materiales y cargas pesadas se realizaba de manera manual debido a la falta de alternativas. Esta manipulación de cargas, según la definición de Ruiz (2011), involucra *"cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento".* Del mismo modo, de acuerdo con la *Material Handling Industry of America [MHIA]*, la manipulación de los materiales es el movimiento, protección, almacenamiento y control de materiales y productos a lo largo de la fabricación, almacenamiento, distribución, consumo y eliminación (MHIA, 2022).

Según Azcuénega Linaza (2007), la manipulación de materiales y cargas pesadas, que incluye levantamiento, transporte y manejo repetitivo de estos, puede dar lugar a enfermedades lumbares y accidentes frecuentes. Esto resulta en bajas en el personal y retrasos en la producción de bienes y servicios, especialmente en sectores como la minería y la construcción, donde la manipulación y el transporte de cargas representan un peligro constante para los trabajadores. Se considera que cualquier carga que pese más de 3 kg. puede suponer un riesgo potencial para el operador, incluso en condiciones ergonómicas adecuadas. Del mismo modo, las cargas que superan los 25 kg. constituyen un riesgo en sí mismas, independientemente de las condiciones ergonómicas (Ruiz, 2011).

Ante esa situación, surgió la necesidad de desarrollar maquinaria y equipos que facilitaran las tareas de los operadores, en particular en la construcción en altura y la minería. Esto se hizo necesario para abordar los volúmenes significativos de producción y su consecuente transporte, almacenamiento y manipulación en entornos industriales. Como resultado, el proceso de manipulación de materiales y cargas pesadas en la actualidad comprende una amplia variedad de equipos y sistemas que van desde operaciones manuales hasta sistemas semiautomatizados y completamente automatizados, respaldando la logística y asegurando que la cadena de suministro funcione de manera eficiente (MHIA, 2022).

1.1.1.3 Las grúas industriales

Desde el inicio de la Revolución Industrial, las grúas han sido fundamentales en diversas aplicaciones para el manejo de objetos pesados y voluminosos que no pueden ser movidos con otros métodos de manipulación de materiales. Según la MHIA (2022), "U*na grúa es una máquina para levantar y bajar carga, y moverla horizontalmente. Las grúas pueden ser manuales, de potencia o una combinación de ambas*".

En palabras de Azcuénega Linaza (2007), las grúas industriales son equipos empleados en la industria para llevar a cabo diversas tareas, como el movimiento, elevación y transporte de cargas durante los procesos de fabricación o almacenamiento. Existen múltiples modelos de grúas industriales que se diferencian por su diseño, mecanismos, capacidad y otras características.

De acuerdo con la Secretaría de comunicaciones y transportes [SCT], la norma oficial Mexicana NOM-040-SCT-2-2012 menciona que una grúa industrial es aquella *"Maquina de diseño especial montada sobre un vehículo o autopropulsable, para efectuar maniobras de carga, descarga, montaje y desmontaje"* (SCT, 2012).

La elección del tipo de grúa a utilizar y sus características específicas depende del tipo de maniobra que se deba llevar a cabo. A lo largo del tiempo, las grúas han experimentado adaptaciones significativas para cumplir eficazmente con los requisitos cambiantes de la industria. En la actualidad, las grúas han sido optimizadas mediante la incorporación de componentes y sistemas que les permiten funcionar de manera principalmente electromecánica (Cossio, 2004).

1.1.2 Tesis con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en el departamento de ventas

En esta sección se describen tesis que aplican diversas técnicas de ingeniería industrial enfocadas a la eliminación de causas que ocasionan tiempos elevados de respuesta de atención a los clientes y el mejoramiento de los procesos del departamento de ventas. Las

siguientes tesis fueron utilizadas como guía y referencia para dar solución a la problemática de la empresa en estudio:

- Granda Hervas (2017) y Cáceres Obada (2018) abordaron problemas en los departamentos de ventas y propusieron metodologías basadas en *Lean Manufacturing* para optimizar los procesos y reducir los tiempos de operación. Estas metodologías se pueden resumir en los siguientes pasos:
    1. Definir las necesidades del cliente y recopilar información sobre la situación actual de la empresa mediante QFD.
    2. Elaborar una propuesta de mejora utilizando técnicas de *lean manufacturing*.
    3. Presentar la propuesta a la alta dirección, destacando los beneficios, para obtener su respaldo en la implementación.
    4. Ejecutar la propuesta de mejora.
    5. Evaluar los riesgos de la propuesta utilizando FMEA.
    6. Medir periódicamente los indicadores para mantener la mejora continua.

    La aplicación de esta metodología tuvo varios beneficios, que incluyen la reducción de tiempos en los procesos de ventas al eliminar actividades innecesarias y la identificación de roles y procedimientos más claros en el departamento de ventas. Además, se destacaron demoras en el proceso como oportunidades para futuras mejoras.

    Estos trabajos son relevantes ya que la metodología *lean manufacturing*, complementada con otras técnicas, puede ser adaptada para abordar la problemática del departamento de ventas en la empresa en estudio.
- Rosero Montalvo (2012) y Villacrés Zúñiga (2018) abordaron la problemática en los departamentos de ventas. Ambos propusieron metodologías basadas en el Ciclo PHVA para optimizar los procesos del departamento de ventas y reducir los tiempos de operación. Los pasos de estas metodologías pueden resumirse de la siguiente manera:
    1. Diagnosticar la situación real de la empresa.
    2. Definir los factores a mejorar a través del ciclo PHVA.
    3. Realizar propuesta de mejora.

4. Presentar la propuesta a la alta gerencia para su implementación.
5. Ejecutar la propuesta de mejora.
6. Evaluar el desempeño de la propuesta de mejora.
7. Realizar revisiones periódicas para la mejora continua.

El resultado de la aplicación de estas metodologías se tradujo en logros significativos, como el fortalecimiento de las estrategias en los procesos de venta de productos y servicios, así como la reducción de los tiempos de ejecución de las actividades administrativas en el departamento de ventas.

Estas tesis fueron de interés ya que demuestran cómo el enfoque del Ciclo PHVA puede utilizarse como un sólido punto de partida para abordar la problemática del departamento de ventas en la empresa en estudio.

- Carranza Ríos (2014), ante la problemática de generación de tiempos muertos en el proceso de ventas debido a la congestión en los procedimientos de entrada y salida de producto, abordó esta problemática, empleó la siguiente metodología basada en *Lean Focus* con el propósito de optimizar el proceso de ventas y mejorar los tiempos de atención al cliente:

    1. Etapa 1: Enfocar. Identificar las necesidades del cliente, revisar la información disponible y concentrar en los cuellos de botella y áreas críticas que tienen un mayor impacto en la satisfacción del cliente.
    2. Etapa 2: Operar. Observar las operaciones del proceso, diagnosticar problemas, identificar obstáculos, reconocer actividades ineficientes y proponer mejoras.
    3. Etapa 3: Crear. Desarrollar la planificación y ejecución de las actividades de mejora propuestas en la etapa anterior.
    4. Etapa 4: Utilizar. Evaluar los riesgos asociados a la implementación de las actividades que conforman el nuevo método de trabajo.
    5. Etapa 5: Sostener. Diseñar un plan destinado a mantener el éxito del nuevo método de trabajo a largo plazo.

    La implementación de esta metodología condujo a la obtención de los siguientes beneficios:

    - Lograr una reducción del 29.79% en los tiempos de atención al cliente.

- Disminuir el tiempo promedio de duración de las ventas, pasando de 44 minutos con 57 segundos a 31 minutos con 34 segundos.
- Identificar demoras en el proceso, que se convirtieron en áreas de oportunidad para futuras mejoras.

El contenido del trabajo adquiere relevancia al demostrar que la metodología *Lean Focus*, respaldada por otras técnicas, puede servir de referencia para abordar y solucionar la problemática en el departamento de ventas de la empresa en estudio.

- Chávez Acosta (2015), abordó la problemática relacionada con la disminución de la rentabilidad de la empresa. Esta problemática se debía a la existencia de inventario de joyería sin vender, alta rotación de personal, procesos poco definidos, un clima laboral inestable y la pérdida de clientes. Para hacer frente a esta situación, aplicó la siguiente metodología basada en herramientas de *Lean Manufacturing*, con el objetivo de mejorar la eficiencia del departamento de ventas:
  1. Aplicar *Kaizen* mediante las etapas del ciclo de Deming:
     - Planear. Recopilar documentación sobre la situación de la empresa. Planificar la ejecución de las siguientes acciones: generación de un diagrama de Ishikawa a través de sesiones de lluvia de ideas, identificación de alternativas de solución para abordar las causas identificadas y supervisión y evaluación de las propuestas de mejora.
     - Hacer. Observar y entrevistar al personal para documentar la situación de la empresa. Llevar a cabo sesiones de lluvia de ideas con el personal para abordar los problemas y sus posibles soluciones. Crear un diagrama de Ishikawa basado en la información recopilada. Seleccionar alternativas para la solución. Implementar la solución elegida.
     - Verificar. Verificar la solución a través de encuestas y listas de verificación.
     - Actuar. Medir los avances mensualmente utilizando indicadores propuestos. Tomar acciones correctivas cuando sea necesario.
  2. Aplicar las 5’S:
     - Clasificar (*Seiri*). Clasificar los documentos y herramientas.

- Ordenar (*Seiton*). Ordenar el área de trabajo, eliminando todo artículo que no fuera propio del área.
- Limpieza (*Seiso*). Limpiar periódicamente el área de trabajo.
- Estandarizar (*Seiketsu*). Estandarizar uniformes, procedimientos, normas y políticas de trabajo.
- Disciplina (*Shitsuke*). Establecer parámetros para el seguimiento y cumplimiento de los pasos anteriores.

3. Implementar una gestión por procesos. Crear un diagrama de flujo por medio de entrevistas al personal involucrado en el proceso y la evaluación directa.

Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes resultados:

- Determinar funciones, procedimientos y responsabilidades del área de ventas reduciendo tiempos de operación, gastos y mejorando el clima laboral.
- Determinar requisitos mínimos para la contratación del personal.

Esta tesis fue de interés debido a la utilización de *Kaizen* y de las 5´S, así como su contribución a la generación de procedimientos y funciones para el departamento de ventas. Las técnicas empleadas en esta tesis tienen el potencial de ser útiles para la optimización de los procesos en el departamento de ventas de la empresa en estudio.

- Castro Díaz (2018), se enfrentó a la problemática derivada de la falta de un sistema de gestión de calidad óptimo para el desempeño eficaz de los procesos de ventas. Esta situación resultaba en una disminución de la competitividad en el mercado, pérdida de clientes y desafíos a nivel administrativo y operativo. Para abordar esta problemática, aplicó la siguiente metodología, basada en los capítulos del 4 al 10 de la norma ISO 9001:2015 y el ciclo PHVA, con el objetivo de mejorar los procesos de venta de productos y servicios:

1. Capítulo 4: Contexto de la organización. Comprender la empresa mediante entrevistas a todos los departamentos para recopilar información sobre su situación inicial.
2. Capítulo 5: Liderazgo. Analizar los resultados del capítulo 4, evidenciando la ausencia de políticas, personal responsable de cada departamento, compromiso por parte de los trabajadores y roles poco definidos.

3. Capítulo 6: Planificación. Definir objetivos y metas a alcanzar. Identificar los recursos necesarios. Elaborar un plan cronológico de acciones a emprender. Designar a los responsables de la ejecución y seguimiento de estas acciones a través de la metodología de los "5 porqués."
4. Capítulo 7: Apoyo. Informar a la alta gerencia y a todo el personal involucrado en el proyecto acerca de los elementos esenciales del nuevo sistema de gestión de calidad de los procesos y sus beneficios. Solicitar su participación activa.
5. Capítulo 8: Operación. Realizar las actividades establecidas en el capítulo 6.
6. Capítulo 9: Evaluación de desempeño. valuar los resultados de las actividades del capítulo 8.
7. Capítulo 10: Mejora. Establecer revisiones periódicas del sistema de gestión de calidad de los procesos para garantizar su conveniencia y fomentar la mejora continua.

Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes resultados:

- Reforzar las estrategias en los procesos para la venta de productos y servicios.
- Obtener la certificación en la ISO 9001:2015, si la alta gerencia está interesada.
- Identificar áreas de oportunidad para certificación.

Este trabajo fue valioso debido a la utilización de la norma ISO 9001:2015 respaldada por el ciclo PHVA, ya que ofreció una solución a la problemática presentada y permitió la posibilidad de obtener la certificación en la misma norma. Estos aspectos pueden servir como un complemento para el proyecto actual.

- Martínez Arias y Sotelo Sotelo (2014), abordaron la problemática relacionada con la duración prolongada del proceso administrativo de venta de servicios de tiempos compartidos. Este proceso involucra seis áreas que realizan procesos independientes pero interdependientes entre sí, y también incluye a entidades externas a la organización. Esta situación generaba una pérdida de interés por parte de los clientes en adquirir los servicios. Para atender esta cuestión, aplicaron la siguiente metodología para reducir los tiempos de los subprocesos que se desarrollan entre la recepción de los documentos y la legalización de la venta del servicio:

1. Diagnosticar el proceso administrativo de ventas.

2. Determinar factores y puntos críticos que causen demoras en el proceso de ventas.
3. Establecer una estrategia para mejorar los tiempos elevados en los puntos críticos aplicando la mejora continua a través del ciclo PHVA.
4. Realizar una propuesta para disminuir los tiempos elevados del proceso de ventas.
5. Presentar a la alta gerencia la propuesta de mejora con sus beneficios, comparándola con la situación de la empresa.
6. Implementar la propuesta de mejora.

Con la aplicación de esta metodología, se logró la reducción de los tiempos de los procesos administrativos del departamento de ventas de 28 días a 15 días en un escenario normal y 17 días en un escenario que requería cierto esfuerzo de negociación.

La revisión efectuada en esta tesis despertó interés debido a que el ciclo PHVA se emplea nuevamente para mejorar los procesos del departamento de ventas. Esto lo convierte en un enfoque sólido que puede utilizarse como base para abordar la problemática en el departamento de ventas de la empresa en estudio.

- Escobar Barriga (2019), se enfrentó a la problemática de retrasos en los tiempos de entrega de productos a su destino debido a cambios en la logística y sistemas de Planificación de Recursos Empresariales. Para abordar esta cuestión, empleó la siguiente metodología, que combinó los principios del Rediseño de Procesos de Negocios mediante el uso de Patrones y los fundamentos del *Process Analysis and Design Methodology* (PADM) para transformar el proceso de ventas, reducir sus tiempos y mejorar la gestión del área:

    1. Definir el proyecto. Se estableció el objetivo del rediseño, se definió el ámbito de los procesos a rediseñar y se estableció la necesidad de hacer un estudio actualizado.
    2. Analizar la situación actual. Se definió, documentó y evaluó el proceso base.
    3. Rediseñar. Se estableció la dirección del cambio, se seleccionaron tecnologías habilitantes para el rediseño, se modeló, evaluó y detalló el rediseño.
    4. Implementar el rediseño. Se puso en marcha el nuevo diseño.

Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Disminuir el tiempo de consolidación del pedido de 4 días.
- Ahorrar mensualmente una cantidad cercana a $70,000,000 pesos chilenos.

El trabajo resultó interesante debido a la combinación de metodologías utilizadas, que fusionaron los fundamentos del Rediseño de Procesos de Negocios con el uso de Patrones y los principios de PADM. Esta mezcla de técnicas puede ser replicada para rediseñar el proceso de ventas en la empresa objeto de estudio y disminuir los tiempos de operación.

- Nieto Zambrano (2014), se enfrentó a la problemática de retrasos en el servicio al cliente final, reprocesos de proyectos debidos a inconsistencias en la información y la falta de respuesta inmediata ante productos defectuosos. Para abordar esta cuestión, aplicó la siguiente metodología basada en Seis Sigma para establecer un proceso que proporcione mediciones, herramientas y mecanismos de control a través de métricas e indicadores de gestión:

  1. Fase 1: Definir. Identificar al cliente, priorizar sus necesidades, identificar entradas y salidas del proceso, definir la problemática y planear el proyecto.
  2. Fase 2: Medir. Determinar qué medir, evaluar la capacidad del proyecto y analizar el valor de la medida propuesta.
  3. Fase 3: Analizar. Analizar las causas de la problemática, identificar una causa potencial y definir el problema a través de indicadores.
  4. Fase 4: Mejorar. Generar una matriz de priorización, fijar el objetivo del plan de mejora, definir una estrategia para cumplir el objetivo propuesto y generar un plan de acción.
  5. Fase 5: Controlar. Implementar la estrategia de control del proceso, fijar métricas de calidad y comunicar los resultados.

  Gracias a la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes beneficios:

  - Aumentar en un 7% número de proyectos terminados en los tres meses posteriores a su adquisición por el departamento de ventas.
  - Establecer un control estadístico para el análisis en el proceso de ventas.
  - Reducir errores que causaban retrasos en el servicio esperado por el cliente externo en el proceso de ventas.

Esta tesis fue de interés debido a que la metodología Seis Sigma proporciona una guía clara y ordenada para lograr la mejora continua del proceso de ventas. Esta técnica podría utilizarse como base para la metodología a implementar y resolver la problemática en el departamento de ventas de la empresa en estudio.

- Frías Díaz (2018), se enfrentó al desafío del rápido crecimiento de la empresa y la falta de procedimientos adecuados que permitieran al departamento de ventas alcanzar los objetivos organizacionales. Para abordar esta cuestión, utilizó la siguiente metodología:
    1. Realizar un diagnóstico de la situación del departamento de ventas mediante entrevistas, documentos, métricas y bases de datos de la empresa.
    2. Identificar puntos críticos a resolver a través de la información recopilada.
    3. Realizar propuestas de mejora definiendo objetivos específicos con el apoyo de la herramienta de gestión CRM (*SalesForce*).
    4. Implementar la propuesta que mejor se adaptó a los intereses de la empresa.

  Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes resultados:
    - Crear un sistema de gestión en la nube para reducir los tiempos de operación de los procesos de ventas.
    - Mejorar la comunicación del departamento de ventas y con las demás áreas involucradas con los clientes.

  La revisión efectuada en esta tesis fue de interés debido a la utilización de la plataforma CRM (*SalesForce)* para ajustar los procesos dentro del departamento de ventas, centrándose en las necesidades del cliente. CRM es una herramienta que podría ser útil para reducir los tiempos de los procesos del departamento de ventas de la empresa en estudio.

1.1.3 Tesis con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en el departamento de compras

En esta sección se describen tesis que aplican diversas técnicas de ingeniería industrial enfocadas a la eliminación de causas que ocasionan tiempos elevados de respuesta de atención a los clientes y el mejoramiento de los procesos del departamento de compras. Las

siguientes tesis fueron utilizadas como guía y referencia para dar solución a la problemática de la empresa en estudio:

- Gómez y Rojas (2011), Espinosa Campo (2013) y Aya Parra, Ramos Páez y Reyes Zabaleta (2017) describieron enfoques relacionados con técnicas de *lean Manufacturing* para la optimización de procesos de compras y reducción de tiempos. Integraron las etapas de estas técnicas de la siguiente manera:
    1. Definir las necesidades del cliente y recopilar información de la situación real de la empresa utilizando QFD.
    2. Generar propuestas de mejora mediante técnicas de *lean Manufacturing.*
    3. Presentar la propuesta a la alta gerencia y exponer los beneficios para obtener su respaldo.
    4. Ejecutar la propuesta de mejora.
    5. Evaluar los riesgos de la propuesta a través de indicadores utilizando FMEA.
    6. Medir periódicamente los indicadores para mantener la mejora continua

  Con la aplicación de las técnicas utilizadas se obtuvieron los siguientes beneficios:
    - Reducir tiempos en los procesos de compras al eliminar actividades sin valor agregado y reducir el desperdicio.
    - Definir las funciones, procedimientos y responsabilidades en el área de compras.
    - Identificar demoras en el proceso como oportunidades para mejoras adicionales.

  Estos trabajos son fueron de interés porque demuestran porque demuestran cómo la metodología *lean Manufacturing*, complementada con otras técnicas, puede replicarse para abordar la problemática en el departamento de compras de la empresa en estudio.
- Rojas Zuta (2015) y Morales Zúñiga (2019) describieron enfoques similares basados en el Ciclo PHVA para mejorar los procesos de compras y reducir los tiempos de operación. Integraron las etapas de estas metodologías de la siguiente manera:
    1. Diagnosticar la situación real de la empresa.
    2. Definir los factores a mejorar utilizando el ciclo PHVA.

3. Crear una propuesta de mejora.
4. Presentar la propuesta a la alta gerencia y compararla con la situación real de la empresa.
5. Implementar la propuesta de mejora.
6. Evaluar el desempeño de la propuesta de mejora.
7. Realizar revisiones periódicas para la mejora continua.

Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron los siguientes resultados:

- Fortalecer las estrategias en los procesos de compras.
- Reducir tiempos en los procesos administrativos del departamento de compras.

El contenido de estos trabajos fue de interés ya que demuestran cómo el Ciclo PHVA se utiliza para mejorar los procesos en el departamento de compras, lo que podría ser una base para abordar la problemática en la empresa en estudio.

- Arias Victoria y Loaiza Vásquez (2016), ante la problemática de falta de órdenes de compra de la mayoría de las facturas, que llegaban al departamento de compras y que generaban inconsistencias en la información, así como reproceso y seguimiento de los servicios, utilizaron la siguiente metodología para mejorar el proceso de compras y aumentar la eficiencia:

  1. Analizar el proceso de compras mediante un diagrama de Ishikawa.
  2. Identificar actividades que generan reprocesos en el área de compras utilizando un diagrama de Ishikawa.
  3. Determinar variables críticas del proceso de compras mediante la técnica 5W-2H.
  4. Analizar la situación existente utilizando la técnica 5W-2H.
  5. Definir alternativas de mejora a través de la técnica 5W-2H.
  6. Analizar las alternativas de mejora a través del ciclo PHVA.
  7. Crear una propuesta integral de mejora utilizando el ciclo PHVA.
  8. Evaluar los costos y beneficios de la propuesta de mejora utilizando la TIR.
  9. Evaluar la rentabilidad de la propuesta a través de la TIR.

  Con la aplicación de esta metodología se obtuvieron dos propuestas de aplicación para el mejoramiento del proceso de compras:

1. Realizar una inversión inicial destinada a imprevistos con una tasa de interés mensual. El análisis del VAN y la TIR sugirió que el proyecto debería rechazarse debido a pérdidas proyectadas.
2. Realizar una inversión inicial en un Certificado de Depósito a Término. El análisis del VAN y la TIR indicó que el proyecto debería aceptarse debido a las ganancias proyectadas

El trabajo fue valioso por su análisis detallado de los procesos de compras y la metodología propuesta, respaldada por diagramas y tablas. Esto podría ser de utilidad para proponer mejoras en el proceso de compras de la empresa en estudio.

- Espinoza Ugarte (2018), abordó la problemática del control y trazabilidad de proyectos, retrasos en el mantenimiento de maquinaria y la falta de indicadores de gestión en el proceso de compras. Utilizó la siguiente metodología para implementar indicadores de gestión alineados con los objetivos de la empresa:

  1. Analizar la situación actual del área de compras a través de encuestas y entrevistas.
  2. Medir la percepción del cliente interno en relación con los procesos de compras mediante encuestas y entrevistas.
  3. Determinar los procesos críticos a medir de acuerdo con los valores de la empresa y recomendaciones de la alta dirección.
  4. Determinar indicadores a medir mediante una matriz de criticidad.
  5. Seleccionar indicadores clave utilizando una matriz de indicadores de gestión.
  6. Construir indicadores con la información de la empresa.
  7. Desarrollar e implementar indicadores en el proceso de compras.

  Esta metodología condujo a los siguientes resultados:

  - Permitir a la empresa la generación de información numérica basada en información real y actualizada.
  - Identificar fallas en el funcionamiento de los procesos de compras.

  Esta tesis fue valiosa debido a su enfoque en la selección y desarrollo de indicadores en el departamento de compras, y puede servir como base para abordar la problemática en la empresa en estudio.

- Giraldo (2017), se enfrentó a la falta de equipos, programas y personal responsable en el departamento de compras. Utilizó la siguiente metodología para diseñar una estrategia destinada a elevar la eficacia, eficiencia y efectividad en el departamento de compras:
    1. Redactar la problemática de acuerdo con el entorno de trabajo.
    2. Describir los elementos, características y plataforma estratégica para abordar la solución.
    3. Recopilar información sobre la situación actual de la empresa.
    4. Definir conceptos y profundizar en las técnicas para resolver la problemática.
    5. Establecer el enfoque, momentos, acciones, técnicas y resultados esperados.
    6. Realizar las acciones planteadas en el paso cinco utilizando herramientas como una matriz de marco lógico, un cuadro de fases y un diagrama de Gantt.
    7. Definir las condiciones de viabilidad y sostenibilidad.

  Esta metodología generó los siguientes resultados:
    - Crear una matriz de marco lógico.
    - Desarrollar una matriz de fases para la propuesta.
    - Crear un diagrama de Gantt para las actividades de la propuesta.
    - Generar presupuesto para la propuesta de mejora.
    - Crear una matriz de estrategias de seguimiento, control, evaluación y mejora de la propuesta.

  El trabajo fue interesante no solo por el tema que aborda, sino también por su enfoque externo y la metodología utilizada, que podría ser útil para mejorar tanto los departamentos de compras como de ventas en la empresa en estudio.
- Amaya López y Silva Cano (2013), se centraron en la problemática del entendimiento del nuevo proceso de compras después de la reestructuración de la compañía, lo que causaba demoras en los tiempos y pagos a proveedores. Utilizaron la siguiente metodología para mejorar el proceso de compras y reducir los tiempos y costos mediante un modelo de simulación:
    1. Realizar encuestas en el área de compras y áreas relacionadas para identificar y definir la problemática.

2. Levantar los procesos mediante observación y entrevistas, representando la información en tablas y diagramas.
3. Tomar el tiempo de cada proceso en un período de tres meses.
4. Elaborar un modelo de la situación de la empresa determinando las distribuciones de probabilidad de los tiempos.
5. Crear un modelo en ARENA basado en las distribuciones de probabilidad calculadas.
6. Analizar los resultados del modelo.
7. Validar los datos del modelo con la información real de la empresa.
8. Analizar los puntos de mejora del modelo de acuerdo con las políticas de compras.
9. Hacer propuestas para mejorar los puntos detectados.
10. Comparar la situación de la empresa con cuatro escenarios simulados.
11. Seleccionar los escenarios que generan mayores beneficios.

Con esta metodología, se obtuvieron dos propuestas de mejora de los procesos de compras:

1. Contratar un asistente de compras, lo que reduciría los costos y la disponibilidad de tiempo.
2. Contratar dos asistentes de compras para reducir los tiempos de operación en el área de compras, aunque sin reducir costos.

Esta tesis fue de interés debido a la utilización de un simulador como ARENA para comparar la situación de la empresa en diversos escenarios mejorados. Puede ser útil para proponer mejoras en el proceso de compras de la empresa en estudio.

1.1.4 Tesis y artículos con aplicación de técnicas de la ingeniería industrial en diversas empresas de bienes y servicios

En esta sección se describen tesis y artículos que aplican diversas técnicas de ingeniería industrial enfocadas la realización de diversas actividades para el cumplimiento del objetivo general del trabajo de tesis: disminución de los tiempos de respuesta de atención a los clientes. Los siguientes trabajos fueron utilizados como guía y referencia para dar solución a la problemática de la empresa en estudio:

- Yubero Úbeda (2016) propuso un enfoque para gestionar las quejas y respuestas de las necesidades de información en respuesta a la dificultad de acceso a la información de los usuarios de la biblioteca universitaria. Esto tenía como objetivo respaldar la mejora de los procesos de aprendizaje, investigación, docencia y formación continua. Los pasos para desarrollar este enfoque fueron los siguientes:
    1. Recopilar información mediante una encuesta de satisfacción de usuarios.
    2. Definir instrumentos de gestión de quejas y sugerencias, incluyendo un formulario para la entrada de datos del usuario, una base de datos "sugerencias" en un *software* llamado *File Maker* y un buzón compartido de correo electrónico.
    3. Definir el personal responsable de responder a las quejas, que incluye la coordinación de la biblioteca, jefe del área de adquisiciones y hemeroteca, jefe de área de proceso técnico y atención a usuarios, coordinador de préstamo y coordinador web.
    4. Establecer un plazo máximo de respuesta de hasta cuatro días laborables.
    5. Definir el procedimiento de respuesta y herramientas para la contestación de las quejas, incluyendo la apertura de la base de datos, clasificación de quejas, respuesta a través de plantillas preestablecidas, envío de correo electrónico de respuesta al usuario, adición de observaciones si es necesario y ejecución de la propuesta de mejora recibida.

    Con la aplicación del procedimiento se obtuvieron los siguientes beneficios:
    - Agilizar la gestión de respuestas a sugerencias y quejas de usuarios.
    - Responder al 80% de los mensajes el mismo día de su recepción.
    - Aumentar el indicador de calidad establecido en la carta de servicios de la institución.

    El contenido de este artículo fue de interés dado el enfoque puede replicarse para implementar un sistema de quejas y sugerencias con el propósito de mejorar el indicador de desempeño.
- García Elvira (2015) describió un sistema de programación para trabajadores con el fin de garantizar que completen sus actividades en los plazos establecidos. Esto

abordó la problemática de la gestión de múltiples mejoras implementadas y generó un sistema de información centrado en la creación de partes de turnos rotativos. Los pasos utilizados fueron los siguientes:

1. Definir requisitos funcionales del calendario, abordando funciones básicas, visualización, tipos de eventos y formato.
2. Definir requisitos no funcionales del calendario, incluyendo disponibilidad, seguridad, usabilidad, escalabilidad e interfaz.
3. Establecer el alcance correspondiente al calendario, abarcando la creación, edición y eliminación de eventos.
4. Definir las herramientas para la implementación del calendario, como *WdCalendar*, *jQueryFontier Calendar*, *EventCalendar* y *FullCalendar*.
5. Seleccionar *FullCalendar* como la herramienta de implementación debido a su capacidad para crear un calendario similar al de Google que cumple con requisitos funcionales y no funcionales.
6. Implementar el calendario.

Con la aplicación de los pasos se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Mejorar la comunicación entre todos los trabajadores de la empresa.
- Optimizar los recursos de la empresa.

Esta tesis fue de interés ya que los pasos utilizados pueden replicarse para implementar un calendario digital de actividades con el fin de mejorar el indicador de desempeño.

- Riquelme Torres y Villena Moya (2011) y Nieto Laespada et al. (2018) propusieron la introducción de un sistema de tableros, tanto físicos como virtuales, similares a un tablero Kanban, como solución a la problemática de la mala gestión de procesos en entornos industriales. Esto tenía como objetivo mejorar la gestión y organización de un proceso de fabricación y evitar la acumulación de tareas en curso. El proceso se llevó a cabo mediante las siguientes acciones:

  1. Determinar la situación actual de la empresa en estudio.
  2. Establecer opciones de tableros a implementar, que incluían tableros físicos, virtuales y teóricos.
  3. Definir el tipo de tablero a utilizar según las necesidades de la empresa.

4. Diseñar el formato del tablero.
5. Implementar el tablero.
6. Se diseñó el formato del tablero.
7. Se implementó el tablero.

La implementación de estos tableros generó los siguientes beneficios:

- Aumentar la productividad y eficiencia.
- Reducir el tiempo de ejecución de las actividades de producción.
- Disminuir las "No conformidades".

Estos artículos fueron valiosos dado que el procedimiento se puede replicar para implementar un tablero físico tipo Kanban como acción para mejorar el indicador de desempeño del presente proyecto.

1.3 Generalidades de “la empresa en estudio”

Para entender la problemática de la empresa en estudio es necesario contar con un panorama general de las actividades que se desarrollan en la misma, desde sus inicios hasta su proceso general, para brindar un servicio. Los aspectos generales de la empresa en estudio, que se abordarán en esta sección, son los siguientes:

- Antecedentes.
- Misión
- Visión
- Valores.
- Distribución de la empresa en estudio.
- Organigrama.
- Descripción general del proceso de renta.

1.3.1 Antecedentes

Los antecedentes históricos de la empresa en estudio proporcionan una visión clara de su evolución a lo largo de los años. Aquí se presenta una breve síntesis de los hitos más relevantes:

- Fundación (1960): La empresa se establece en el centro del estado de Veracruz como una empresa transportista, enfocada en el movimiento de grandes volúmenes de materiales entre empresas de la región.
- Inicio del reciclaje de metales (1995): Diversifican sus actividades al incorporar el reciclaje de metales como parte de su operación, aprovechando la presencia de grandes cantidades de metal en sus operaciones de transporte.
- Adquisición de grúas industriales (1998): Reconociendo la necesidad de manejar grandes pesos y volúmenes, la empresa adquiere grúas industriales y comienza a ofrecer servicios de renta de grúas.
- Ampliación de la flota (2001): Se expanden aún más al adquirir grúas de mayor capacidad (15 y 20 toneladas) junto con varios montacargas para fortalecer su operación.
- Proyecto a gran escala (2003): La empresa da un gran salto desmantelando una empresa completa fuera del estado, consolidándose como una compañía fuerte en la región y adquiriendo una grúa de 200 toneladas.
- Alianza comercial (2005-2014): Establece una alianza estratégica con otra empresa local, lo que les permite ofrecer sus servicios de renta de grúas industriales en la construcción de puentes y carreteras en todo México.
- Expansión de la flota (2013): Continúan invirtiendo en su capacidad operativa al adquirir una grúa de 300 toneladas, posicionándose como una de las empresas líderes en el país en este sector.
- Perspectiva de expansión internacional (2023): Actualmente, la empresa se encuentra en una fase en la que está buscando expandir sus servicios a otros países, demostrando su deseo de crecimiento y alcance global.

1.3.2 Misión

La misión de la empresa en estudio está enfocada totalmente en mejorar la experiencia, seguridad y satisfacción del cliente, por lo que se describe de la siguiente manera (Empresa en estudio, 2023):

> *"Brindar soluciones integrales con los clientes de manera segura".*

1.3.3 Visión

La empresa en estudio cuenta con una visión enfocada en la mejora continua y la satisfacción del cliente a través de la continua actualización de equipo de trabajo. Esto subraya la ambición de mantenerse a la vanguardia de la tecnología y la eficiencia en la prestación de servicios. Por lo tanto, la visión corporativa que la empresa planea lograr en un futuro es la siguiente (Empresa en estudio, 2023):

> *"Invertir en equipos especializados y modernos para brindar soluciones integrales".*

1.3.4 Valores

En palabras de Martínez (2023), socio de la empresa en estudio, *"El activo más importante de la empresa son sus trabajadores"*, teniendo eso en cuenta, los valores institucionales con los que la empresa y su personal están comprometidos son los siguientes (Empresa en estudio, 2023):

- *"Seguridad. Tener conciencia de todos y todos los bienes.*
- *Calidad. Logar la satisfacción plena de nuestros clientes internos y externos.*
- *Trabajo en equipo. Trabajar unidos en armonía para lograr un propósito común establecido.*
- *Responsabilidad. Tener la capacidad de responder por nuestros actos.*
- *Honestidad. Tener buen comportamiento*
- *Puntualidad. Cumplir con el tiempo establecido en todo momento y actividad".*

1.3.5 Distribución de la empresa en estudio

La empresa en estudio se encuentra ubicada en el estado de Veracruz y por cuestiones de privacidad la ubicación exacta no puede ser divulgada en este proyecto. La empresa en estudio está distribuida de la siguiente manera (Figura 1. 1):

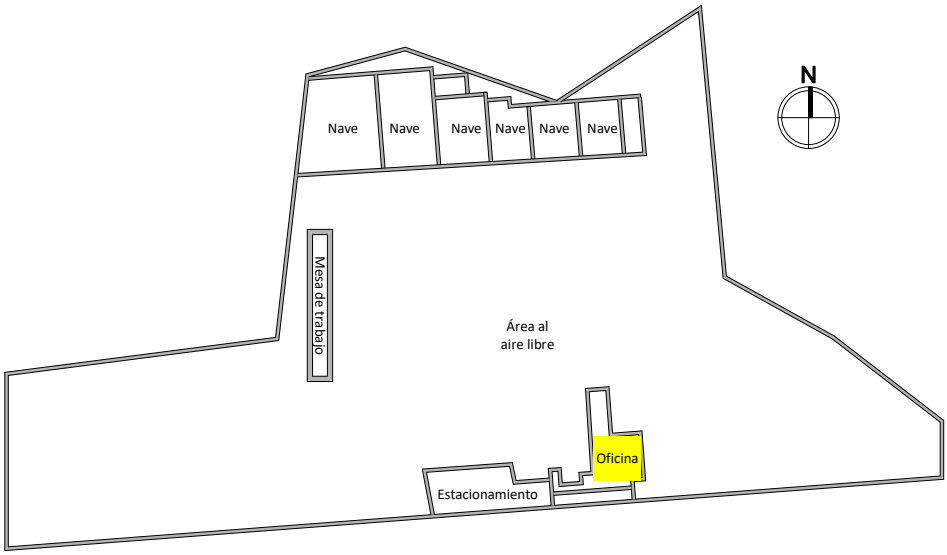


Figura 1. 1 Distribución de la planta la empresa en estudio. (Fuente: Elaboración propia).

- Oficina.
- Estacionamiento.
- Mesa de trabajo.
- Área al aire libre.
- Naves.

El área en la que se realizará el proyecto se encuentra en la planta baja del edificio de las oficinas, concretamente en la oficina de compras y en la oficina de ventas. El departamento de compras se encuentra junto al acceso principal del edificio de oficinas, y el departamento de ventas se encuentra al final del pasillo, como se muestra en la Figura 1. 2.

1.3.6 Organigrama

La empresa en estudio cuenta con una dirección general conformada por dos socios, el siguiente nivel de jerarquía lo ocupa el administrador general él cual tiene a su cargo dos departamentos: ventas y administración (Figura 1. 3).

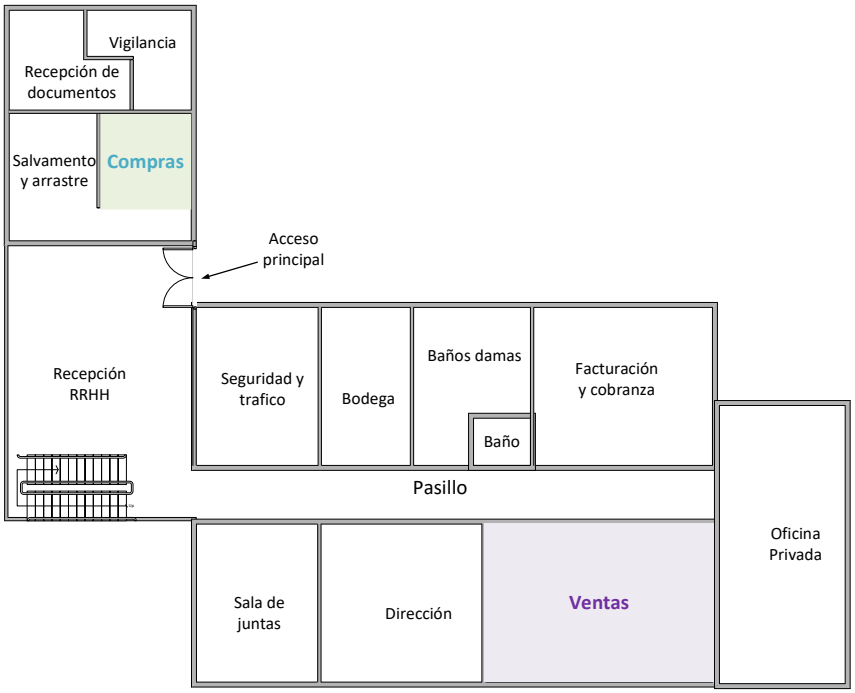


Figura 1. 2 Distribución de la planta baja del edificio de oficinas (Fuente: Elaboración propia).

El departamento de ventas, mostrado en la Figura 1. 4, se encarga de las operaciones de la empresa. Este departamento se conformada por los subdepartamentos de construcción, grúas industriales y grúas de arrastre. Del subdepartamento de grúas industriales surge el puesto de jefe de taller, el cual coordina al departamento de mantenimiento, a los operadores de grúas industriales y a los operadores de las grúas de arrastre.

El departamento de Administración, mostrado en la Figura 1. 5, se encarga de los temas financieros de la empresa. Este departamento está conformado por las siguientes cuatro subdivisiones:

1) El departamento de contabilidad, que se divide en “facturación y cobranza” y banca.
2) El puesto de supervisor administrativo, que supervisa a almacén, compras y tráfico.
3) El departamento de recursos humanos, que coordina al departamento de sistemas y la caja chica.
4) La tesorería.

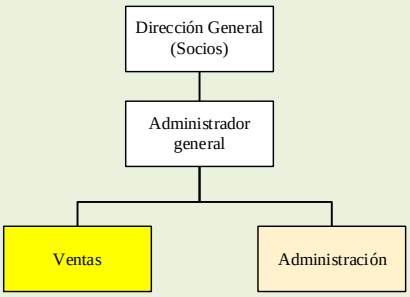


Figura 1. 3 Organigrama actual de la empresa en estudio.

(Fuente: Elaboración propia).

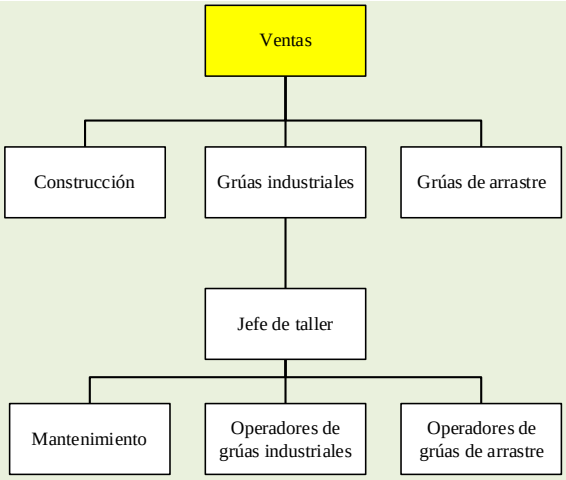


Figura 1. 4 Organigrama departamento de ventas.

(Fuente: Elaboración propia).

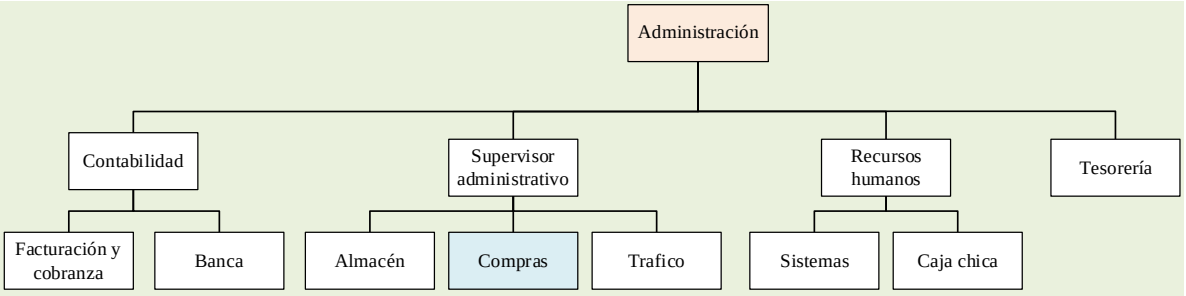


Figura 1. 5 Organigrama departamento de administración. (Fuente: Elaboración propia).

1.3.7 Descripción del proceso general de renta de grúas industriales

La empresa en estudio se dedica a la renta de grúas y ofrece servicios de transporte, movimiento de maquinaria, maniobras y montajes a través de grúas hidráulicas, telescópicas y de arrastre. A pesar de que la empresa proporciona servicios especializados y distintos para cada cliente según sus requerimientos, todos siguen un proceso general de operaciones común. El flujo del proceso de la empresa, representado en la Figura 1. 6, desde que cliente solicita el servicio hasta que se le brinda es el siguiente:

1. Esperar solicitud de cotización del servicio.
2. Realizar la cotización.
3. Confirmar el servicio y esperar el pago.
4. Informar los detalles del servicio al departamento de mantenimiento.
5. Preparar el equipo requerido para el servicio.
6. Solicitar a almacén refacciones y consumibles para el equipo que realizará el servicio.
7. Solicitar al departamento de compras refacciones o consumibles para el equipo que realizará el servicio.
8. Adquirir las refacciones o consumibles solicitados por almacén.
9. Entregar a almacén el material solicitado.
10. Entregar a mantenimiento el material solicitado.
11. Dejar el equipo en óptimas condiciones para dar el servicio.
12. Informar a ventas sobre la liberación del equipo.
13. Coordinar con el cliente el inicio del servicio.
14. Dar seguimiento al servicio.
15. Informar al cliente la finalización del servicio.
16. En caso de que el cliente requiera continuar con el servicio o adquirir otro, comenzar de nuevo en el punto 1.

1.4 Objetivos

En esta sección serán descritos el objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto de investigación. Para lograr el objetivo general se requiere cumplir con cada uno de los objetivos específicos.

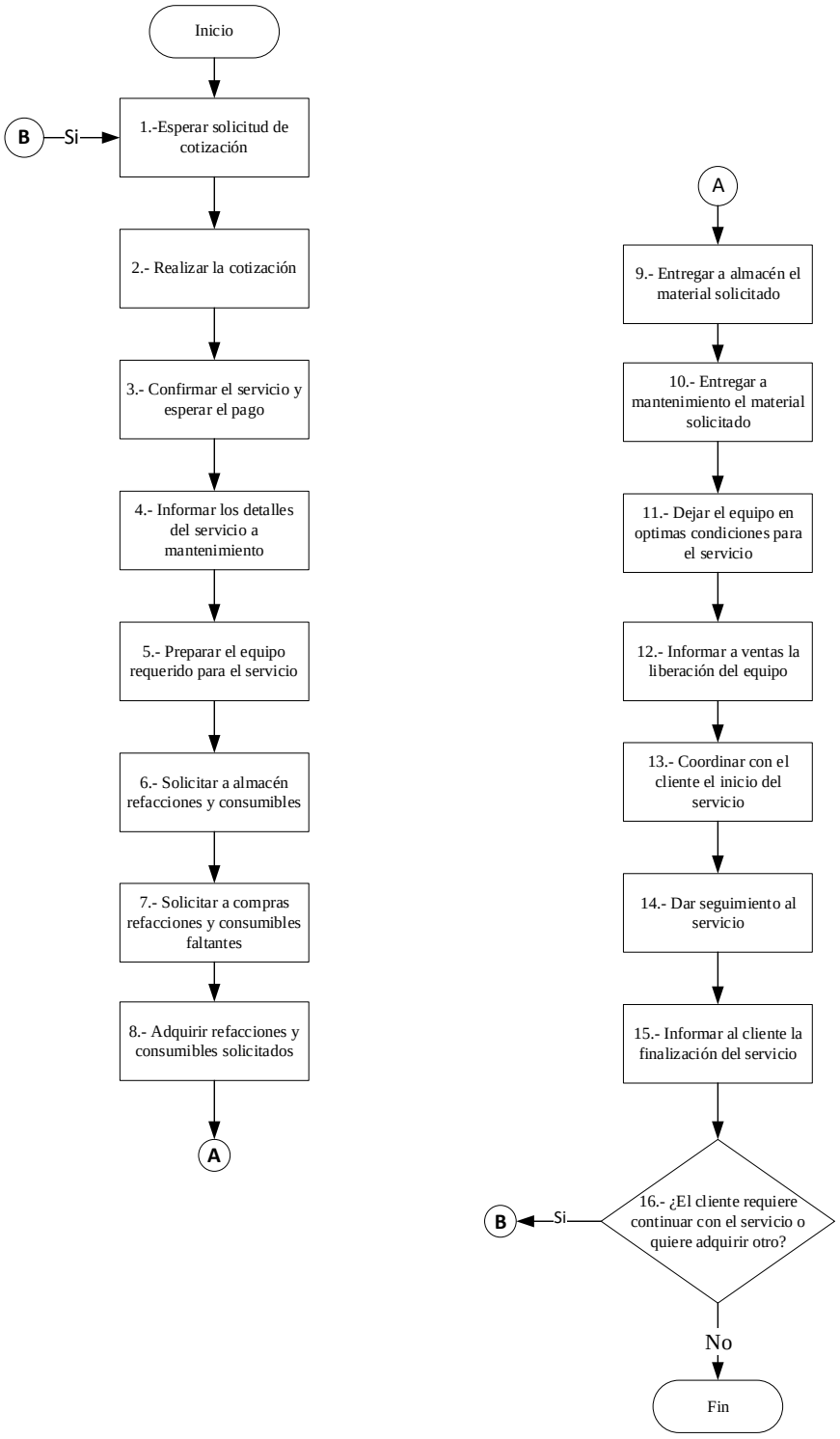


Figura 1. 6 Diagrama de flujo del proceso general de la empresa en estudio

(Fuente: Elaboración propia).

1.4.1 Objetivo general

El objetivo general del presente proyecto consiste en lo siguiente:

Reducir los tiempos de respuesta en la atención al cliente en una empresa de grúas industriales, mejorando los procesos en los departamentos de compras y ventas.

1.4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto fueron definidos con base en la metodología utilizada (Sección 3.1) para cumplir con el objetivo general. Estos objetivos son los siguientes:

1. Diagnosticar la situación real de la empresa.
2. Definir indicador de desempeño.
3. Identificar causas para mejorar indicador de desempeño.
4. Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño.
5. Analizar el proceso de compras.
6. Analizar el proceso de ventas.
7. Adaptar SMED para reducir tiempos de respuesta de atención a clientes.
8. Reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED, para el proceso de compras.
9. Reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED, para el proceso de ventas.
10. Validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso, de compras y ventas, contra el tiempo del proceso actual.
11. Definir actividades de control y seguimiento.

1.5 Justificación

En la empresa de grúas industriales actualmente no existe información del tiempo estándar de las actividades dentro de los procesos de los departamentos de ventas y compras. Al desconocer esta información sucede lo siguiente:

1. El personal encargado del departamento de ventas carece de una referencia sobre el tiempo necesario para completar las actividades propias de su área, lo que resulta en una atención prolongada al cliente.
2. El departamento de compras sigue un procedimiento de adquisición que es lento y, en muchas ocasiones, se ven obligados a omitir ciertas actividades de su proceso normal. Además, personas ajenas al departamento realizan compras de refacciones para evitar retrasos en las actividades de mantenimiento, lo que incumple con los plazos de respuesta establecidos por ventas y conlleva a la insatisfacción y amonestaciones por parte de los clientes.

Dado este contexto, esta investigación se justifica por la necesidad de la empresa de abordar las causas que resultan en tiempos prolongados de atención a sus clientes mediante la mejora de los procesos en los departamentos de compras y ventas. La mejora de los servicios de la empresa, a través de este proyecto, contribuirá a su consolidación como una entidad sólida y competitiva en la región. Esto se traducirá en un aumento de las ganancias, una mejora en las condiciones laborales, la retención del empleo de los trabajadores y, posiblemente, la creación de nuevos puestos de trabajo.

Cabe destacar que, durante la investigación de campo y la revisión de bases de datos, no se encontró ningún proyecto documentado que aborde la optimización conjunta de los departamentos de compras y ventas para reducir los tiempos de atención al cliente en el sector de grúas industriales. Por lo tanto, este proyecto servirá como referencia para la implementación futura de iniciativas similares. Además, permitirá al autor aplicar sus conocimientos adquiridos durante su formación académica en el Instituto Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Orizaba, adquirir experiencia profesional y obtener el grado de maestro en ingeniería industrial.

1.6 Conclusión

Este capítulo ha proporcionado una visión detallada de la problemática que enfrenta la empresa en estudio en cuanto a los tiempos de respuesta en los departamentos de ventas y compras. La justificación de esta investigación radica en la necesidad de la empresa de

mejorar sus procesos para mantenerse competitiva y satisfacer las expectativas de sus clientes. Además, con base en la investigación del estado del campo, se observó la ausencia de proyectos documentados que involucren a los departamentos de compras y ventas, en conjunto, para la problemática, de la empresa en estudio, en el ámbito de grúas industriales.

Capítulo 2
Marco teórico

Este capítulo aborda una variedad de conceptos que sustentan el presente proyecto, desde la representación inicial de los procesos, a través del diagrama SIPOC, hasta la aplicación de pruebas de hipótesis. En el transcurso de este capítulo, se exploran elementos clave como la lluvia de ideas, el diagrama de afinidad, SMED, entre otros, los cuales desempeñan un papel vital en el análisis y la toma de decisiones basadas en datos. Los conceptos presentados en este capítulo se dividen en 7 categorías, tal como se muestra en la Figura 2. 1.

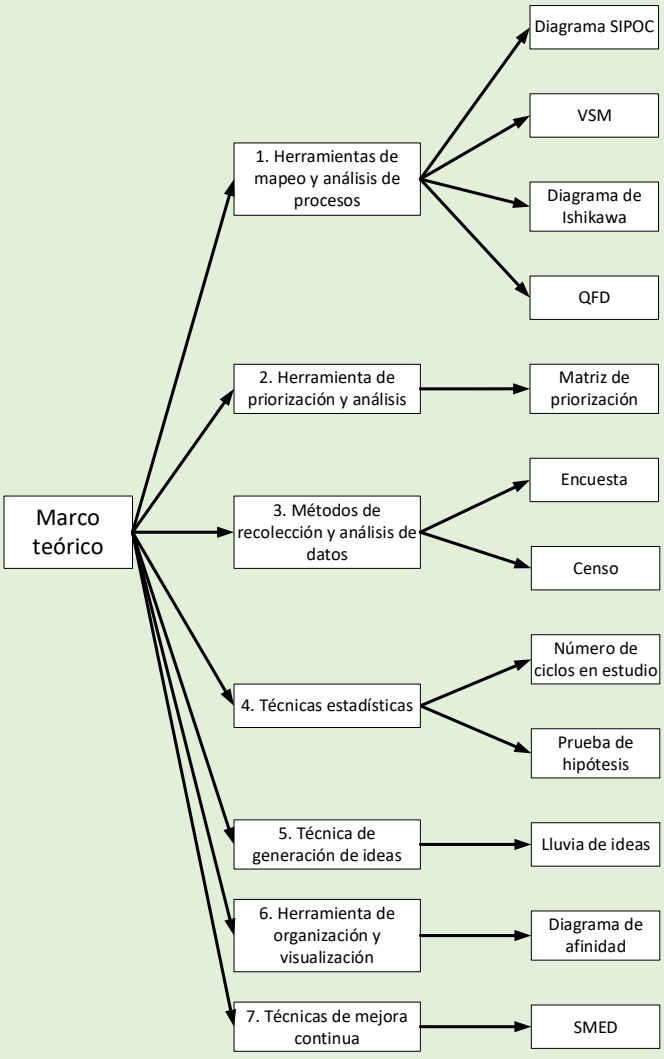


Figura 2. 1 Clasificación de los temas abordados en el marco teórico (Fuente: Elaboración propia.

2.1 Herramientas de mapeo y análisis de procesos

En esta sección se describirán herramientas para entender y optimizar los procesos empresariales. Las herramientas abordadas son el diagrama SIPOC, *Value Stream Mapping* (VSM), el diagrama de Ishikawa y *Quality function Deployment* (QFD), las cuales serán de utilidad para ofrecer una visión clara y estructurada de los procesos de la empresa en estudio, permitiendo así identificar áreas de mejora.

2.1.1 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC, es una técnica empleada para definir los procesos, lo que implica establecer la estructura elemental necesaria para comprender la interconexión y límites de los procesos. SIPOC proviene de la primera etapa de la metodología *Six Sigma*, que se enfoca en la mejora de la calidad, cuyo propósito es lograr una definición precisa del proceso que se está estudiando. El diagrama SIPOC busca explicar, para cada proceso, los elementos esenciales que lo componen independientemente de la forma en que éste sea llevado a cabo (Pellegrini, 2015).

El diagrama SIPOC recibe su nombre de sus componentes en inglés: *Supplier* (Proveedor), *Input* (Insumos), *Process* (Proceso), *Output* (Salida) y *Customer* (Cliente). Estos cinco aspectos básicos, que conforman al diagrama SIPOC, se describen a continuación (Pellegrini, 2015):

1. Proveedor: Aquí se incluye cualquier entidad o proceso que suministre lo necesario.
2. Insumos: Comprende todo lo que se requiere para ejecutar el proceso, incluyendo información, materiales, actividades y recursos.
3. Proceso: Engloba las actividades esenciales para transformar las entradas en resultados.
4. Salida: Representa el producto final del proceso.
5. Cliente: Se refiere a la persona o proceso que se ve directamente afectado por los resultados del proceso.

El diagrama SIPOC (Figura 2. 2) ofrece una visión general y simple del proceso, que se puede aplicar a procesos de cualquier magnitud y nivel, incluso a una organización en su conjunto.

Al conectar las estructuras SIPOC a lo largo de la empresa, se identifica cómo interactúan los diversos procesos de la organización. Se visualiza cómo el resultado de un proceso se convierte en la entrada de otro, lo que permite entender la organización como un conjunto de procesos (Tovar, 2007).

2.1.1 Ventajas del diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una técnica valiosa para representar de manera clara los procesos en las empresas y organizaciones. Entre sus ventajas se encuentran las siguientes (Guerra, 2019):

- Proporciona una comprensión completa del proceso al definir aspectos cruciales, como el propósito y alcance, los pasos a seguir, los recursos necesarios, los roles involucrados y las actividades que aportan valor.
- Define las métricas del proceso.
- Identifica áreas de mejora para optimizar la eficiencia del proceso.
- Revela las conexiones entre distintos procesos, permitiendo la comparación de actividades y la búsqueda de soluciones a problemas, lo que guía al investigador para encontrar soluciones adecuadas a las condiciones del proceso.

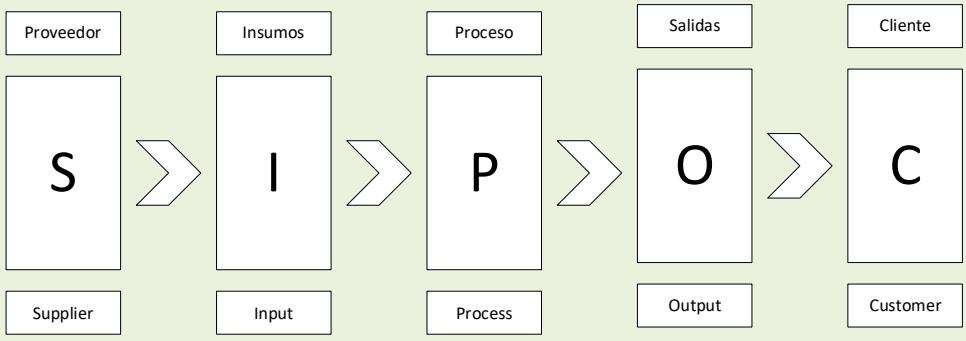


Figura 2. 2 Estructura básica del diagrama SIPOC (Fuente:(Pellegrini, 2015)

2.1.2 Pasos para la elaboración de un diagrama SIPOC

De acuerdo con Tovar (2007), los pasos para realizar un diagrama SIPOC son los siguientes:

1. Delimitar el proceso y crear un diagrama de flujo general que identifique las etapas principales. Este diagrama debe ubicarse en la casilla de "Proceso".
2. Identificar las salidas del proceso, es decir, los resultados como productos o servicios generados. Estas salidas se listan en la casilla de "Salidas".
3. Especificar quiénes son los clientes o usuarios que reciben o se benefician de las salidas del proceso. Estos se listan en la casilla de "Clientes".
4. Definir las entradas necesarias, como materiales o información, para que el proceso funcione adecuadamente. Estas entradas se listan en la casilla de "Entradas".
5. Identificar a los proveedores, es decir, aquellos que suministran las entradas necesarias. Los proveedores se listan en la casilla de "Proveedores".

2.1.2 *Value stream Mapping (VSM)*

El VSM, conocido como el mapa de cadena de valor, por sus siglas en ingles de *Value Stream Mapping,* es un conjunto de todas las acciones específicas necesarias para brindar un producto o servicio específico a través de tres tareas críticas de gestión (Keyte & Locher, 2016):

1. Resolución del problema.
2. Gestión de la información.
3. Transformación física.

De acuerdo con Socconini (2019), un VSM es una representación gráfica de los componentes de producción e información, lo que brinda una comprensión profunda tanto de los procesos internos como de la cadena de suministro. Esta herramienta permite un conocimiento exhaustivo del flujo y la identificación de actividades que no aportan valor, permitiendo identificar dónde reside el valor y dónde se generan desperdicios. Según Keyte & Locher (2016), el VSM sienta las bases para la implementación de prácticas *lean* en toda la organización, evitando el enfoque tradicional subóptimo de mejorar la eficiencia a nivel

departamental. Además, ayuda a identificar oportunidades de mejora continua y la eliminación de desperdicios.

Un VSM se destaca por su capacidad para presentar una amplia gama de información en un solo esquema, como lo menciona Socconini (2019):

- Demanda del cliente y la forma de confirmación de pedidos.
- Demanda a los proveedores y su proceso de confirmación de pedidos.
- Planificación de producción y compras.
- Proceso de entrega de proveedores al cliente.
- Secuencia de operaciones de producción.
- Información relevante de cada operación.
- Niveles de inventario de materias primas, productos en proceso y productos terminados.
- Diferenciación entre tiempo que agrega valor y tiempo que no agrega valor.
- Tiempos de entrega desde materias primas hasta productos terminados.
- Identificación de cuellos de botella.
- Puntos críticos del proceso.

El VSM existe en dos modalidades: la representación del estado presente y la del estado futuro del proceso. Estos VSM son los siguientes (Socconini, 2019):

1. VSM de estado presente. Este mapeo es un documento de referencia que destaca las deficiencias en el proceso, documentando la situación actual de la cadena de valor. Muestra datos sobre inventario, información sobre la capacidad, disponibilidad y eficiencia de cada operación, así como detalles sobre la demanda del cliente y cómo se procesa la información desde el cliente hasta la planta y de la planta a los proveedores, la distribución al cliente y a los proveedores, así como la forma en que se suministra información a los procesos.
2. VSM de estado futuro. Este mapeo representa la solución a corto plazo para el proceso, teniendo en cuenta las mejoras planeadas en el sistema productivo. Se

presenta como parte de un plan de acción para implementar herramientas *lean*, después del análisis de la situación actual. Las herramientas Lean se indican en el VSM de estado futuro como relámpagos, representando una serie de eventos *kaizen* que deben llevarse a cabo.

2.1.2.1 Simbología de un VSM

Según Lee & Snyder (2007), la simbología utilizada para la realización de un VSM es la que se describe a continuación:

- Íconos de Proceso. Representan equipos, grupos de trabajo, departamentos, proveedores y clientes. El tiempo dedicado a estas áreas suele considerarse tiempo de valor (Tabla 2. 1).
- Íconos de Materiales. Representan el almacenamiento o transporte de material, lo que generalmente no añade valor al proceso (Tabla 2. 2).

Íconos de Información. Representan información del sistema productivo, el flujo de información y la gestión (

- Tabla 2. 3).

Íconos Variados. Utilizados para representar el tiempo que agrega o no agrega valor en cada actividad, así como la identificación de oportunidades de mejora (

- Tabla 2. 4).

Cabe destacar que los iconos no están estandarizados y pueden adaptarse según las necesidades específicas de la representación del sistema de producción (Lee & Snyder, 2007).

2.1.2.2 Pasos para la elaboración de un VSM de estado presente

El desarrollo de un VSM de estado presente se guía por una serie de pasos recomendados por Lee & Snyder (2007):

1. Dibujar los íconos que representan al cliente, al proveedor y al control de producción (Figura 2. 3).

2. Introducir las necesidades del cliente, ya sea por mes o día, según sea pertinente (Figura 2. 3).

Tabla 2. 1 Descripción de los íconos de proceso (Fuente: (Lee & Snyder, 2007)

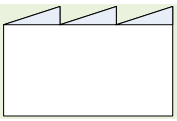
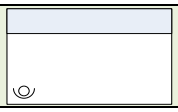
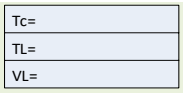
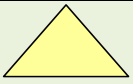
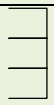
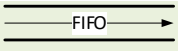
Símbolo	Representación	Descripción
	Cliente/proveedor	Este ícono representa al proveedor cuando se encuentra en la parte superior izquierda, donde inicia el flujo de material. También representa al cliente cuando se coloca en la parte superior derecha, donde finaliza el flujo de material.
	Cuadro de procesos	Este ícono representa un proceso, operación, equipo o departamento, a través del cual fluye el material.
	Cuadro de información	Este ícono describe la información del proceso, es decir, los datos necesarios para el análisis del sistema. La información que contiene es tiempo ciclo, tiempo de cambio, tiempo de configuración de la máquina, número de operadores, capacidad disponible, tamaño de lote y tasa de transferencia del material.
	Celda de trabajo	Este ícono representa los procesos que se integran en una celda de manufactura. Estas células generalmente procesan un solo producto o familia de procesos similares.

Tabla 2. 2 Descripción de los íconos de materiales (Fuente: (Lee & Snyder, 2007)

Símbolo	Representación	Descripción
	Inventario	Este ícono representa el inventario entre dos procesos. También representa el almacenamiento de materias primas y productos terminados.
	Envío	Este ícono representa el movimiento de materias primas desde los proveedores hasta la recepción de la fábrica o el movimiento de los productos terminados desde el envío de la fábrica hasta los clientes.
	Flecha de empuje	Este ícono represente el empuje de material de un proceso al siguiente.
	Supermercado	Este ícono representa el inventario "supermercado", es decir, un punto de acción *kanban*. Regula la producción de acuerdo con la demanda existente.
	Jale de material	Este ícono representa a los supermercados que se conectan a los procesos posteriores.
	Carril FIFO	Este ícono representa los procesos que están conectados mediante un sistema FIFO que limita la entrada.

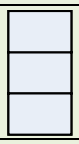
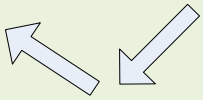
Símbolo	Representación	Descripción
	Inventario de seguridad	Este ícono representa un inventario de seguridad para proteger al sistema de variaciones inesperadas de los pedidos o fallas del sistema.
	Envío externo	Este ícono representa los envíos de los proveedores o los clientes que usan transporte externo.

Tabla 2. 3 Descripción de los iconos variados (Fuente: (Lee & Snyder, 2007)

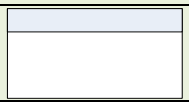
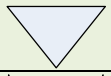
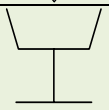
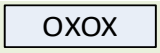
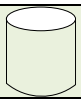
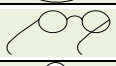
Símbolo	Representación	Descripción
	Control de producción	Este ícono representa un programa de control de producción o departamento de control, persona u operación.
	Información manual	Este ícono representa el flujo de información obtenida mediante conversación, informe u otras notas relevantes.
	Información electrónica	Este ícono representa el flujo de información mediante dispositivos electrónicos como internet, correo electrónico, redes LAN, fax, teléfono, etc.
	*Kanban* de producción	Este ícono representa la producción de un numero definido de partes.
	*Kanban* de retirada	Este ícono representa una tarjeta o dispositivo que instruye a un manipulador de material a transferir materiales de un lugar a otro.
	Señal *Kanban*	Este ícono representa la baja, en un punto mínimo, en los niveles de inventario.
	*Kanban* de mensaje	Este ícono representa un lugar donde las tarjetas *kanban* residen para su recogida y retirada. Generalmente se utilizan sistemas de dos tarjetas.
	Secuencia de tracción	Este ícono representa un sistema que da instrucciones a los procesos de sub ensamblaje para un tipo determinado de producto y la cantidad.
	Nivelación de carga	Este ícono representa las señales de proceso por lotes *kanban* con el fin de nivelar el volumen de producción y su mezcla durante un periodo de tiempo.
	MRP/ERP	Este ícono representa la programación de la producción utilizando MRP/ERP u otros sistemas centralizados.
	Ir a ver	Este ícono representa la recopilación de información a través de medios visuales.
	Información verbal	Este ícono representa el flujo de información verbal o personal.

Tabla 2. 4 Descripción de los iconos de proceso (Fuente: (Lee & Snyder, 2007)

	Representación	Descripción

Símbolo		
	Oportunidad de mejora	Este ícono se utiliza para destacar las oportunidades de mejora y talleres de planeación *kaizen* en procesos específicos que son fundamentales para lograr el VSM de estado futuro de la cadena de valor.
	Operador	Este ícono representa a un operador.
	Línea de tiempo	Este ícono es una línea de tiempo que muestra los tiempos que agregan valor (tiempo ciclo) y el tiempo desperdiciado (demoras).

3. Calcular los requisitos de envase y producción diaria, asegurándose de que coincidan con las necesidades del cliente (Figura 2. 3).
4. Representar el ícono de envío al cliente y especificar la frecuencia de entrega (Figura 2. 4).
5. Dibujar el ícono de envío entrante y detallar su frecuencia (Figura 2. 4).
6. Dibujar el ícono de cuadro de proceso en secuencia, de izquierda a derecha (Figura 2. 4).
7. Incluir el ícono de cuadro de información debajo del cuadro de proceso (Figura 2. 4).
8. Representar los íconos relativos a los sistemas de comunicación y sus frecuencias (Figura 2. 4).
9. Agregar los atributos del proceso al cuadro de información (Figura 2. 4).
10. Dibujar el ícono del operador e indicar las cantidades correspondientes (Figura 2. 5).
11. Representar el ícono de inventario y especificar los niveles de producción (Figura 2. 5).
12. Añadir íconos que reflejen las características del flujo del proceso, como flechas de empuje, el jale de material y carriles FIFO (Figura 2. 5).
13. Incluir cualquier otro ícono que proporcione información útil sobre el proceso (Figura 2. 5).
14. Dibujar el ícono de línea de tiempo y añadir las horas de trabajo programadas para la fábrica o departamento (Figura 2. 5).
15. Calcular los plazos de entrega y representarlos en la línea de tiempo, detallando los tiempos que agregan valor y los tiempos de desperdicio (Figura 2. 5).
16. Calcular el tiempo total que agrega valor y el tiempo total del ciclo, y ubicarlos en un cuadro de información al final de la línea de tiempo (Figura 2. 5).

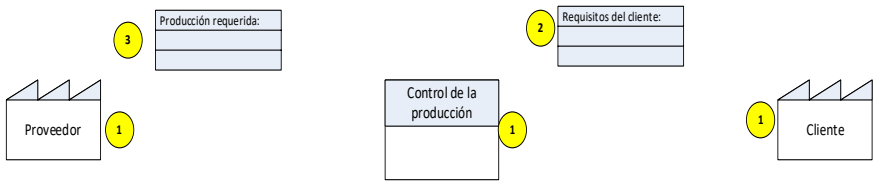


Figura 2. 3 Pasos del 1 al 3 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia).

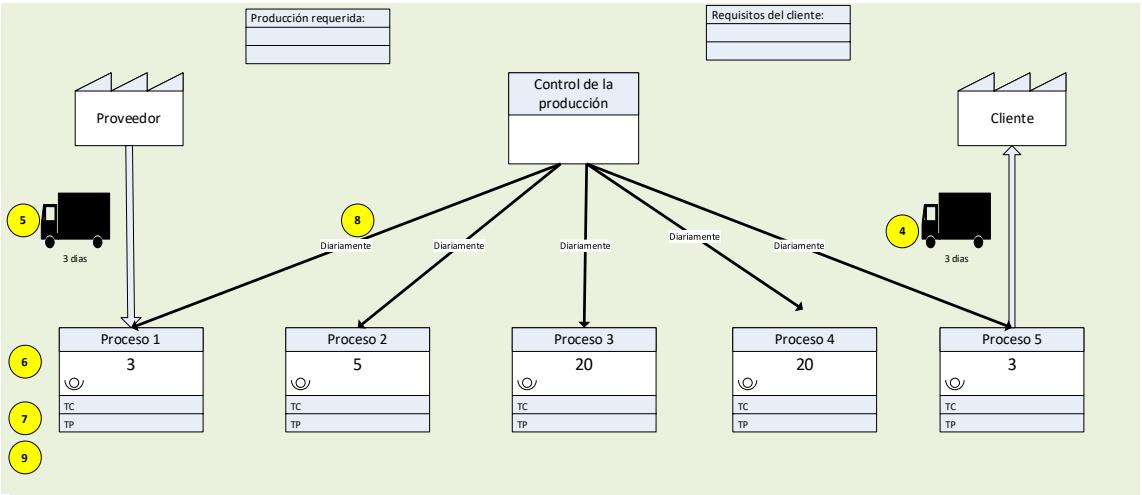


Figura 2. 4 Pasos del 4 al 9 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia).

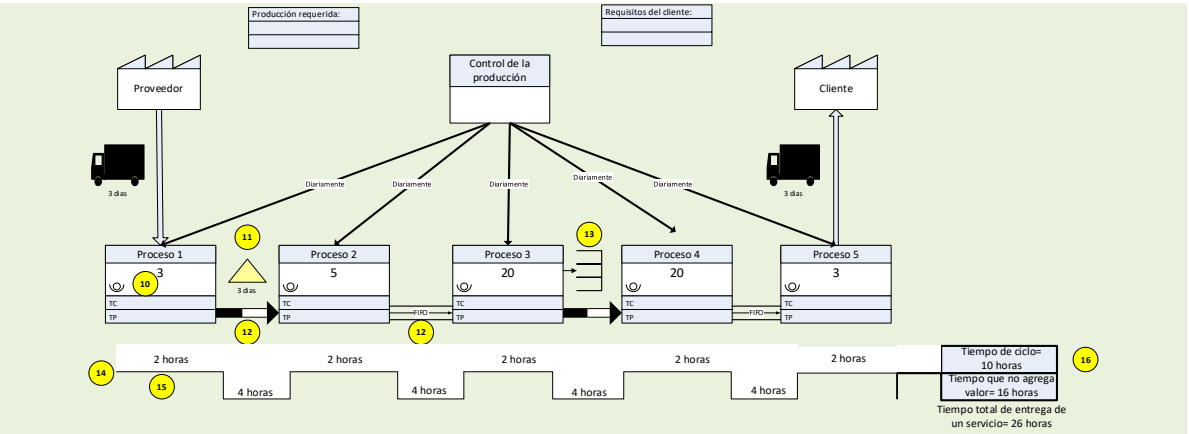


Figura 2. 5 Pasos del 10 al 16 del VSM de estado presente (Fuente: Elaboración propia).

2.1.2.3 Pasos para la elaboración de un VSM de estado futuro

La elaboración de un VSM de estado futuro (Figura 2. 6) implica el análisis detallado del estado presente y la consideración de los principios y herramientas de *lean manufacturing*. Los pasos para crear un VSM de estado futuro, según Lee & Snyder (2007) son los siguientes:

1. Revisar el VSM de estado presente, asegurándose de que sea preciso y de que todo el equipo lo comprenda.
2. Calcular el tiempo *takt*, que se basa en la demanda del cliente, para identificar cualquier capacidad insuficiente en el proceso.
3. Identificar el cuello de botella localizando el tiempo de ciclo más largo.

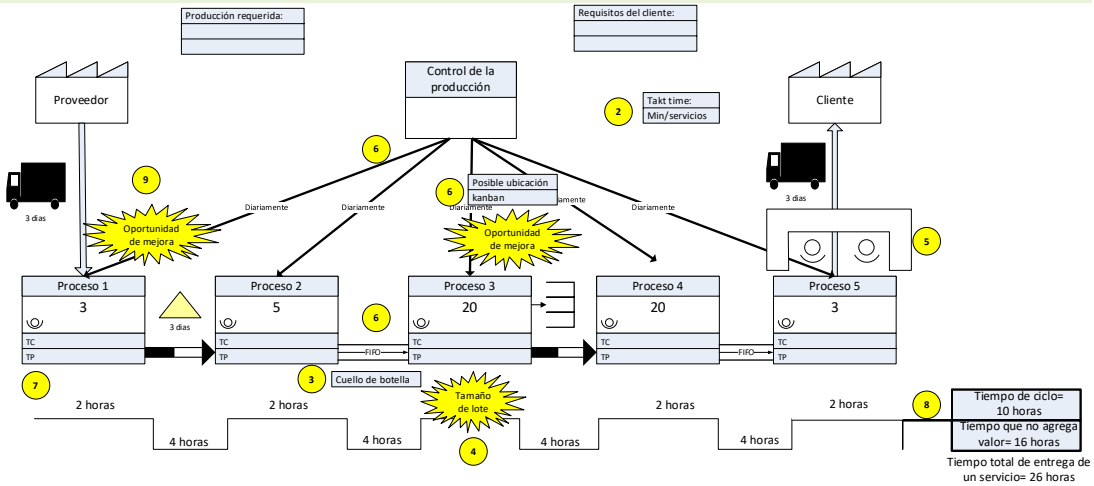


Figura 2. 6 VSM de estado futuro (Fuente: Elaboración propia)

4. Determinar los tamaños de lote en función de los costos de instalación y almacenamiento.
5. Identificar celdas de trabajo posibles y evaluar su viabilidad.
6. Identificar las ubicaciones *kanban*, sistemas de información y canales FIFO.
7. Establecer métodos de programación de la producción.
8. Calcular el tiempo total que agrega valor y el tiempo total del ciclo.
9. Dibujar íconos que indiquen áreas de oportunidad para mejoras futuras a través de eventos *kaizen*.

2.1.3 Diagrama de Ishikawa

Según Silva et al. (2018), el diagrama de causa y efecto, también conocido como el diagrama de Ishikawa o el diagrama de espina de pescado, se destaca como una herramienta sencilla ampliamente empleada en el ámbito de la gestión de la calidad. Este diagrama fue creado por Kaoru Ishikawa en 1943 y se ha utilizado en contextos industriales para evaluar la variabilidad en la calidad de productos y procesos. Su utilidad radica en la identificación y

análisis de las posibles causas de variación en un proceso o la aparición de un fenómeno, incluyendo la interacción entre dichas causas. Además, es una herramienta comúnmente aplicada en el análisis de problemas organizacionales (Ishikawa, 1994).

El diagrama de Ishikawa se emplea para establecer relaciones entre el efecto y todas las causas asociadas a un proceso. Cada efecto puede tener distintas categorías de causas, que a su vez pueden descomponerse en otras posibles causas (Coelho et al., 2016).

Según Ishikawa (1994), las categorías de causas se denominan "procesos". Sin embargo, el concepto de proceso no se limita solo a la fabricación, sino que abarca todo lo que influye en el proceso, incluyendo aspectos como recursos humanos, ventas, administración, política, gobierno, entre otros.

Ishikawa (1994) destaca que, para obtener productos de calidad, es esencial controlar el proceso. Esto implica identificar factores en las categorías de causas y trabajar en colaboración con los empleados que operan directamente en esos ámbitos. Vale la pena señalar que el diagrama de causa y efecto parte del supuesto de que una causa probable representa la fuente que genera un efecto medible, y que el problema corresponde al efecto cuantificable de un hecho. El diagrama de Ishikawa tiene la capacidad de separar la causa de un problema de su efecto.

2.1.3.1 Pasos para la realización del diagrama de Ishikawa

Para la realización del diagrama de Ishikawa (Figura 2. 7), se deben seguir los pasos que se describen a continuación (Ishikawa, 1994):

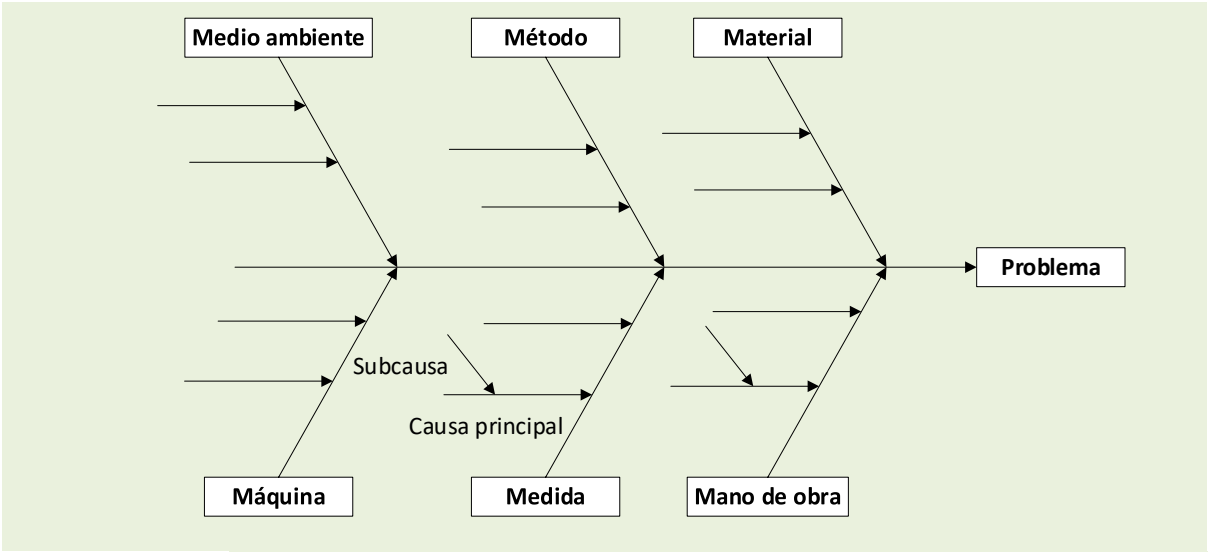


Figura 2. 7 Ejemplo del diagrama de Ishikawa (Fuente: (Ishikawa, 1994)

1. Definir el problema en estudio y los objetivos que se desean alcanzar.
2. Estudiar y conocer el proceso involucrado a través de la observación, documentación, intercambio de ideas con el personal involucrado.
3. Mantener una reunión con los involucrados para discutir el problema, fomentando la participación y el intercambio de ideas.
4. Representar el problema con un rectángulo y trazar una flecha gruesa que simbolice el proceso.
5. Identificar los factores causales más importantes y generales que podrían influir en la variabilidad de la característica de calidad. Estos factores abarcan áreas como material, mano de obra, método, ambiente, maquinaria y medida.
6. Una vez que se haya recopilado la información relevante, organizándola y eliminando lo superfluo, se clasifican las causas en categorías principales, secundarias y terciarias.
7. Armar el diagrama y verificar con todos, la representación de la situación actual.
8. Marcar lo que es más importante para lograr el objetivo que se desea lograr.

2.1.3.2 Ventajas y desventajas del diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa y efecto presenta diversas ventajas y desventajas en su aplicación, como mencionan Mannes et al. (2018):

- Ventajas:
    - Facilita la búsqueda eficiente de causas raíz.
    - Contribuye a la comprensión profunda del problema en estudio.
    - Constituye un punto de partida útil para la utilización de otras herramientas básicas de calidad.

- Desventajas:
    - Una sola rama del diagrama puede identificar un exceso de posibles causas.
    - Existe la tendencia a enfocarse excesivamente en detalles menores del proceso.
    - Su aplicabilidad se ve limitada cuando no se comprende adecuadamente el proceso en cuestión.

2.1.4 QFD

De acuerdo con Camisón et al., (2006) *Quality Function Deployment,* o QFD por sus siglas en inglés, a menudo se denomina la "casa de la calidad" debido a su forma final como se puede apreciar en la Figura 2. 8. QFD es una herramienta que facilita la recopilación sistemática y estructurada de la voz del cliente durante el proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios.

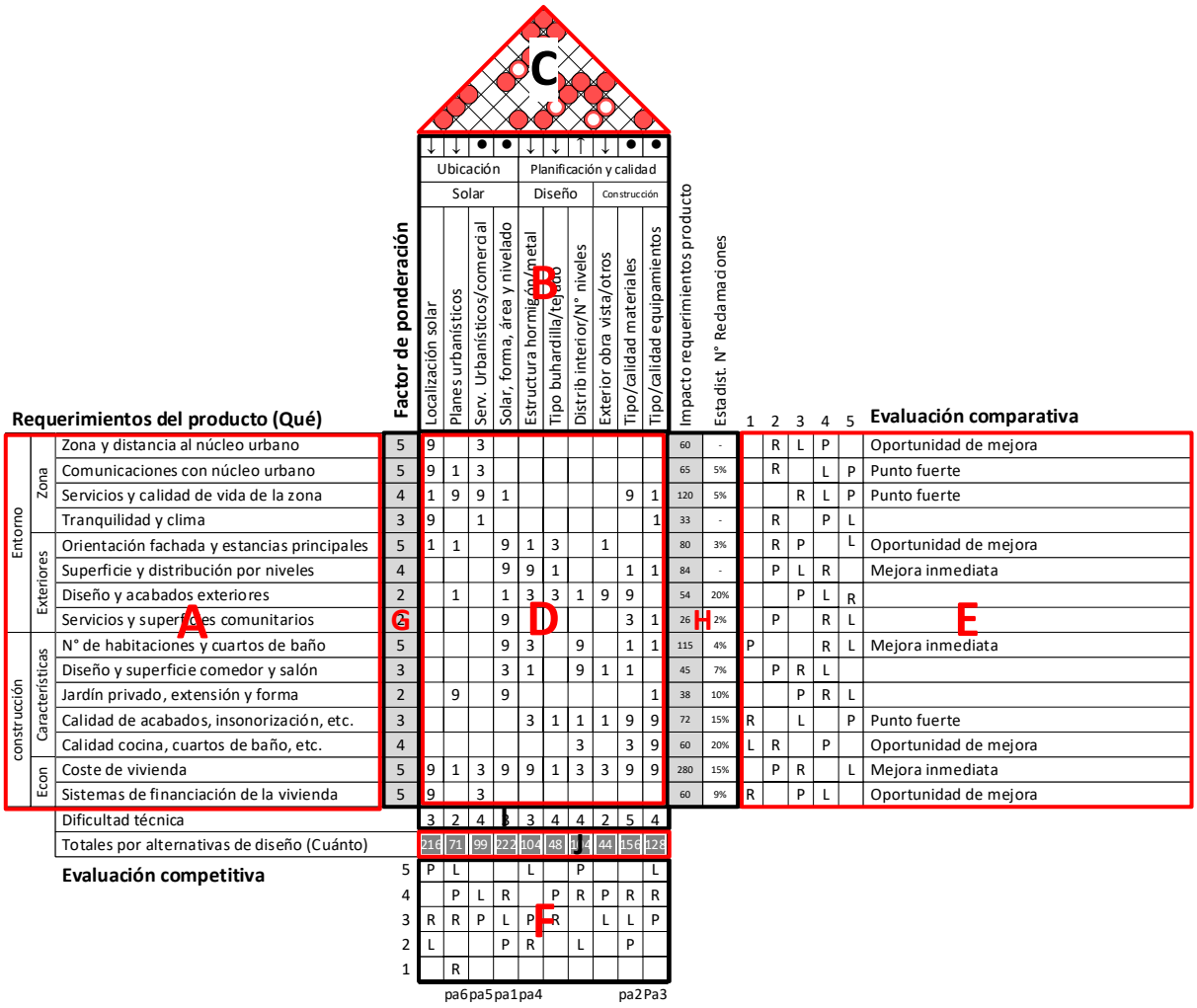


Figura 2. 8 Ejemplo de la casa de la calidad (Fuente: Camisón et al., 2006).

El QFD establece una conexión entre las demandas o requerimientos de los clientes y las características técnicas de los productos o servicios mediante el uso de diversas matrices. Este proceso permite analizar y abordar las expectativas y requisitos de los clientes, así como comprender las características técnicas que mejor satisfacen dichos requisitos. En otras palabras, el QFD traduce los requerimientos de los clientes en especificaciones técnicas para el desarrollo y producción de productos o servicios (Camisón et al., 2006).

El QFD es una herramienta versátil que se aplica tanto en empresas industriales como en empresas de servicios. Recientemente, se ha encontrado aplicaciones adicionales, como en la estrategia empresarial de compañías grandes, pequeñas y medianas, en proyectos y en la resolución de problemas en el sector público (Camisón et al., 2006).

2.1.4.1 Pasos para la elaboración de un QFD

El proceso de creación de una matriz QFD involucra diversas áreas, según lo descrito por Camisón et al. (2006b):

1. Los requerimientos de los clientes (RC) o los Qués (zona A). Esta área, ubicada en la Zona A, recopila las necesidades y deseos de los clientes, lo que se conoce como la "voz del cliente." Los RC se generan a partir de diversas fuentes, como encuestas, entrevistas, quejas de clientes y estudios de mercado. Luego, esta información se organiza y agrupa utilizando herramientas como el diagrama de afinidad o el diagrama de árbol (Figura 2. 8).
2. Las características técnicas del producto/servicio (CT) o los Cómos (zona B). La Zona B representa las características técnicas que satisfacen las necesidades expresadas en los RC. Para recopilar esta información, se pueden llevar a cabo sesiones de lluvia de ideas y utilizar herramientas como el diagrama de afinidad. Es fundamental que todas las CT tengan una influencia real en los RC. Al construir la matriz en la Zona B, es importante especificar ciertos criterios, como asegurar que cada CT se relacione con al menos un RC, y que cada RC esté vinculado a una o varias CT para reflejar adecuadamente la voz del cliente (Figura 2. 9).

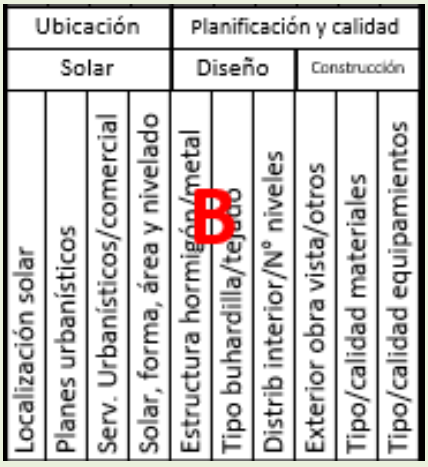


Figura 2. 9 Ejemplo de la matriz B (Fuente: Camisón et al., 2006).

La matriz de correlaciones (zona C). La Zona C muestra las interrelaciones entre las diferentes características técnicas. Esto es esencial para comprender cómo un cambio o mejora en una CT afecta a las demás. Se utilizan símbolos, como se detalla en la Tabla 2. 5, para mostrar las dependencias en una matriz triangular. Opcionalmente, se puede incluir una tabla que especifique el grado de cumplimiento óptimo para cada CT (

3. Tabla 2. 6). La matriz resultante se muestra en la Figura 2. 10.
4. La matriz de relaciones (zona D). La Zona D (Figura 2. 11) indica cómo afecta cada CT a cada RC. Si no hay relación entre un RC y una CT, la celda correspondiente se deja en blanco. Se emplean símbolos numéricos, como se muestra en la Tabla 2. 7, para reflejar estas relaciones.
5. Evaluación comparativa (zona E). La Zona E (Figura 2. 12) compara la información de los clientes con respecto a los RC de la empresa y los de la competencia. Esto se muestra en una columna en el extremo derecho de la matriz, y diferentes escalas se pueden utilizar para reflejar las percepciones de los clientes en relación con la competencia.
6. Evaluación competitiva técnica (zona F). La zona F (Figura 2. 13) se enfoca en la comparación cuantitativa de las CT de la empresa con las de la competencia. Esta comparación se representa gráficamente mediante una escala numérica y se basa en estudios de la competencia o *benchmarking*.

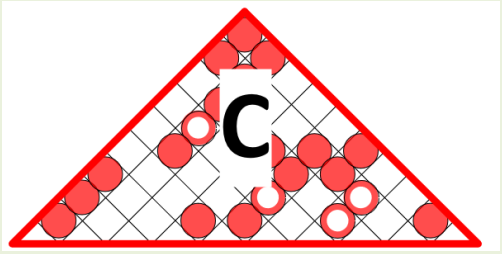


Figura 2. 10 Ejemplo de la matriz C (Fuente: (Camisón et al., 2006).

Tabla 2. 5 Símbolos para correlaciones entre las CT (Fuente: Camisón et al., 2006)

Símbolo	Descripción
◿	Correlación negativa
●	Correlación alta positiva
◉	Correlación baja negativa

Tabla 2. 6 Símbolos de cumplimiento de las CT (Fuente: Camisón et al., 2006)

Símbolo	Descripción
↑	Mayor es mejor
●	Valor nominal
↓	Menor es mejor

7. Índice de importancia de los RC (Zona G). La zona G (Figura 2. 14) es un factor de ponderación que indica cuáles de los RC son más importantes para los clientes. Esto establece prioridades entre los RC para lograr la máxima satisfacción del cliente. Estos factores de ponderación se colocan junto a los RC en la Zona A en una columna que contiene los valores del 1 al 5, de menor a mayor importancia respectivamente.
8. Impacto de los RC (zona H). La zona H (Figura 2. 15) proporciona información sobre cómo cada CT contribuye a la satisfacción de cada RC. Estos impactos se calculan mediante una fórmula que considera los factores de ponderación de los RC y los valores numéricos asignados a las relaciones en la Zona D. Esto permite identificar los puntos críticos y fuertes.

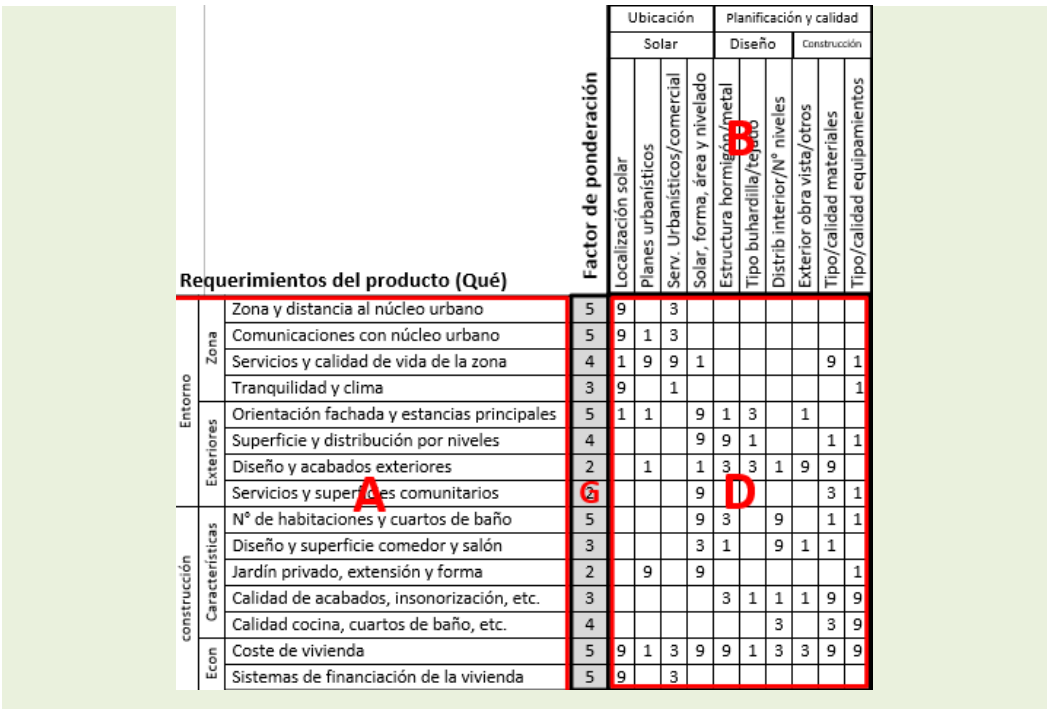


Figura 2. 11 Ejemplo de la matriz D (Fuente: (Camisón et al., 2006).

Tabla 2. 7 Símbolos de para la matriz de relaciones (Fuente: (Camisón et al., 2006)

Símbolo	Grado de correlación	Valor numérico asignado
Δ	Relación débil	1
●	Relación fuerte	9
○	Relación media	3
	Sin correlación	0

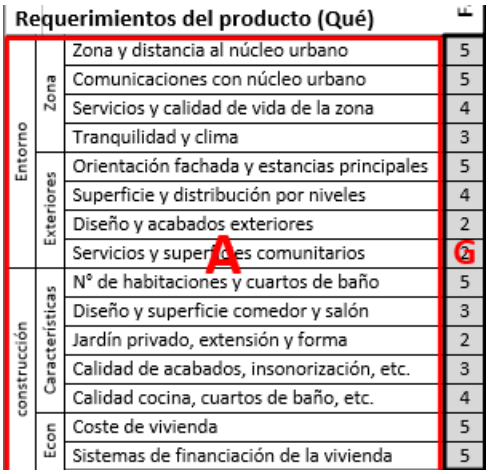
9. Dificultad técnica (zona I). La zona I (Figura 2. 8), situada debajo de la matriz D, refleja la dificultad técnica en el cumplimiento de los objetivos relacionados con cada CT. Se utiliza una escala numérica del 1 al 5 para indicar el nivel de dificultad.
10. Importancia técnica o Cuántos (zona J). La zona J (Figura 2. 8), situada debajo de la matriz I, proporciona información sobre la contribución de cada CT para satisfacer los diversos RC. Se calcula considerando la importancia otorgada por los clientes a cada RC y la correlación con las CT. Esto se usa para determinar las prioridades de las CT.

		Requerimientos del producto (Qué)	1	2	3	4	5	Evaluación comparativa
Entorno	Zona	Zona y distancia al núcleo urbano		R	L	P		Oportunidad de mejora
		Comunicaciones con núcleo urbano		R		L	P	Punto fuerte
		Servicios y calidad de vida de la zona			R	L	P	Punto fuerte
		Tranquilidad y clima		R		P	L	
	Exteriores	Orientación fachada y estancias principales		R	P		L	Oportunidad de mejora
		Superficie y distribución por niveles		P	L	R		Mejora inmediata
		Diseño y acabados exteriores			P	L	R	
		Servicios y superficies comunitarios		P		R	L	
construcción	Características	N° de habitaciones y cuartos de baño	P			R	L	Mejora inmediata
		Diseño y superficie comedor y salón		P	R	L		
		Jardín privado, extensión y forma			P	R	L	
		Calidad de acabados, insonorización, etc.	R		L		P	Punto fuerte
		Calidad cocina, cuartos de baño, etc.	L	R		P		Oportunidad de mejora
	Econ	Coste de vivienda		P	R		L	Mejora inmediata
		Sistemas de financiación de la vivienda	R		P	L		Oportunidad de mejora

Figura 2. 12 Ejemplo de la matriz E (Fuente: (Camisón et al., 2006).

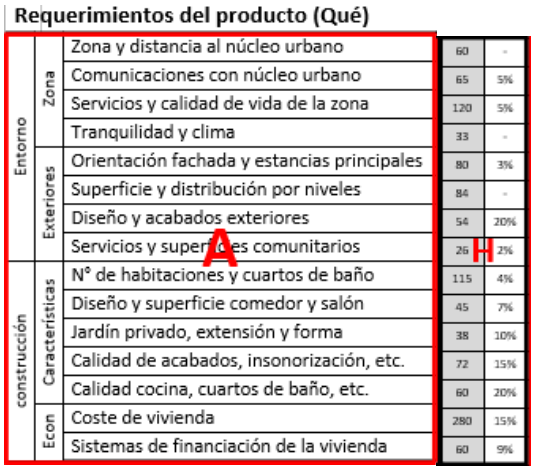
	Ubicación				Planificación y calidad					
	Solar				Diseño			Construcción		
Factor de ponderación	Localización solar	Planes urbanísticos	Serv. Urbanísticos/comercial	Solar, forma, área y nivelado	Estructura hormigón/metal	Tipo buhardilla/tejado	Distrib interior/N° niveles	Exterior obra vista/otros	Tipo/calidad materiales	Tipo/calidad equipamientos
5	P	L			L		P			L
4		P	L	R		P	R	P	R	R
3	R	R	P	L	P	R		L	L	P
2	L			P	R		L		P	
1		R								
	pa6	pa5	pa1	pa4					pa2	Pa3

Figura 2. 13 Ejemplo de la matriz F (Fuente: (Camisón et al., 2006).



Requerimientos del producto (Qué)			
Entorno	Zona	Zona y distancia al núcleo urbano	5
		Comunicaciones con núcleo urbano	5
		Servicios y calidad de vida de la zona	4
		Tranquilidad y clima	3
	Exteriores	Orientación fachada y estancias principales	5
		Superficie y distribución por niveles	4
		Diseño y acabados exteriores	2
		Servicios y superficies comunitarios	2
construcción	Características	N° de habitaciones y cuartos de baño	5
		Diseño y superficie comedor y salón	3
		Jardín privado, extensión y forma	2
		Calidad de acabados, insonorización, etc.	3
		Calidad cocina, cuartos de baño, etc.	4
	Econ	Coste de vivienda	5
		Sistemas de financiación de la vivienda	5

Figura 2. 14 Ejemplo de la matriz G (Fuente: (Camisón et al., 2006).



Requerimientos del producto (Qué)				
Entorno	Zona	Zona y distancia al núcleo urbano	60	-
		Comunicaciones con núcleo urbano	65	5%
		Servicios y calidad de vida de la zona	120	5%
		Tranquilidad y clima	33	-
	Exteriores	Orientación fachada y estancias principales	80	3%
		Superficie y distribución por niveles	84	-
		Diseño y acabados exteriores	54	20%
		Servicios y superficies comunitarios	26	2%
construcción	Características	N° de habitaciones y cuartos de baño	115	4%
		Diseño y superficie comedor y salón	45	7%
		Jardín privado, extensión y forma	38	10%
		Calidad de acabados, insonorización, etc.	72	15%
		Calidad cocina, cuartos de baño, etc.	60	20%
	Econ	Coste de vivienda	280	15%
		Sistemas de financiación de la vivienda	60	9%

Figura 2. 15 Ejemplo de la matriz H (Fuente: (Camisón et al., 2006).

2.1.4.2 Ventajas de la utilización de un QFD

La implementación de un QFD presenta múltiples ventajas, como se destacan las mencionadas por Camisón et al. (2006b):

- Mejora en los resultados de la empresa.
- Mayor calidad del producto y satisfacción del cliente.
- Ampliación del conocimiento sobre las expectativas del cliente.
- Reducción de costes al acortar el tiempo de desarrollo del producto.
- Menor inversión en el lanzamiento de productos.
- Disminución de los costes de modificación.

2.2 Herramienta de priorización y análisis

Con un enfoque en la toma de decisiones estratégicas, la siguiente sección describe la matriz de priorización para facilitar el establecimiento de criterios y prioridades, para una eficiente toma de decisiones.

2.2.1 Matriz de priorización

Según lo señalado por Camisón, Cruz, & González (2006), una matriz de priorización se presenta como una herramienta que se utiliza con el propósito de dar prioridad a actividades,

asuntos, características de productos o servicios, por mencionar algunos, basándose en criterios previamente definidos. Su principal función radica en acelerar el proceso de toma de decisiones.

La matriz de priorización desempeña un papel importante en la evaluación de la importancia relativa de los distintos criterios al compararlos entre sí (Tompkins et al., 2011). Las matrices de priorización se utilizan durante las situaciones siguientes (Camisón et al., 2006b):

- Cuando se requiere elegir entre diferentes opciones.
- En casos de desacuerdo acerca de la importancia relativa de los criterios de selección relacionados con las opciones.
- Cuando las opciones en consideración están estrechamente vinculadas entre sí.
- En situaciones donde los recursos son limitados para la implementación de mejoras.

Existen dos métodos, ambos igualmente válidos, para la construcción de una matriz de priorización. Los métodos son los siguientes (Camisón et al., 2006b):

- Método del criterio analítico completo.
- Método del consenso de criterios.

2.2.1.1 Método del criterio analítico completo

El método del criterio analítico completo, aunque más laborioso y costoso, se justifica en casos críticos para la organización, cuando múltiples criterios son aplicables en la toma de decisiones y cuando todos los criterios son relevantes y significativos. Los pasos a seguir para construir una matriz de priorización utilizando el método del criterio analítico completo son los siguientes (Camisón et al., 2006b):

1. Definir con claridad y precisión el objetivo a alcanzar, lo cual podría coincidir con el encabezado de un diagrama de árbol previamente utilizado para generar opciones.

2. Establecer, en un proceso de discusión en grupo, una serie de criterios que guiarán la priorización de las opciones. Estos criterios deben ser definidos de manera que reflejen el resultado deseado.
3. Evaluar la importancia relativa de cada criterio al asignarles puntuaciones en una matriz que muestra los criterios tanto en filas como en columnas.

Determinar la importancia de cada uno de los criterios, es decir, valorar cada criterio asignándole una puntuación. Para ello se genera una matriz donde figuren, en las filas y en las columnas, la lista de criterios (

-).

Comparar la importancia relativa de cada criterio respecto al resto de los criterios utilizando una escala predefinida. La matriz se lee por filas y se evalúa sin tomar en cuenta la diagonal principal. Los valores deben ser inversos y simétricos (

-).

Sumar los valores de cada fila y columna de la matriz (

-).

Dividir los valores del total de la fila entre el total global. El porcentaje obtenido es la puntuación ponderada para cada criterio (

-).

Analizar cada uno de los criterios y determinar cual contribuye más satisfactoriamente al objetivo definido (

-).

4. Comparar todas las opciones con los criterios ponderados.

Generar una matriz por cada criterio, ponderando cada una de las opciones (Tabla 2. 8,

- Tabla 2. 9 y Tabla 2. 10). En otras palabras, comparar la importancia relativa de cada opción para cada uno de los criterios utilizando una escala predefinida. La matriz se lee por filas y se evalúa sin tomar en cuenta la diagonal principal. Los valores deben ser inversos y simétricos.

Detectar las opciones con mayor porcentaje de impacto en la matriz de cada criterio (Tabla 2. 8,

- Tabla 2. 9 y Tabla 2. 10).

5. Comparar cada opción a partir de la combinación de todos los criterios.
   - Construir la matriz L donde se registran las opciones en las filas y los criterios en las columnas (Tabla 2. 11).
   - Colocar los totales globales de los criterios bajo la columna del criterio correspondiente y calcular su porcentaje (Tabla 2. 11).

Tabla 2. 8 Matriz criterio 1 con opciones (Fuente: Elaboración propia)

Criterio 1	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Total fila (%)
Opción 1		5	5	10 (0.64)
Opción 2	$\frac{1}{5}$		5	5.2 (0.33)
Opción 3	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$		0.4 (0.03)
Total columna	0.4	5.2	10	15.6

Total global

Tabla 2. 9 Matriz criterio 2 con opciones (Fuente: Elaboración propia)

Criterio 2	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Total fila (%)
Opción 1		10	10	20 (0.66)
Opción 2	$\frac{1}{10}$		10	10.1 (0.33)
Opción 3	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$		0.2 (0.01)
Total columna	0.2	10.1	20	30.3

Total global

Tabla 2. 10 Matriz criterio 3 con opciones (Fuente: Elaboración propia)

Criterio 3	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Total fila (%)
Opción 1		10	5	15 (0.59)
Opción 2	$\frac{1}{10}$		10	10.1 (0.39)
Opción 3	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$		0.3 (0.02)
Total columna	0.3	10.1	15	25.4

Total global

   - Multiplicar cada porcentaje del criterio por la ponderación de cada opción (Tabla 2. 11) y colocar la puntuación resultante en la casilla correspondiente (Tabla 2. 12).
   - Sumar la puntuación de cada renglón y colocar el resultado en la última columna. Dividir este resultando entre la puntuación total global (Tabla 2. 12).

6. Realizar la matriz final e interpretar los resultados. Identificar los porcentajes, de cada opción, situados en la última columna. La opción con el porcentaje más alto será la opción prioritaria. A menor porcentaje, menos prioritaria es la opción (Tabla 2. 12).

Tabla 2. 11 Matriz L (Fuente: Elaboración propia)

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Total fila (%)
Opción 1	0.66x0.22	0.66x0.42	0.59x0.36	
Opción 2	0.33x0.22	0.33x0.42	0.39x0.36	
Opción 3	0.01x0.22	0.01x0.42	0.02x0.36	
Total columna	15.6 (0.22)	30.3 (0.42)	25.4 (0.36)	71.3

Total global

Tabla 2. 12 Matriz final (Fuente: Elaboración propia)

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Total fila (%)
Opción 1	0.144	0.280	0.210	0.64
Opción 2	0.072	0.140	0.139	0.35
Opción 3	0.002	0.004	0.014	0.02
Total columna	0.22	0.42	0.36	1

Total global

2.2.1.2 Métodos del consenso de criterios

Los pasos a seguir para construir una matriz de priorización, utilizando el método del consenso de criterios, más sencillo de realizar, pero igualmente efectivo en la toma de decisiones, son los siguientes (Camisón et al., 2006b):

2. Definir el objetivo a alcanzar de manera precisa, que en ciertos casos podría coincidir con el encabezado de un diagrama de árbol previamente utilizado para generar opciones.
3. Crear una matriz en forma de "L" con opciones en filas y criterios en columnas, asegurándose de que los criterios reflejen el resultado deseado (Tabla 2. 13).

4. Establecer prioridades para los criterios, distribuyendo el valor de uno entre todos los criterios según su importancia.
5. Ordenar las opciones de mayor a menor prioridad en base a cada criterio utilizando una escala predefinida.
    - Listar las opciones de mayor a menor prioridad utilizando una escala predefinida. La matriz se lee por filas y se evalúa sin tomar en cuenta la diagonal principal. Los valores deben ser inversos y simétricos (Tabla 2. 13).

Tabla 2. 13 Matriz L (Fuente: Elaboración propia)

	Opción y/o criterio 1	Opción y/o criterio 2	Opción y/o criterio 3	Total fila (%)
Opción y/o criterio 1		10	5	15 (0.59)
Opción y/o criterio 2	$\frac{1}{10}$		10	10.1 (0.39)
Opción y/o criterio 3	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$		0.3 (0.02)
Total columna	0.3	10.1	15	25.4
				Total global

    - Sumar los valores de cada fila y columna de la matriz y se dividen entre el total global. El porcentaje obtenido es la puntuación ponderada para cada criterio (Tabla 2. 13).
6. Interpretar los resultados finales para identificar la opción prioritaria en función de los porcentajes, donde un porcentaje más alto indica mayor prioridad y un porcentaje más bajo, menor prioridad (Tabla 2. 13).

2.3 Métodos de recolección y análisis de datos

Esta sección aborda métodos esenciales para recopilar y analizar datos, como son la encuesta y el censo. Lo que facilita información valiosa para una correcta toma de decisiones.

2.3.1 Encuesta

De acuerdo con López Romo (1998), las encuestas son herramientas fundamentales para el estudio de las interacciones sociales. Organizaciones contemporáneas, ya sean políticas, económicas o sociales, utilizan las encuestas como una herramienta crucial para comprender el comportamiento de grupos de interés y tomar decisiones basadas en esta información.

Las encuestas tienen diversas características que explican su creciente demanda y aceptación entre los investigadores en distintos campos. Algunas de estas características son las siguientes (López Romo, 1998b):

- Variedad y flexibilidad de aplicaciones. Las encuestas se han demostrado útiles en una amplia variedad de campos y disciplinas, como la mercadotecnia, comunicación, política, salud, demografía y educación, entre otros.
- Comparabilidad. Debido a su naturaleza sistemática, las encuestas permiten comparar resultados de manera directa y objetiva tanto dentro como entre diferentes áreas de interés.
- Desarrollo tecnológico. Los sistemas para la recopilación, codificación, captura, validación, procesamiento y presentación de datos han evolucionado significativamente, impactando a los destinatarios de la información.
- Rapidez. Gracias al aumento en la realización de encuestas y el desarrollo tecnológico, los estudios realizados con este método pueden proporcionar resultados de manera más rápida.
- Comprensión. La amplia difusión de las encuestas ha facilitado que los usuarios comprendan el método de trabajo, así como las implicaciones de los procedimientos y resultados.
- Precisión. La naturaleza de la herramienta permite conocer el nivel de precisión de los resultados y el riesgo asociado a las decisiones basadas en ellos.
- Costo/Eficiencia. El avance en el conocimiento y en el desarrollo tecnológico, junto con la experiencia en la identificación de problemas de investigación, han permitido que las encuestas ofrezcan resultados con un alto índice de costo/eficiencia.

2.3.1.1 Pasos para la elaboración de una encuesta

Los pasos para la elaboración de una encuesta, mostrados en la Figura 2. 16, son los siguientes (López Romo, 1998b):

1. Identificación del objetivo. Partir de una definición clara del objetivo del proyecto, especificando la naturaleza del conocimiento buscado, las partes constitutivas del

problema y la forma de medirlas, junto con el análisis de la situación, los antecedentes, los requisitos, la estructura conceptual y el valor de la información.

2. Diseño y selección de la muestra: Para que la muestra sea representativa, es importante definir el universo o población de estudio y determinar el tamaño de la muestra, considerando factores como el tamaño del universo, la homogeneidad del fenómeno, la precisión, la exactitud, el número de estratos, las etapas de muestreo, el estado del marco muestral, la efectividad de la muestra, la técnica de recolección de datos y los recursos disponibles.
3. Diseño y construcción de instrumentos: Se diseñan preguntas, escalas y cuestionarios según los objetivos del estudio, considerando aspectos como la medición, los niveles de medición, las técnicas de medición, la redacción de preguntas, la identificación de sesgos y las etapas de construcción del instrumento.
4. Recolección de la información: Las técnicas de recolección de información se clasifican según la forma de aproximación a la unidad estudiada y la forma de registro de la información. Esto incluye métodos personales (entrevistas cara a cara, telefónicas, por correo), así como métodos de registro tradicional a lápiz y papel o automatizados.

2.3.2 Censo

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], un censo se destaca como la fuente primordial de datos demográficos debido a la amplia gama de información que abarca. Proporciona un retrato completo de la población y realiza descripciones estadísticas de comunidades humanas desde un punto de vista cuantitativo. El censo es la fuente primaria de las estadísticas básicas de población que son necesarias para fines gubernamentales y aspectos de planificación económica y social. Los principales usos de los censos son los siguientes (CEPAL, 2023):

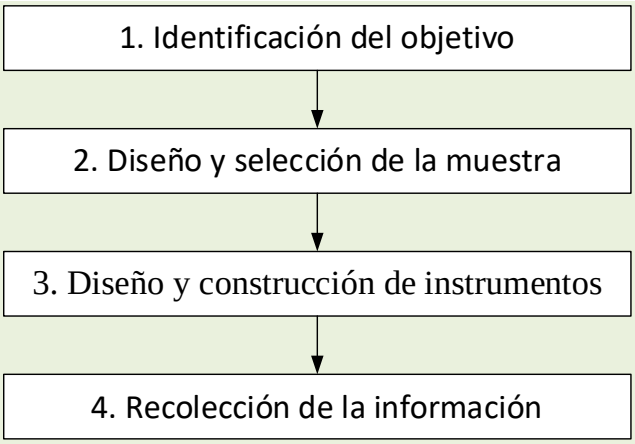


Figura 2. 16 Pasos para la elaboración de una encuesta (Fuente: Elaboración propia).

- Sirve como base para análisis y evaluación demográfica.
- Facilita la formulación, implementación y desarrollo de políticas gubernamentales.
- Actúa como un "marco muestral" para la realización de encuestas.
- Constituye una referencia para estadísticas continuas.
- Ayuda en la determinación de sistemas electorales en un país.

2.3.2.1 Tipos de censos

Los censos no son uniformes en su ejecución. Se pueden distinguir tres tipos de censos (CEPAL, 2023):

1. De hecho o de facto. Implica el empadronamiento de toda la población presente en el territorio en estudio.
2. De derecho o de jure. Implica el empadronamiento de todos los residentes en el territorio estudiado, ya sean presentes o ausentes.
3. Continuo. Se elabora de tal forma que los datos recopilados en cualquier momento se ajustan razonablemente a la realidad del universo estudiado. Suelen emplear herramientas informáticas, y en este tipo de censo, los conceptos de población de hecho o de derecho no aplican.

2.3.2.2 Requisitos para realizar un censo

Para la realización de un censo es necesario contar con los requisitos siguientes (CEPAL, 2023):

- Auspicio oficial. Si es realizado por una entidad gubernamental, debe ser auspiciado y llevado a cabo por el Gobierno nacional, con la cooperación de las autoridades regionales y municipales.
- Territorio definido. Debe abarcar una zona geográfica específica, con divisiones político-administrativas y herramientas cartográficas precisas para garantizar la recopilación completa de información, evitando omisiones y duplicados.
- Universalidad. Asegurar la exactitud y exhaustividad sin duplicación ni omisión de datos.
- Simultaneidad. La realización del censo debe ser simultánea, lo que resulta crucial para un recuento preciso de la población total y para relacionar los datos con un momento o período específico. Normalmente, se establece una fecha, hora, denominado "momento censal" para distinguir quiénes deben incluirse en el censo en función de cuándo nacieron o fallecieron.
- Periodicidad. Se debe realizar en intervalos regulares. Tiene gran importancia para determinar las tendencias demográficas.

2.3.2.3 Ventajas y desventajas de los censos

Los censos ofrecen algunas ventas, como las siguientes (CEPAL, 2023):

- Permiten presentar la información por unidades administrativas u otras divisiones, independientemente de su tamaño, lo que posibilita obtener datos sobre áreas pequeñas.
- Sirven como punto de referencia para las estadísticas continuas.
- Son el único método aplicable para recopilar información sobre fenómenos poco frecuentes.

Sin embargo, también conllevan desventajas, mostradas a continuación (CEPAL, 2023):

- Implican altos costos, ya que requieren una gran inversión de recursos humanos, financieros y materiales.

- Demandan una extensa organización que cubra todo el universo a estudiar, evitando omisiones y duplicaciones.
- Generan retrasos en la obtención de resultados.
- La calidad de la información recopilada puede ser inferior debido a la presencia de una mayor cantidad de errores en comparación con un enfoque de investigación por muestreo.

2.4 Técnicas estadística

Enfocado en el análisis estadístico, esta sección muestra como calcular el número de ciclos dentro de un estudio y la realización de una prueba de hipótesis, pruebas que aportan rigor y confiabilidad a la interpretación de la información recopilada.

2.4.1 Número de ciclos en estudio

Establecer la cantidad de ciclos que se deben estudiar para alcanzar un estándar equitativo ha generado un considerable debate entre los analistas de estudio de tiempos. La influencia de la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo en el número de ciclos que se pueden estudiar significa que, desde una perspectiva económica, los analistas no pueden atenerse ciegamente a las prácticas comunes que exigen un tamaño de muestra específico basado en la variabilidad de las mediciones individuales del estudio (Niebel, 1996). Por lo tanto, en la investigación de estudio de tiempos, se emplean dos tipos de enfoques estadísticos:

- Método estadístico tradicional.
- Método estadístico para muestras pequeñas.

2.4.1.1 Método estadístico tradicional

De acuerdo con Kanawaty (2005), permite calcular el tamaño de la muestra a través de un enfoque tradicional. El método estadístico implica realizar un número inicial de observaciones (n') para poder aplicar la Ecuación 2.1, con un nivel de confianza de 95 % y un margen de error de +/- 5%:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.\ 1)$$

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra que se dese determinar.
n ’	=	Número de observaciones del estudio preliminar =10.
Σ	=	Suma de los valores.
X	=	Valor de las observaciones.
40	=	Constante.

2.4.1.2 Método estadístico para muestras pequeñas

Niebel (1996), se establece el número de ciclos en el estudio de tiempos utilizando métodos estadísticos. Se asume que las observaciones se distribuyen normalmente en torno a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida. Si se utiliza una media muestra $\bar{x}$ y la desviación muestral s, la distribución normal para una muestra grande conduce al intervalo de confianza de la Ecuación 2.2.

$$\bar{x} \pm \frac{zs}{\sqrt{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.\ 2)$$

Sin embargo, los estudios de tiempos suelen implicar muestras pequeñas $(n < 30)$; por lo tanto, se debe utilizar la distribución *t.* Así, la Ecuación 2.2 se convierte en la Ecuación 2.3 (Niebel, 1996).

$$\bar{x} \pm t\frac{s}{\sqrt{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.\ 3)$$

El término $\pm$ puede considerarse un término de error expresado como una fracción de $\bar{x}$, lo que transforma la Ecuación 2.3 en la Ecuación 2.4 (Niebel, 1996).

$$k\bar{x} = \frac{ts}{\sqrt{n}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.\ 4)$$

Despejando n, se obtiene la Ecuación 2.5 (Niebel, 1996).

$$n = \left(\frac{ts}{k\tilde{x}}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\

En las secciones siguientes se describen las pruebas de hipótesis utilizadas durante el presente proyecto de investigación.

2.4.2.1 Prueba de hipótesis para la diferencia de medias con varianzas desconocidas pero iguales

De acuerdo con Montgomery & Runger (1996), en ésta prueba se utiliza cuando se desea evaluar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos poblaciones. Para ello, se asume que las poblaciones tienen distribuciones normales, y que las medias y varianzas poblacionales son desconocidas. Los pasos para realizar esta prueba de hipótesis son:

1. Definir la pregunta investigación, típicamente relacionada con la existencia de una diferencia entre las medias de las poblaciones.
2. Definir los parámetros de interés, que son las medias poblacionales, y se busca determinar si la diferencia entre ellas es igual a cero, es decir, $\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$, y se desea saber si $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0$.
3. Definir la hipótesis nula, que puede expresarse como $H_0: \bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0$ o como $H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$.
4. Definir la hipótesis alternativa, que se expresa como $H_1: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$.
5. Definir el estadístico de prueba, que se obtiene mediante la Ecuación 2.6 y la Ecuación 2.7.

$$T_\alpha = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - 0}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}} \quad \text{……..(2. 6)}$$

Donde:

T_α = Estadístico de prueba de la distribución t-student.

$\bar{x}_1$ = Media de la población 1.

$\bar{x}_2$ = Media de la población 2.

S_p = Promedio ponderado de las dos varianzas muestrales.

n_1 = Elementos de la población 1.

n_2 = Elementos de la población 2.

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2+ (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \quad \text{.....(2. 7)}$$

Donde:

S_p^2 = Cuadrado del promedio ponderados de las dos varianzas.

S_1^2 = Varianza muestral de la población 1.

S_2^2 = Varianza muestral de la población 2.

n_1 = Elementos de la población 1.

n_2 = Elementos de la población 1.

6. Definir la regla de decisión. Para rechazar la hipótesis nula, se compara el valor de T_α contra el valor critico de la distribución *t-student* en función de una cola (Ecuación 2.8 y Ecuación 2.9) o para dos colas (Ecuación 2.10 y Ecuación 2.11). También se puede utilizar el valor de *P-value*, obtenido de tablas, contra el valor del nivel de significancia α (Ecuación 2.12).

$$T_\alpha > T_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2} \quad \text{.....(2. 8)}$$

$$T_\alpha < -T_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2} \quad \text{.....(2. 9)}$$

$$T_\alpha > T_{\alpha,n_1+n_2-2} \quad \text{.....(2. 10)}$$

$$T_\alpha < -T_{\alpha,n_1+n_2-2} \quad \text{.....(2. 11)}$$

Donde:

T_α = Estadístico de prueba de la distribución t-student

$T_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}$ = Valor critico de la distribución *t-student* para una cola

T_{α,n_1+n_2-2} = Valor critico de la distribución *t-student* para dos colas

$$P_{value} < \alpha \quad \text{……(2. 12)}$$

Donde:

P_{value} = Probabilidad de que H_0 sea verdadera.

α = Nivel de significancia.

7. Realizar los cálculos.
8. Emitir una conclusión basada en la comparación de los valores calculados en el paso anterior.

2.4.2.2 Prueba de hipótesis sobre el cociente de dos varianzas

Montgomery & Runger (1996), explican que esta prueba se utiliza para evaluar si hay diferencias significativas entre las varianzas de dos poblaciones. Se asume que ambas poblaciones tienen una distribución normal y que las medias y las varianzas poblacionales son desconocidas. Los pasos para realizar esta prueba son los siguientes:

1. Definir la pregunta de investigación, que generalmente está relacionada con la diferencia entre las varianzas de las poblaciones.
2. Definir los parámetros de interés, que son las varianzas poblacionales S_1^2 y S_2^2, y se desea saber si $S_1^2 = S_2^2$.
3. Definir la hipótesis nula, que se expresa como $H_0: S_1^2 = S_2^2$.
4. Definir la hipótesis alternativa, que se expresa como $H_1: S_1^2 \neq S_2^2$.
5. Definir el estadístico de prueba, que se obtiene mediante la Ecuación 2.13.

$$F_\alpha = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{……(2. 13)}$$

Donde:

F_α = Estadístico de prueba de la distribución F.

S_1^2 = Varianza de la población 1.

S_2^2 = Varianza de la población 2.

6. Definir la regla de decisión. Para rechazar la hipótesis nula, se compara el valor de F_α contra el valor critico de la distribución F para la cola derecha (Ecuación 2.15 y Ecuación 2.16) y para cola izquierda (Ecuación 2.17 y Ecuación 2.18). También se puede utilizar el valor de *P-value*, obtenido de tablas, contra el valor del nivel de significancia α (Ecuación 2.19).

$$F_\alpha > F_{\frac{\alpha}{2},n_{1-1},n_2-1} \quad \text{.....(2. 14)}$$

$$F_\alpha < F_{\frac{1-\alpha}{2},n_{1-1},n_2-1} \quad \text{.....(2. 15)}$$

$$F_\alpha > F_{\alpha,n_1-1,n_2-1} \quad \text{.....(2. 16)}$$

$$F_\alpha < F_{1-\alpha,n_1-1,n_2-1} \quad \text{.....(2. 17)}$$

Donde:

F_α = Estadístico de prueba de la distribución t-student

$F_{\frac{\alpha}{2},n_{1-1},n_2-1}$ = Valor critico de la distribución F de cola derecha.

$F_{1-\alpha,n_1-1,n_2-1}$ = Valor critico de la distribución F de cola izquierda.

$$P_{value} < \alpha \quad \text{.....(2. 18)}$$

Donde:

P_{value} = Probabilidad de que H_0 sea verdadera.

α = Nivel de significancia.

7. Realizar los cálculos.
8. Emitir una conclusión basada en la comparación de los valores calculados en el paso anterior.

2.5 Técnica de generación de ideas

La creatividad e innovación son cruciales para el progreso empresarial, es por eso que en esta sección se presenta a la lluvia de ideas como una técnica eficaz para la generación de ideas, que fomenta la resolución creativa de problemas.

2.5.1 Lluvia de ideas

De acuerdo con Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar (2013), la lluvia de ideas o tormenta de ideas, es una herramienta habitualmente empleada en contextos de trabajo en grupo, ya que suele dar lugar a la creación de una lista de propuestas. El principio básico subyacente en la generación de ideas es que una idea lleva a otra, y a otra, generando así una abundancia de perspectivas.

Para que una sesión de generación de ideas sea efectiva, se requiere que los miembros del equipo desempeñen roles específicos. Por ejemplo, el líder se encarga de "definir y enfatizar el propósito". Un actor importante en este proceso es el facilitador o moderador, cuyo papel radica en supervisar el cumplimiento de las reglas que rigen la generación de ideas (Winter, 2000).

Según Winter (2000), existen tres clasificaciones de lluvia de ideas:

- Por libre rotación: Este enfoque funciona bien cuando los miembros del equipo pueden expresar sus ideas libremente debido a un ambiente de trabajo propicio.

- Por turno: este enfoque está estructurado para que cada miembro del equipo hable solamente cuando le toca su turno.
- Por papel: Este enfoque resulta útil para abordar temas delicados o cuando la comunicación entre los miembros del equipo es limitada.

2.5.1.1 Pasos para una lluvia de ideas

Cuando se realiza una lluvia de ideas se recomienda seguir una serie de indicaciones, con el fin de mantener el orden y la productividad. Según Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar (2013), los pasos a realizar son los siguientes:

1. Definir el tema de manera clara y precisa.
2. Designar un moderador o facilitador.
3. Todos los participantes deben preparar una lista escrita de ideas relacionadas con el tema.
4. Los miembros del equipo deben acomodarse preferentemente en un círculo y, por turnos, presentar sus ideas al resto del equipo. Cada idea debe considerarse sin restricciones.
5. Después de que todos hayan compartido sus ideas, el moderador o facilitador pregunta uno por uno si tienen comentarios adicionales. Este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Si el propósito es únicamente generar ideas, la sesión concluye en este punto.
6. Las ideas se agrupan en función de similitudes.
7. Se revisa si alguna idea importante se ha pasado por alto.
8. Se inicia una discusión abierta, en la que el objetivo es respaldar las opciones en lugar de descartarlas.
9. Se seleccionan las ideas más relevantes mediante tres opciones: recopilación de datos, votación o consenso.

2.5.1.2 Reglas durante la lluvia de ideas

Existen ciertas reglas que se deben seguir durante una sesión de lluvia, como son las siguientes (Chase et al., 2009):

- Evitar los prejuicios y permitir que las ideas fluyan.
- Aprovechar las ideas de otros, ya que esto suele ser más productivo.
- Mantener su enfoque en el tema y evitar distraerse.
- Permitir que hable una persona a la vez.
- Fomentar la generación de ideas "locas".
- En caso necesario, recurrir a métodos visuales para explicar sus ideas.

2.6 Herramienta de organización y visualización

La organización efectiva de las ideas e información es esencial para cualquier empresa por tal motivo, en esta sección se muestra lo que es un diagrama de afinidad, que es una herramienta que facilita la estructuración visual de la información para una compresión clara de la misma y de ese modo facilitar la toma de decisiones.

2.6.1 Diagrama de afinidad

La creación de un diagrama de afinidad representa una herramienta esencial para la selección de ideas, organizándolas en grupos de acuerdo con criterios determinados por el equipo de trabajo y teniendo en cuenta similitudes entre ellas. *"Los grupos grandes deben dividirse en grupos más pequeños con encabezados adecuados"* (Besterfield Dale, 2009).

Los diagramas de afinidad desempeñan un papel fundamental al estimular la creatividad de los miembros del equipo, al tiempo que fomentan la innovación en proyectos futuros y permiten a los individuos sentir que el proyecto es propio (Besterfield Dale, 2009).

2.6.1.1 Pasos para realizar un diagrama de afinidad según Palomo (2008)

Según Palomo (2008), para la creación de un diagrama de afinidad se deben seguir las fases que se describen a continuación:

Fase I.	Definir del problema. El equipo llega a un consenso para definir el problema.
Fase II.	Creativa. Las ideas generadas se plasman en tarjetas.

Fase III.	Crear el panel de ideas. Las tarjetas se adhieren a un panel sin un orden específico.
Fase IV.	Clasificar ideas. Las ideas se agrupan según sus relaciones mutuas.
Fase V.	Crear las tarjetas de afinidad. Cada tarjeta representa la relación esencial entre cada grupo de ideas.
Fase VI.	Dibujar diagrama de afinidad. Se trazan líneas para conectar las relaciones existentes.

2.6.1.2 Pasos para realizar un diagrama de afinidad según Winter (2000)

De acuerdo con Winter (2000), se puede elaborar un diagrama de afinidad de forma eficiente a través de los pasos siguientes:

1. Adquirir material de oficina (notas adhesivas, marcadores, pizarra).
2. Registrar las ideas generadas en notas adhesivas durante una sesión de lluvia de ideas.
3. Clasificar las ideas en grupos, de manera individual, en función de las características similares que presenten.
4. Designar un encabezado que describa las ideas en cada grupo. Puede haber grupos con una sola idea o cambios entre grupos, dependiendo del criterio de cada miembro del equipo.
5. Crear subgrupos en caso de que varias ideas se agrupen bajo una misma categoría.

2.7 Técnica de mejora continua

En esta sección se muestran las generalidades de SMED, que es una herramienta de mejora continua que ayuda a fortalecer la adaptabilidad empresarial. SMED se destaca por permitir un enfoque sistemático y efectivo en la reducción de los tiempos de cambio en procesos de fabricación, contribuyendo así a la mejora continua y a la capacidad de adaptación de la empresa.

2.7.1 SMED

Shingeo Shingo (1909-1990) desarrolló SMED, por las siglas en inglés de *Single-Minute Exchange of Dies* (Madariaga Neto, 2021). Se enfoca en analizar las operaciones realizadas por los operarios desde el momento en que se detiene la máquina para cambiar de lote hasta

que la máquina vuelve a producir la primera unidad del próximo producto, manteniendo los estándares de tiempo y calidad (San Antognio Ignoto et al., 2018).

Por lo general, son los operadores quienes identifican las soluciones más simples, lógicas y alcanzables para reducir el tiempo durante el cual la máquina permanece inactiva. Es importante destacar que en este proceso no se debe comprometer la seguridad de los operadores, el funcionamiento de la máquina o la calidad del producto (San Antonio Ignoto et al., 2018).

2.7.1.1 Fases de SMED

De acuerdo con San Antonio Ignoto et al., (2018), la implementación de SMED implica el reconocimiento de dos tipos de operaciones, propuestas por Shingeo Shingo en 1950:

- Operaciones internas. Operaciones realizadas con la máquina detenida.
- Operaciones externas. Operaciones realizadas con la máquina en funcionamiento.

Por lo tanto, San Antonio Ignoto et al., (2018) menciona que SMED consiste de las cuatro fases siguientes:

1. Fase preliminar. En esta fase se recomienda registrar el proceso o actividad que se va a analizar para identificar movimientos innecesarios realizados por los trabajadores, que puedan eliminarse posteriormente. Se lleva a cabo un análisis del proceso inicial que se va a cambiar y se registran los tiempos de cambio (promedio y variabilidad). Además, se investigan las condiciones actuales del proceso de cambio mediante el cronometraje, entrevistas a los trabajadores y la grabación del proceso, entre otros métodos.
2. Fase 1. Separar operaciones internas y externas. En esta fase e prepara un listado que incluye todas las operaciones, y posteriormente, se clasifican en operaciones internas y externas.
3. Fase 2. Convertir operaciones internas en externas. En esta fase se analizan todas las operaciones internas para transformarlas en operaciones externas con el objetivo de

reducir el tiempo que no aporta valor al proceso. Algunas alternativas para lograr esta conversión incluyen verificar que los pasos no sean incorrectamente considerados internos, revisar el estado y la ubicación de las herramientas, y eliminar ajustes, ya que estos suelen representar entre el 50% y el 70% del tiempo de preparación interna.

4. Fase 3. Perfeccionar operaciones externas e internas. En esta fase se perfeccionan todos los aspectos de la operación de preparación, abarcando tanto las operaciones internas como las externas. Esta etapa suele ser la más compleja, ya que siempre hay margen para optimizar las operaciones.

2.7.1.2 Beneficios de SMED

Como menciona San Antonio Ignoto et al., (2018), SMED permite reducir el tiempo que se pierde en las máquinas al realizar un cambio de utillaje que se realiza para el cambio de un producto a otro. Algunos de los beneficios de SMED son los siguientes:

- Reducir el tiempo de preparación de la máquina, lo que aumenta su tiempo de producción efectivo.
- Disminuir el inventario.
- Reducir el tamaño de lote de producción.
- Disminuir costos de fabricación.
- Aumentar la flexibilidad en el proceso.
- Aumentar la capacidad para adaptarse mejor a la demanda del mercado.

2.8 Conclusión

Este capítulo ha proporcionado una base sólida para el presente proyecto al presentar conceptos cruciales que van desde la fase inicial de mapeo de procesos, con el diagrama SIPOC, la aplicación de técnicas estadísticas como la prueba de hipótesis, terminando con SMED como una técnica de mejora continua. Con todos los conceptos plasmados se logró obtener las bases para la investigación y el análisis, lo cual permitirá una toma de decisiones más informada y efectiva.

Capítulo 3
Desarrollo del proyecto

En el presente capítulo, se mostrará la aplicación de la metodología empleada para llevar a cabo la mejora de los procesos de compras y ventas en la empresa en estudio, para cumplir con el objetivo general del presente proyecto: reducir los tiempos de respuesta en la atención al cliente. Esta metodología, diseñada específicamente para abordar la problemática expuesta en el capítulo uno, involucra la identificación de oportunidades de mejora, el diseño de estrategias adecuadas y la implementación de cambios importantes en los procedimientos mediante una adaptación de SMED.

3.1 Metodología

Para el cumplimiento del objetivo general de la empresa en estudio se realizó la siguiente metodología:

1. Diagnosticar la situación real de la empresa.
2. Definir indicador de desempeño.
3. Identificar causas para mejorar indicador de desempeño.
4. Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño.
5. Analizar el proceso de compras.
6. Analizar el proceso de ventas.
7. Adaptar SMED para reducir tiempos de respuesta de atención a clientes.
8. Proceso de compras: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED.
9. Proceso de ventas: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED.
10. Validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso, de compras y ventas, contra el tiempo del proceso actual.
11. Definir actividades de control y seguimiento.

3.2 Diagnosticar la situación real de la empresa

En esta sección se describe como se realizó el proceso de diagnóstico de la empresa en estudio. Dicho proceso implica llevar a cabo las siguientes actividades:

1. Realizar reunión con uno de los socios de la empresa.
2. Efectuar recorrido por la empresa con el gerente del departamento hidráulico.
3. Realizar reunión con el administrador general.
4. Realizar entrevista con el personal.
5. Crear diagrama SIPOC del proceso de renta de grúas industriales.
6. Crear mapa de cadena de valor de estado presente del proceso de renta de grúas industriales.
7. Analizar la situación problemática del estado presente.
8. Seleccionar áreas de oportunidad.

3.2.1 Realizar reunión con uno de los socios de la empresa

El primer paso consistió en mantener una reunión con uno de los socios de la empresa en estudio. Durante esta reunión se logró identificar lo siguiente:

- La necesidad de prestar especial atención a dos departamentos cruciales, ya que gestionan el flujo de efectivo de la empresa. Estos departamentos son los siguientes:
    - Ventas.
    - Compras.
- La empresa en estudio se dedica a ofrecer servicios especializados que abarcan el transporte, movimiento de maquinaria, maniobras y montajes. Estos servicios se ejecutan a través del uso de grúas hidráulicas, telescópicas y de arrastre.
- La empresa dispone de un total de 46 equipos para ofrecer el servicio de alquiler, y se incluye una lista detallada de estos equipos en el Anexo 1. En la Tabla 3. 1 se listan algunos de los diferentes tipos de equipos.

Tabla 3. 1 Algunos tipos de equipos para rentra de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia).

No.	Tipo	Marca	Modelo	Capacidad (Toneladas)	Nombre
1	Grúa todo terreno	Grove	GKM-6300L	300	Doña Adriana
2	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 9130E	117.9	Barracuda
3	Grúa estructural sobre orugas	Sany	SCC1000	100	CC100118
4	Grúa tipo TM	Grove	TMS 800E	72.5	Luna
5	Grúa sobre camión	National Crane	NBT 45	40.8	El güero
6	Grúa de cuidad	Demac	Demac Ac25 city	25	Demac-cita
7	Grúa de patio	Terex-Ro		8.5	Momo
8	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	Valiente
9	Manipulador	JCB	55-140	4.5	FLHX00567

3.2.2 Efectuar recorrido por la empresa con el gerente del departamento hidráulico

El inicio del recorrido por las instalaciones de la empresa se llevó a cabo en compañía del gerente del departamento hidráulico, siguiendo la recomendación de uno de los socios de la empresa. Esta elección se basó en la disponibilidad de tiempo del gerente y en su estrecha relación con las actividades que se desarrollan en el área operativa.

Durante este recorrido, se observó que el área operativa comprende los departamentos de almacén, mantenimiento y los operadores de las grúas. Asimismo, se destacaron las siguientes situaciones:

- La falta de una programación adecuada de los servicios.
- La carencia de capacitación para el personal encargado de operar las grúas.
- La ausencia de una comunicación eficiente entre el departamento de ventas y el área operativa.
- La falta de una comunicación efectiva entre el departamento de compras y el área operativa.
- La insuficiente comunicación entre los diversos departamentos dentro del área operativa.

- La pérdida de tiempo debida a las ineficiencias en la comunicación entre los departamentos y el área operativa.

3.2.3 Realizar reunión con el administrador general

Dado que la mayoría de los servicios de renta ofrecidos por la empresa en estudio se llevan a cabo fuera del estado de Veracruz, una comunicación constante y sucesiva con el gerente del área hidráulica resultó ser complicada, ya que gran parte del personal del área operativa también se desplaza fuera del estado.

Ante la ineficacia de la comunicación y siguiendo la sugerencia de uno de los socios de la empresa, se optó por dirigir directamente toda la información pertinente de este proyecto al gerente de recursos humanos, quien temporalmente asume el papel de administrador general debido a la reciente salida del gerente general anterior por razones de salud.

Durante la reunión con el administrador general, se abordaron los temas discutidos durante la reunión con el socio de la empresa (Sección 3.2.1) y se incorporaron las observaciones realizadas durante el recorrido por la empresa con el gerente del departamento hidráulico (Sección 3.2.2). Además, se trataron asuntos relacionados con los departamentos de ventas y compras, lo que puso de manifiesto las siguientes oportunidades:

- Disminuir el tiempo perdido en el departamento de ventas al solicitar la aprobación de uno de los socios para la cotización del servicio de renta de grúas industriales.
- Disminuir el tiempo perdido en el departamento de compras al solicitar la aprobación de uno de los socios para la adquisición de repuestos
- Disminuir el tiempo perdido y los retrabajos al evitar la entrega de un servicio incorrecto debido a una cotización errónea.

3.2.4 Realizar entrevista con el personal

Para obtener una comprensión profunda de los procesos y la situación real de la empresa, se llevó a cabo una serie de entrevistas con todos los trabajadores directamente involucrados en la prestación de servicios de alquiler de grúas industriales. Las entrevistas se realizaron con

10 trabajadores de los departamentos de ventas, compras, mantenimiento y almacén. El cuestionario de entrevista consistió en las siguientes preguntas:

1. ¿Qué actividades realiza en su puesto de trabajo?
2. ¿Cuál es el proceso general de las actividades que realiza?
3. ¿Cuál es la problemática más frecuente en su puesto de trabajo?
4. ¿Qué actividades adicionales a su puesto de trabajo realiza?
5. ¿Qué actividad le toma más tiempo realizar?
6. ¿Qué puntos de mejora identifica en su puesto de trabajo?
7. ¿Qué puntos de mejora identifica dentro de su departamento?

Las entrevistas se llevaron a cabo a lo largo de cuatro días, uno para cada departamento, ordenados de la siguiente manera:

1. Compras.
2. Ventas.
3. Almacén y
4. Mantenimiento.

Las preguntas 5, 3 y 7, definidas como las preguntas principales, se utilizaron para obtener una visión más profunda de la situación actual de la empresa y se formularon de la siguiente manera:

5. ¿Qué actividad le toma más tiempo realizar?
3. ¿Cuál es la problemática más frecuente en su puesto de trabajo?
7. ¿Qué puntos de mejora identifica dentro de su departamento?

3.2.4.1 Obtener respuestas del departamento de compras

Las respuestas a las 3 preguntas principales, en el departamento de compras, fueron las siguientes:

1. Actividad que toma más tiempo realizar:

- Captura de datos técnicos mediante la aplicación Excel al recibir una solicitud de compra.
- Captura de datos de facturas mediante la aplicación Excel al recibir material comprado.
- Espera de aprobación por parte de los socios para realizar una compra.

2. Problemática más frecuente:
   - Incumplimiento del proceso de compra por parte de personal de otros departamentos.
   - Compra de material incorrecto debido a formularios de solicitud mal completados.
   - Compra de material incorrecto debido a solicitudes verbales por urgencia.
3. Puntos de mejora:
   - Adquirir un sistema de optimización de inventario para reducir los tiempos de entrada de datos.

3.2.4.2 Obtener respuestas del departamento de ventas

Las respuestas a las 3 preguntas principales, en el departamento de ventas, fueron las siguientes:

1. Actividad que toma más tiempo realizar:
   - Consulta y aprobación de costos para la cotización de servicios con uno de los socios de la empresa.
   - Registro de las horas de servicio alquiladas y trabajadas mediante la aplicación Excel.
2. Problemática más frecuente:
   - Alquiler de equipo sin detalles técnicos completos durante la cotización.
   - Falta de personal capacitado para visitar a los clientes en servicios especializados para completar las cotizaciones.
   - Retrasos en el alquiler de grúas debido a mantenimiento pendiente.
3. Puntos de mejora:

- Implementar un calendario electrónico para coordinar los servicios y mantener a todos los departamentos informados de las grúas prioritarias.

3.2.4.3 Obtener respuestas del departamento de almacén

Las respuestas a las 3 preguntas principales, en el departamento de almacén, fueron las siguientes:

1. Actividad que toma más tiempo realizar:
   - Registro de datos recibidos mediante la aplicación Excel.
2. Problemática más frecuente:
   - Personal de otros departamentos accede al almacén sin previo aviso cuando se necesita material fuera del horario laboral.
   - Desorden en el almacén debido al acceso de múltiples personas al material.
3. Puntos de mejora:
   - Adquirir un sistema de optimización de inventario para reducir los tiempos de entrada de datos.
   - Posibilidad de implementar un segundo turno.

3.2.4.4 Obtener respuestas del departamento de mantenimiento

Las respuestas a las 3 preguntas principales, en el departamento de mantenimiento, fueron las siguientes:

1. Actividad que toma más tiempo realizar:
   - Mantenimiento de urgencia en el establecimiento del cliente.
2. Problemática más frecuente:
   - Interrupción del mantenimiento a una grúa para atender otra de manera urgente.
   - Falta de planificación de mantenimiento en grúas alquiladas debido a falta de comunicación con el departamento de ventas
3. Puntos de mejora:
   - Implementar un calendario electrónico para coordinar los servicios y mantener al departamento de mantenimiento informado sobre las grúas prioritarias.

3.2.5 Crear diagrama SIPOC del proceso de renta de grúas industriales

Con el objetivo de identificar los elementos importantes dentro de los procesos de la empresa en estudio, se llevó a cabo la construcción de un diagrama SIPOC. Esto implicó realizar las siguientes actividades:

- Describir el proceso general de renta de grúas industriales.
- Describir las salidas del proceso de renta de grúas industriales.
- Identificar a los clientes de la empresa en estudio.
- Definir las entradas en el proceso de renta de grúas industriales.
- Identificar a los proveedores de la empresa en estudio.
- Concentrar la información en un diagrama SIPOC.

3.2.5.1 Describir el proceso general de renta de grúas industriales

El proceso general de renta de grúas industriales se delimitó en las cinco etapas principales que se describen a continuación:

1. Cotizar el servicio. El cliente solicita una cotización al departamento de ventas. Se acuerdan las especificaciones y, si es necesario, se realiza una visita al cliente. Posteriormente, el cliente confirma y efectúa el pago.
2. Preparar la grúa y el equipo necesario. Ventas comunica a mantenimiento los detalles del servicio. Mantenimiento solicita refacciones y consumibles a almacén. Compras adquiere y entrega los materiales necesarios. Almacén los proporciona a mantenimiento, que deja la grúa en óptimas condiciones.
3. Realizar el servicio. Ventas coordina el servicio con el cliente el inicio.
4. Hacer seguimiento al servicio. Ventas monitorea el servicio y notifica al cliente cuando concluye. Si el cliente desea continuar o adquirir otro servicio, se vuelve a la etapa 1.
5. Recibir la grúa: Ventas organiza la recepción de la grúa alquilada.

3.2.5.2 Describir las salidas del proceso de renta de grúas industriales

Se consideran salidas, del proceso de renta de grúas industriales, a todo lo que se le entrega al cliente. En el caso de la empresa en estudio, las salidas son las siguientes:

- Contrato de servicio. Documento que describe las especificaciones y el costo del servicio adquirido.
- Orden de servicio. Documento que permite al cliente hacer un seguimiento de las actividades realizadas por el operador de la grúa durante todo el período del servicio.
- Servicio de renta. La grúa específica, junto con el personal necesario para prestar el servicio, de acuerdo con las especificaciones del contrato de servicio.

3.2.5.3 Identificar a los clientes de la empresa en estudio

La identificación de los clientes de la empresa en estudio se basó en un análisis de las órdenes de compra emitidas durante el período comprendido entre el 1 de octubre de 2021 y el 1 de octubre de 2022. Durante la investigación, se detectaron los clientes siguientes:

- Fabricantes de cemento.
- Fabricantes de concreto.
- Fabricantes de bebidas alcohólicas.
- Fabricantes de agua mineral.
- Fabricante de productos de limpieza, cuidado e higiene personal.
- Fabricantes de productos derivados del plástico.
- Fabricante de aceites.
- Fabricantes de azúcar.
- Fabricantes de metales.
- Constructores de puentes y caminos.
- Constructores de plantas industriales.

3.2.5.4 Definir las entradas en el proceso de renta de grúas industriales

Se consideran entradas del proceso de renta de grúas industriales a toda la documentación y material necesario para realizar un servicio. En el caso de la empresa en estudio, las entradas son las siguientes:

- Orden de compra: Documentación emitida por el cliente para confirmar la adquisición del servicio.
- Refacciones: Todos los elementos necesarios para llevar a cabo el servicio, adquiridos a través de proveedores.

3.2.5.5 Identificar a los proveedores de la empresa en estudio

La identificación de los proveedores de la empresa en estudio se basó en un análisis de las órdenes de compra generadas en el período del 1 de octubre de 2021 al 1 de octubre de 2022. Durante la investigación, se detectaron los proveedores siguientes:

- Equipo de oficina.
- Higiene y limpieza.
- Equipo de protección personal.
- Sellos hidráulicos.
- Gas y soldadura.
- Servicio de torno.
- Refacciones automotrices.
- Refacciones de grúas.
- Hules, bujes y mangueras.
- Baleros y retenes.
- Tornillería.

3.2.5.6 Concentrar la información en un diagrama SIPOC

Para la realización del diagrama SIPOC (Figura 3. 1) se concentró toda la información recopilada en las Secciones 3.2.5.1 a 3.2.5.5.

Con el diagrama SIPOC proporciona una visión integral del proceso de renta de grúas industriales. Esto permite la identificación clara de cada etapa, desde los proveedores de la empresa en estudio, pasando por las entradas del proceso de renta, el proceso en sí y las salidas del proceso, hasta llegar a los clientes.

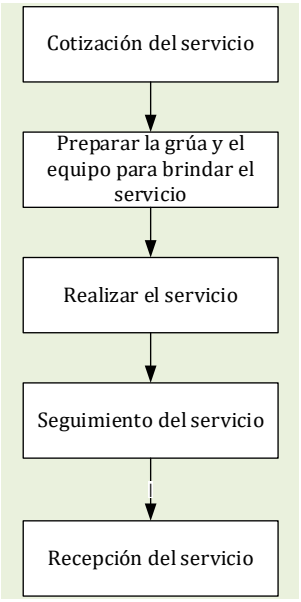
Proveedores[2] (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salidas (O)	Clientes[3] (C)
• Equipo de oficina • Higiene y limpieza • Equipo de protección personal • Sellos hidráulicos • Gas y soldadura • Servicio de torno • Refacciones automotrices • Refacciones de grúas • Hules, bujes y mangueras • Baleros y retenes • Tornillería	Orden de compra Refacciones		Contrato de servicio Orden de servicio Servicio de renta	• Fabricantes de cemento • Fabricantes de concreto • Fabricantes de bebidas alcohólicas • Fabricantes de agua mineral • Fabricante de productos de limpieza, cuidado e higiene personal • Fabricantes de productos derivados del plástico • Fabricante de aceites • Fabricantes de azúcar • Fabricantes de metales • Constructores de puentes y caminos • Constructores de plantas industriales

Figura 3. 1 Diagrama SIPOC de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia).

3.2.6 Crear mapa de cadena de valor de estado presente del proceso de renta de grúas industriales

Después de la reunión con el administrador general (como se mencionó en la Sección 3.2.3) y la entrevista con el personal (como se detalló en la Sección 3.2.4), se llevó a cabo la elaboración de un Mapa de Cadena de Valor (VSM) para evaluar la situación actual y detectar áreas de mejora dentro de la empresa en estudio. La creación del mapa de cadena de valor consistió en los pasos siguientes:

1. Dibujar los símbolos de proveedor, control de la producción y cliente, como se muestra en la Figura 3. 2.
2. Colocar la demanda anual (Figura 3. 2). Para identificar la demanda anual, fue necesario revisar las órdenes de compra recibidas por la empresa en el período del 1 de octubre de 2021 hasta el 1 de octubre de 2022, lo que resultó en 120 servicios anuales.

[2] *Por confidencialidad no se mencionaron los nombres de los proveedores.*
[3] *Por confidencialidad no se mencionaron los nombres de los clientes.*

3. Determinar la demanda mensual (Figura 3. 2) al dividir los 120 servicios anuales entre los 12 meses del año, lo que dio como resultado 10 servicios mensuales.
4. Calcular la producción requerida (Figura 3. 2) al dividir los 10 servicios mensuales entre 24 días laborables. El resultado, redondeado hacia arriba, es de 1 servicio cada 3 días.
5. Dibujar tres fechas (Figura 3. 2):
    - Dos flechas entrantes, como iconos de recepción, desde el proveedor (orden de servicio) y desde el cliente (entrega de grúa).
    - Una flecha saliente, como icono de envío, hacia el cliente (grúa para el servicio).
6. Colocar tres símbolos adicionales (Figura 3. 2):
    - Una carta, junto a la flecha entrante desde el proveedor, con la frecuencia en días en la que se realiza un servicio (1 servicio cada 3 días).
    - Una grúa, en la flecha saliente hacia el cliente, con la frecuencia en días en la que se realiza un servicio (1 servicio cada 3 días).
    - Una grúa, en la flecha entrante desde el cliente, con la frecuencia en días en la que se termina un servicio (1 servicio cada 3 días).
7. Adicionar cuadros de proceso en una disposición de izquierda a derecha, manteniendo la secuencia del proceso general de alquiler de grúas industriales como se muestra en la Sección 3.1.5.1; el resultado se muestra en la Figura 3. 3.
8. Incluir cuadros de información, debajo de los cuadros de los procesos de cotización del servicio y preparar la grúa. Dentro de los cuadros de operación se agrega el tiempo de ciclo, el tiempo de desperdicio, los turnos trabajados por día, las horas laborales por turno y los días laborables por semana (Figura 3. 3).
9. Añadir flechas de comunicación (Figura 3. 3). El flujo de la información es diario y la vía de comunicación se da de la siguiente manera:
    - Entre la empresa en estudio y los clientes es vía telefónica o mediante correo electrónico.
    - Entre la empresa en estudio y los proveedores es vía telefónica o mediante correo electrónico.

- Dentro de la empresa en estudio, la comunicación se da personalmente. Cuando el personal se encuentra trabajando vía remota, la comunicación es vía telefónica o mediante correo electrónico.

10. Incorporar símbolos de operadores y escribir la cantidad de operadores para cada proceso (Figura 3. 3).
11. Añadir el símbolo de inventario entre los procesos siguientes (Figura 3. 3):
    - Cotización del servicio y preparar grúa, con una duración de 3 días.
    - Preparar grúa y realizar el servicio, con una duración de 5 días.
12. Colocar iconos de Push y FIFO. Push, debido a que cada equipo debe esperar su turno en el proceso de "Preparar la grúa". FIFO, debido a que las grúas que se rentan son grúas que tienen más tiempo de espera (Figura 3. 3).
13. Agregar una línea de tiempo para las actividades que agregan valor y las que no agregan valor (Figura 3. 3). Las actividades que agregan valor y las que no agregan valor son las siguientes:
    - Para cotización del servicio, el tiempo que agrega valor son 16 horas. Es importante resaltar que este proceso tiene 10 horas de tiempo desperdiciado.
    - El tiempo de espera, que es tiempo que no agrega valor, entre cotización del servicio y preparar la grúa es de 24 horas.
    - Para preparar la grúa, el tiempo que agrega valor es de 48 horas. Es importante resaltar que este proceso tiene 48 horas de tiempo desperdiciado.
    - El tiempo de espera, que es tiempo que no agrega valor, entre preparar la grúa y realizar el servicio es de 40 horas.
14. Calcular el tiempo total de entrega de un servicio (Figura 3. 3). Para calcular el tiempo total de entrega de un servicio, se sumaron los tiempos de ciclo y los tiempos que no agregan valor. La suma de los tiempos de ciclo dio como resultado 112 horas. La suma de los tiempos que no agregan valor dio como resultado 64 horas. El cálculo del tiempo total de entrega de un servicio dio como resultado 176 horas.

3.2.7 Analizar la situación problemática de estado presente

Con base en lo observado en la Figura 3. 3, se identificaron cuatro posibles áreas de mejora, que se representan mediante estallidos *kaizen*. Estas áreas son las siguientes (Figura 3. 4):

1. La reducción del tiempo en la cotización del servicio.
2. La reducción del tiempo en la preparación de grúa.
3. La reducción del tiempo de inventario entre cotización del servicio y preparación de grúa.
4. La reducción del tiempo de inventario entre preparación de grúa y realización del servicio.

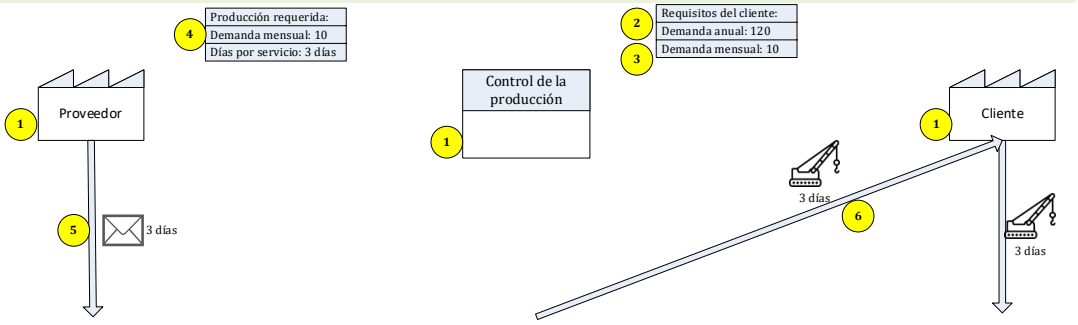


Figura 3. 2 Pasos del 1-6 de VSM del estado presente (Fuente: Elaboración propia).

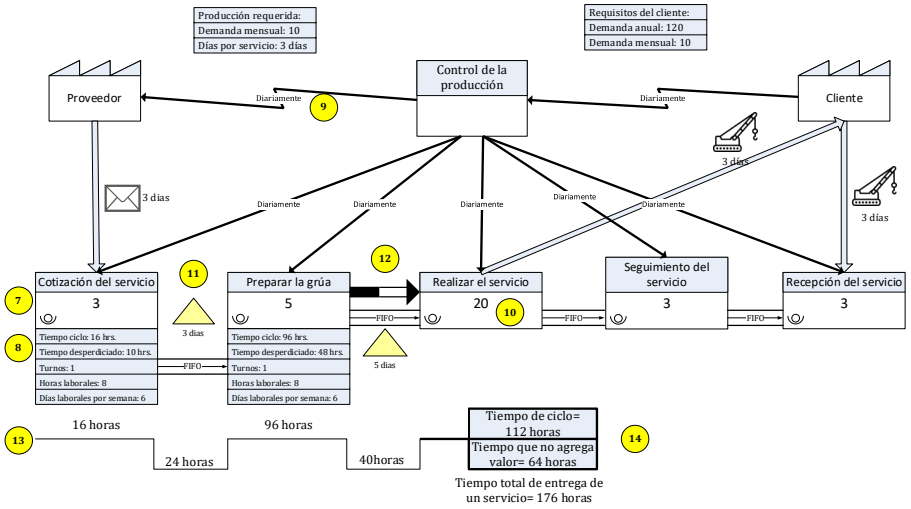


Figura 3. 3 Pasos del 7-14 de VSM del estado presente. (Fuente: Elaboración propia).

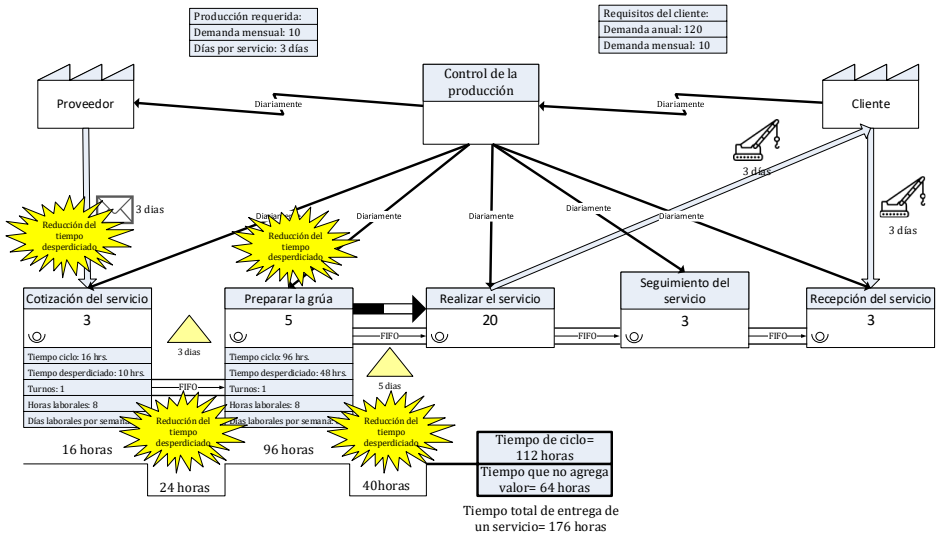


Figura 3. 4 Áreas de oportunidad del VSM de estado presente. (Fuente: Elaboración propia).

3.2.8 Seleccionar áreas de oportunidad

Después de analizar la situación problemática e identificar cuatro áreas de oportunidad (Sección 3.2.7), se procedió a seleccionar las áreas de oportunidad que proporcionarán los mayores beneficios a la empresa y a definir los departamentos que influyen en las áreas de oportunidad seleccionadas. Esto se llevó a cabo a través de las siguientes actividades:

- Seleccionar áreas de oportunidad mediante una matriz de priorización.
- Justificar la determinación de áreas de oportunidad.
- Definir departamentos inciden en las áreas de oportunidad seleccionadas.

3.2.8.1 Seleccionar áreas de oportunidad mediante una matriz de priorización

Con base en las cuatro áreas de oportunidad, detectadas durante el análisis de la situación problemática de estado presente (Sección 3.2.7), se elaboró una matriz de priorización con el fin de determinar cuál de estas áreas, al reducir su tiempo, proporcionaría los mayores beneficios a la empresa.

Para la realizar la matriz de priorización, de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se realizó lo siguiente:

- Definir objetivo de la matriz. El objetivo de la matriz fue seleccionar un área de oportunidad cuya reducción de tiempo genere mayores beneficios a la empresa.
- Identificar opciones. Las opciones del área de oportunidad (Sección 3.2.7) fueron las siguientes:
    - La reducción del tiempo en la cotización del servicio.
    - La reducción del tiempo en preparar grúa.
    - La reducción del tiempo de inventario entre cotización del servicio y preparar grúa.
    - La reducción del tiempo de inventario entre preparar grúa y realizar el servicio.
- Asignar ponderaciones a las opciones: Se emplearon ponderaciones para comparar la importancia de cada opción. Estas ponderaciones incluyeron los siguientes valores:

1	=	Misma importancia.
5	=	Significativamente más importante.
10	=	Mucho más importante.
$\frac{1}{5}$	=	Significativamente menos importante.
$\frac{1}{10}$	=	Mucho menos importante.

- Realizar la matriz de la ponderación de las opciones seleccionadas con base en los pasos descritos en la Sección 2.2.1.2.

Tabla 3. 2 Ponderación de las opciones (Fuente: Elaboración propia).

	Reducción del tiempo en la cotización del servicio	Reducción del tiempo en preparar grúa	Reducción del tiempo de inventario entre cotización del servicio y preparar grúa	Reducción de tiempo de inventario entre prepara grúa y realizar el servicio.	**Total**	**Porcentaje**
Reducción del tiempo en la cotización del servicio	1	$\frac{1}{10}$	5	5	**11.10**	**26.56%**
Reducción del tiempo en preparar grúa	10	1	5	10	**26.00**	**62.20%**
Reducción del tiempo de inventario entre cotización del servicio y preparar grúa	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	1	1	**2.40**	**5.74%**
Reducción de tiempo de inventario entre prepara grúa y realizar el servicio.	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	1	1	**2.30**	**5.50%**
Total	**11.40**	**1.40**	**12.00**	**17.00**	**41.8**	**100%**

De la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se **seleccionaron dos áreas oportunidad**:

1. **La reducción del tiempo en preparar grúa** porque es la opción con más porcentaje: 62.2%.
2. **La reducción del tiempo en la cotización del servicio** porque es la segunda opción con más porcentaje: 26.56%.

3.2.8.2 Justificar la determinación de áreas de oportunidad

Complementaria a la matriz de priorización, se realizó una reunión con el socio de la empresa en estudio y el gerente general, y, de esta reunión surgieron las siguientes justificaciones que apoyaron la selección de las áreas de oportunidad detectadas en la Sección 3.3.8.1:

- Para la reducción del tiempo en preparar grúa:
    - Dentro del proceso de preparar grúa se evidencia un tiempo desperdiciado de 48 horas, con solo 48 horas de valor agregado, lo que representa que el 50% del tiempo se considera tiempo desperdiciado.
    - La preparación de la grúa se ejecuta previamente a la prestación del servicio al cliente. Por lo tanto, resulta crucial reducir los tiempos de preparación de las grúas para proporcionar un servicio más ágil una vez que se confirma la orden de compra por parte del cliente.
    - Dentro del proceso de preparar grúa, el departamento de compras desempeña un papel clave en la salida de efectivo, lo que enfatiza su prioridad para la empresa.
- Para la reducción del tiempo en la cotización del servicio:
    - Dentro del proceso de cotización del servicio se observa un tiempo desperdiciado de 10 horas, con solo 6 horas de valor agregado, representando el 62.5% del tiempo como tiempo desperdiciado.

- La cotización del servicio marca el primer contacto del cliente con la empresa, subrayando la necesidad prioritaria de reducir el tiempo en la cotización para agilizar la atención al cliente.
- El departamento de ventas, responsable del proceso de cotización del servicio, es fundamental en la entrada de efectivo, destacando su importancia para la empresa.

3.2.8.3 Definir departamentos que inciden en las áreas de oportunidad seleccionadas

Durante la misma reunión llevada a cabo para justificar la elección de las dos áreas de oportunidad (como se mencionó en la Sección 3.2.8.2), se acordó que el enfoque principal de este proyecto de investigación recae en **la mejora de los procesos** en los siguientes departamentos, decisión basada en su influencia en las áreas de oportunidad seleccionadas:

- **Departamento de compras** debido a que la mejora de sus procesos incide directamente en el área de oportunidad: reducir el tiempo en la cotización del servicio.
- **Departamento de ventas**, debido a que la mejora de sus procesos incide directamente en el área de oportunidad de reducir el tiempo en la preparación de la grúa.

3.3 Definir indicador de desempeño

Para definir el indicador de desempeño que garantice el logro del objetivo principal de la empresa en estudio: disminuir tiempos de respuesta de atención a los clientes de una empresa de grúas industriales; se realizaron los pasos siguientes:

- Identificar el indicador de desempeño.
- Identificar elementos del indicador de desempeño: disminuir tiempos de respuesta de atención a los clientes
- Definir los elementos del indicador de desempeño.

3.3.1 Identificar el indicador de desempeño

Para la identificación del indicador de desempeño se analizó el objetivo del proyecto y se **determinó que el indicador de desempeño** que ayudaría al cumplimiento del objetivo general del trabajo de tesis es los **tiempos de respuesta de atención a los clientes**.

3.3.2 Identificar elementos del indicador de desempeño: tiempos de respuesta de atención a los clientes

Se definió que el indicador de desempeño se conforma de los siguientes dos elementos (Figura 3. 5):

- Tiempo del proceso de compras.
- Tiempo del proceso de ventas.

Estos dos elementos surgieron de la identificación de los departamentos que influyen en las áreas de oportunidad seleccionadas previamente en la Sección 3.2.8.3. La suma de estos dos elementos daría como resultado el indicador de desempeño.

3.3.3 Definir los elementos del indicador de desempeño

Una vez que se identificaron los elementos del indicador de desempeño (como se mencionó en la Sección 3.3.1), se definieron de la siguiente manera:

- Tiempo del proceso de compas. Este período abarca desde que el departamento de compras recibe una requisición hasta que entrega el material al departamento que la solicitó. El proceso de compras se detallará en la Sección 3.6.
- Tiempo del proceso de ventas. Este período abarca desde el primer contacto del cliente con la empresa, al solicitar la cotización de un servicio, hasta la entrega de dicha cotización y la programación del servicio. El proceso de ventas se presentará en la Sección 3.7.

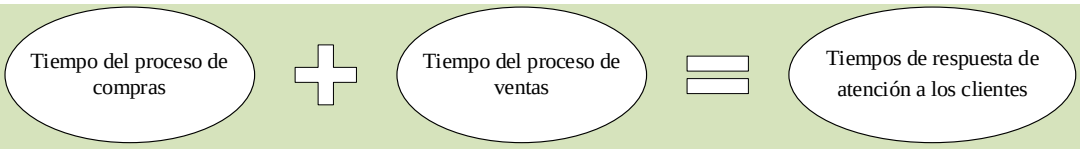


Figura 3. 5 Elementos para mejorar el indicador de desempeño. (Fuente: Elaboración propia).

Las reducciones de estos tiempos ayudarán a disminuir los **tiempos de respuesta de atención a los clientes.**

3.4. Identificar causas para mejorar indicador de desempeño

Con el propósito de detectar las razones que contribuyen a mejorar el indicador de desempeño: disminución del tiempo de respuesta de atención a los clientes (Sección 3.3.1); se realizaron las actividades siguientes:

- Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando diagrama de Ishikawa.
- Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando QFD.
- Seleccionar causa raíz para mejorar el indicador de desempeño.

3.4.1 Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando el diagrama de Ishikawa

Con el fin de identificar las causas que inciden en el indicador de desempeño: tiempos de respuesta de atención a los clientes (Sección 3.3.1), utilizando el diagrama de Ishikawa, se realizaron las actividades siguientes:

- Generar diagrama de Ishikawa para el elemento “Tiempo del proceso de compras”.
- Generar diagrama de Ishikawa para el elemento “Tiempo del proceso de ventas”.
- Identificar causas raíz que afectan al indicador de desempeño utilizando el diagrama de relaciones.

3.4.1.1 Generar diagrama de Ishikawa para el elemento "Tiempo del proceso de compras"

Para generar el diagrama de Ishikawa para el elemento "Tiempo del proceso de compras" se siguieron los pasos descritos en la Sección 2.1.3.1, tal como se muestra a continuación:

- Se seleccionó el problema a estudiar: tiempo del proceso de compras.
- Se estudiaron las actividades que involucran al problema en estudio, en este caso, al proceso de compras. El proceso de compras se mostrará en la Sección 3.6.
- Se identificaron las causas que originan el tiempo en el proceso de compras en 5 elementos: material, método, medio ambiente, máquina y mano de obra.
- Se realizó el diagrama de Ishikawa que se muestra en la Figura 3. 6.

Del análisis de la Figura 3. 6 se identificaron las siguientes causas que generan el problema "tiempo en el proceso de compras":

- Existen deficiencias en la comunicación, entre el departamento de compras con el resto de los departamentos, especialmente con el departamento de mantenimiento.
- Exceso de trabajo.
- Existe tiempo de espera para la autorización de las cotizaciones.
- Se compran refacciones incorrectas debido a la falta de información de las piezas solicitadas.
- No se siguen los procesos establecidos debido a que éstos se encuentran desactualizados.
- Falta de equipo de oficina.
- *Software* obsoleto.
- Área de trabajo desordenada debido a falta de espacio.

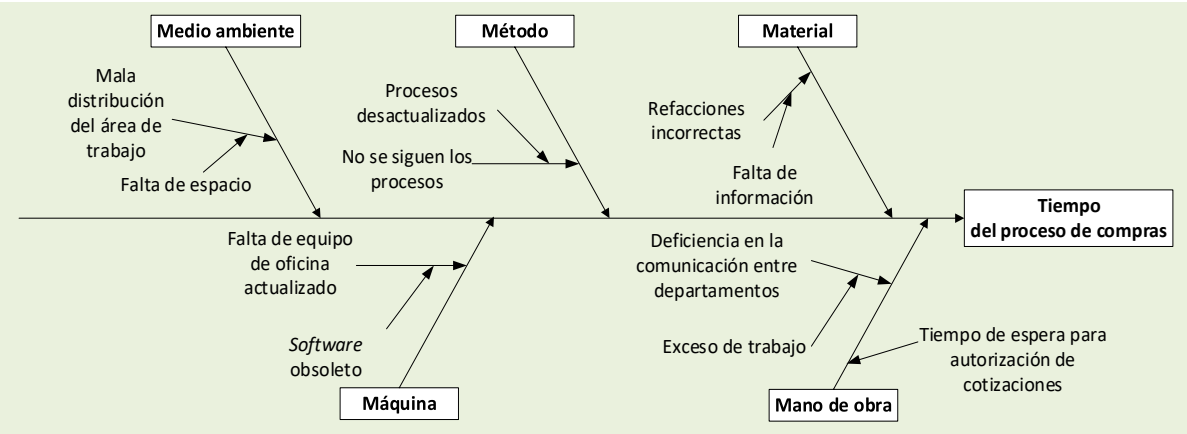


Figura 3. 6 Diagrama de Ishikawa del elemento tiempo del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

3.4.1.2 Generar diagrama de Ishikawa para el elemento "Tiempo del proceso de ventas"

Para generar el diagrama de Ishikawa para el elemento "Tiempo del proceso de ventas" se siguieron los pasos descritos en la Sección 2.1.3.1, tal como se muestra a continuación:

- Se seleccionó el problema a estudiar: Tiempo del proceso de ventas.
- Se estudiaron las actividades que involucran al problema en estudio, en este caso, al proceso de compras. El proceso de compras se mostrará en la Sección 3.7.
- Se identificaron las causas que originan el tiempo del proceso de ventas en 6 elementos: material, método, medio ambiente, máquina, clientes y mano de obra;
- Se realizó el diagrama de Ishikawa que se muestra en la Figura 3. 7.

Del análisis de la Figura 3. 7 se identificaron las siguientes causas que generan el problema "tiempo del proceso de ventas":

- Falta de orientación al cliente debido a la falta de capacitación de los trabajadores.
- Existe tiempo de espera para la autorización de las cotizaciones de los servicios.
- Exceso de trabajo.
- Falta de material de oficina.
- Procesos demasiado largos debido a que los mismos se encuentran desactualizados.
- Existe tiempo de espera de respuesta por parte de los clientes.
- Área de trabajo desordenada debido a falta de espacio.

- Equipo de cómputo obsoleto.

3.4.1.3 Identificar causas raíz que afectan al indicador de desempeño utilizando el diagrama de relaciones

Después de identificar las causas más importantes, a través de diagramas de Ishikawa, que originan el tiempo del proceso de compras (Sección 3.4.1.1) y el tiempo del proceso de ventas (Sección 3.4.1.2), se realizó el diagrama de relaciones que se muestra en la Figura 3. 8.

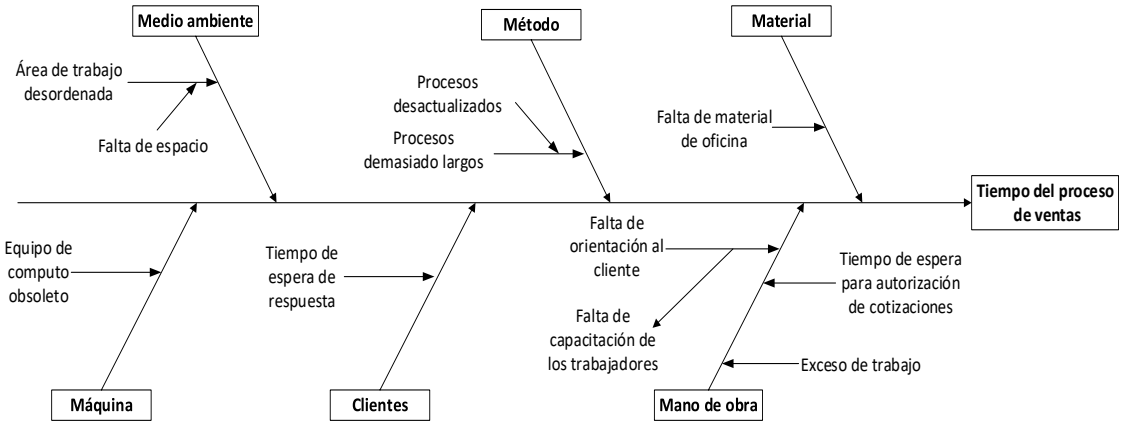


Figura 3. 7 Diagrama de Ishikawa del elemento tiempo del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Del análisis de la Figura 3. 8 se identificaron las siguientes causas raíz que generan los elementos que conforman al indicador de desempeño "disminución del tiempo de respuesta de atención a los clientes":

- Falta de información.
- Falta de procesos actualizados.
- Falta de programa de asignación de recursos monetarios.
- Falta de espacio.
- Exceso de trabajo.
- Falta de presupuesto.

3.4.2 Identificar causas para mejorar indicador de desempeño utilizando QFD

Para identificar causas que afectan al indicador de desempeño: disminución del tiempo de respuesta de atención a los clientes (Sección 3.3.1), utilizando QFD, se realizaron las actividades siguientes:

- Definir QFD del cliente.
- Definir QFD de la empresa.
- Identificar causas que afectan al indicador de desempeño utilizando QFD.
- Identificar causas raíz que afectan al indicador de desempeño utilizando el diagrama de relaciones.

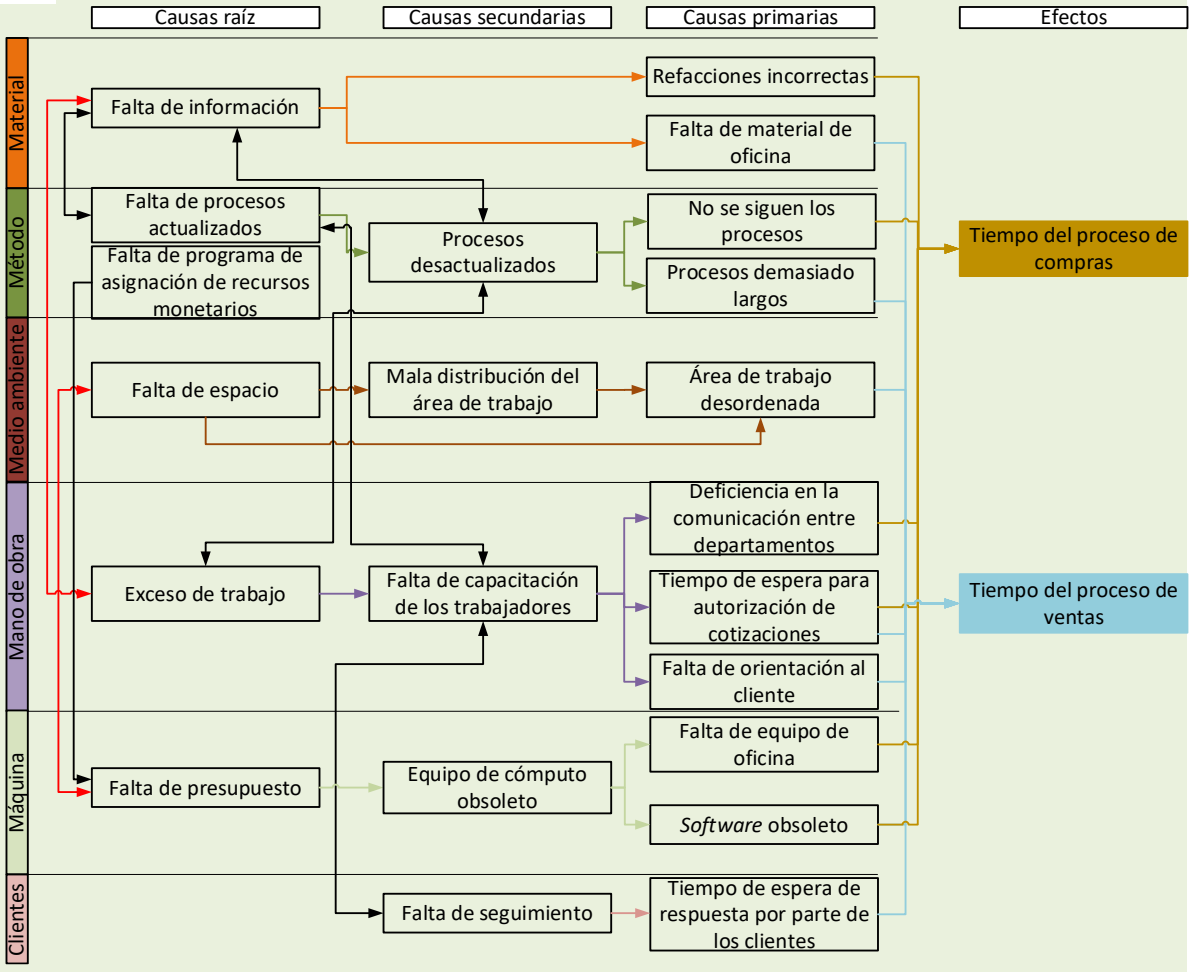


Figura 3. 8 Diagrama de relaciones para identificar causas raíz que afectan a los elementos del indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia).

3.4.2.1 Definir QFD del cliente

Para determinar la necesidad del cliente y las características técnicas a cumplir por la empresa en estudio se realizaron los pasos siguientes de la herramienta QFD (*QFD, Quality Function Deployment*) o despliegue de la función de calidad, tal como fue descrita en la Sección 2.1.4.1:

1. Determinar los requerimientos de los clientes.
2. Definir características técnicas.
3. Generar matriz de correlaciones.
4. Generar matriz de relaciones.
5. Generar matriz para la evaluación comparativa.
6. Generar matriz para la evaluación competitiva técnica.
7. Determinar índice de importancia de los requerimientos de los clientes.
8. Determinar impacto de los requerimientos de los clientes.
9. Determinar dificultad técnica.
10. Determinar importancia técnica.
11. Definir QFD del cliente.

3.4.2.1.1 Determinar los requerimientos de los clientes

Para generar el listado de los requerimientos de los clientes se realizó una encuesta siguiendo la metodología descrita en la Sección 2.2.3.1.1. Los cinco pasos realizados fueron los siguientes:

1. Formular objetivo de la investigación.
2. Diseñar y seleccionar la muestra.
3. Diseñar y construir instrumentos.
4. Recolectar información.
5. Mostrar resultados.
6. Definir requerimientos de los clientes.
7. Generar matriz de la zona A del QFD.

Formular objetivo de la investigación

Para definir el origen del objetivo se identificaron los siguientes antecedentes de la investigación:

- La empresa en estudio requiere conocer los requerimientos del cliente al momento de que se le brinda un servicio de grúas industriales.
- La empresa en estudio necesita realizar la investigación lo más pronto posible, debido a que es un tema prioritario de la alta gerencia de la empresa,
- La investigación es necesaria para la mejora de los procesos dentro de los departamentos de compras y ventas de la empresa en estudio con la finalidad de reducir los tiempos de atención a los clientes.

Una vez identificados los antecedentes se definieron los siguientes aspectos importantes, antes de identificar el objetivo:

- El universo de la investigación son los clientes de la empresa, en estudio, que se encuentran en la zona centro del estado de Veracruz.
- La empresa en estudio es el usuario de la información.
- La investigación es de tipo cualitativa.
- Los temas y conceptos serán medidos por medio de un cuestionario.
- El tratamiento de la información se realizará mediante un análisis estadístico de las respuestas del cuestionario.
- Las respuestas serán entregadas por medio de gráficas de pastel.
- Para la estructura conceptual de la encuesta se realizará una revisión de literatura de encuestas que empresas, dedicadas a la renta de grúas industriales, hayan realizado a sus clientes.
- Los resultados obtenidos de la encuesta servirán como parte de la generación del QFD del cliente.

Una vez identificado los antecedentes de la investigación y definidos los aspectos importantes fue posible formular el objetivo de la investigación; el resultado se muestra la Tabla 3. 3.

Tabla 3. 3 Formulación del objetivo de la investigación (Fuente: Elaboración propia).

Tema de investigación	Objetivo de la investigación
Requerimientos del cliente	Conocer cuáles son los requerimientos del cliente al momento de que la empresa brinda un servicio de renta de grúas industriales.

Diseñar y seleccionar la muestra

Para diseñar la muestra se definieron los aspectos siguientes:

- El universo del estudio está conformado por todos los clientes actuales, o pasados, de la empresa en estudio, que se encuentren en la zona centro del estado de Veracruz.
- Se detectó un universo de veintidós clientes de la empresa, en la zona centro del estado de Veracruz, con base en las órdenes de compra del periodo comprendido entre el 01 de octubre de 2021 al 01 de octubre de 2022.
- El tamaño de la muestra será igual al total de elementos dentro el universo debido a que el tamaño del universo es muy reducido.
- La muestra se dividió en cuatro estratos, correspondientes a las ciudades donde se encuentran los clientes de la empresa en estudio.
- Los cuatro estratos se enumeraron de acuerdo con la cercanía de cada ciudad con la empresa en estudio, de la manera siguiente:
    - El estrato 1, que corresponde a la ciudad más cercana a la empresa, se formó de 3 conglomerados. Cada uno abarcó un parte de la ciudad.
    - El estrato 3, que corresponde a la segunda ciudad más alejada a la empresa, se formó de 1 conglomerado.
    - El estrato 3, que corresponde a la ciudad más alejada a la empresa, se formó de 1 conglomerado.

Diseñar y construir instrumentos

El proceso de construcción del cuestionario consistió en definir los aspectos siguientes:

- El objetivo general del estudio: la identificación de los requerimientos del cliente del servicio recibido de renta de grúas industriales de la empresa en estudio.
- Los objetivos específicos de la investigación siguientes:
  - Identificar los requerimientos del cliente del servicio recibido por los agentes vendedores de la empresa en estudio.
  - Identificar los requerimientos del cliente del servicio recibido por parte del operador de la maniobra.
  - Identificar los requerimientos del cliente del servicio recibido por parte de la grúa rentada.
  - Evaluar la puntuación global del servicio ofrecido.
- Una encuesta para evaluar objetivos específicos. Esta encuesta se conformó de 4 secciones; una para cada objetivo específico.
- La secuencia de la encuesta. Esta secuencia replica el orden en el que se brinda el servicio, empezando por los agentes vendedores, seguidamente por el operador de la grúa y las condiciones operativas de la grúa. Finalizando con una pregunta global sobre el servicio ofrecido.

Recolectar información

Para recolectar la información se definió que el entrevistador estableciera comunicación directa con el respondiente aplicando la estrategia siguiente:

- Visitar cada empresa, en la zona centro del estado de Veracruz, que fuera cliente de la empresa en estudio, en el periodo del 03 al 14 de enero de 2023.
- Registrar la información utilizando el método tradicional, es decir, que el respondiente anotara, con lápiz en un papel, sus respuestas de la encuesta sobre el formato impreso de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Mostrar resultados

Los resultados de cada respuesta obtenida, de la aplicación de la encuesta mostrada en la Figura 3. 11, fueron los siguientes:

1. Con respecto al agente vendedor:
    - Sólo el 50% de los clientes encuestados se encuentran totalmente de acuerdo con que el agente vendedor les facilitó la gestión de su cotización y servicio (Figura 3. 9).
    - Sólo el 58.3% de los clientes encuestados se encuentran totalmente de acuerdo con que el agente vendedor le brindó soluciones adecuadas con base en sus requerimientos (Figura 3. 10).
    - Solo el 50% de los clientes encuestados estuvieron de acuerdo con que el agente vendedor le dio el seguimiento adecuado a su servicio (Figura 3. 12).

    Con la información presentada se puede concluir que en el 50 % de los servicios brindados el agente vendedor no facilitó la gestión de las cotizaciones y el servicio, no brindó soluciones adecuadas con base en los requerimientos del cliente y no dio el seguimiento adecuado al servicio.
2. Con respecto al operador:
    - El 83.3% de los clientes encuestados, que requirieron visita en el área de trabajo, se encontraron totalmente de acuerdo con que el operador enviado fue capaz de brindarle soluciones adecuadas (Figura 3. 13).
    - Solo el 41.7% de los clientes encuestados estuvieron de acuerdo con que el operador estaba informado sobre sus necesidades y les brindó las soluciones adecuadas con el equipo necesario (Figura 3. 14).

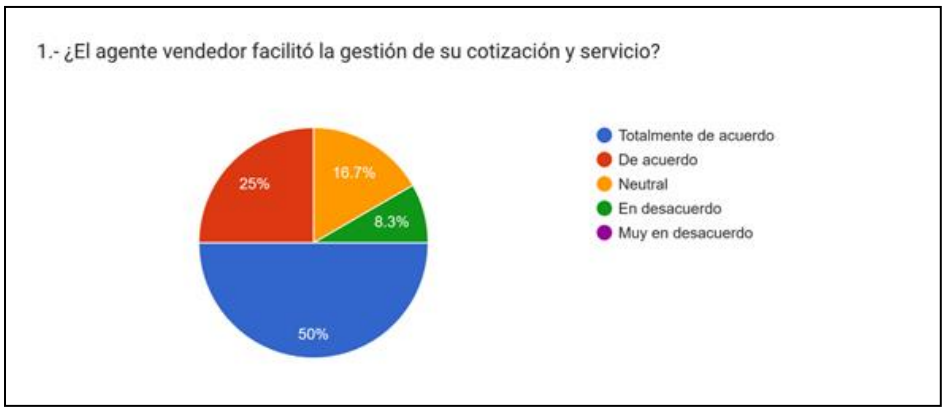


Figura 3. 9 Respuesta a la pregunta 1 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

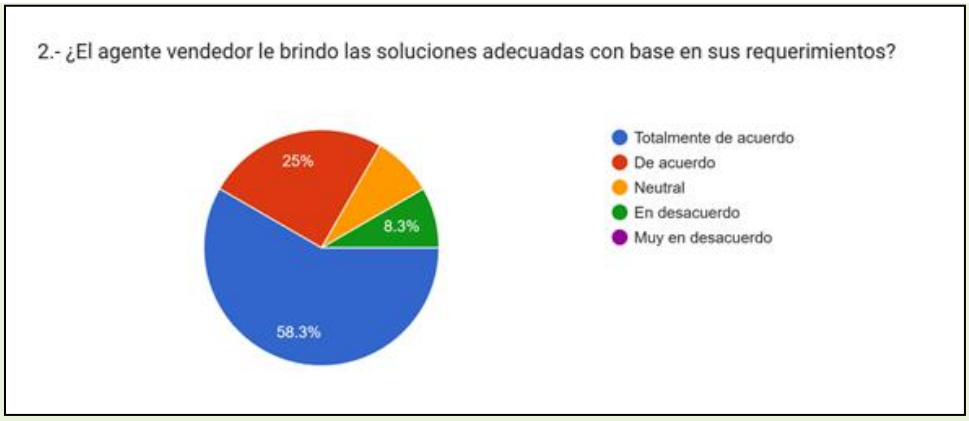


Figura 3. 10 Respuesta a la pregunta 2 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

Encuesta para determinar los requerimientos del cliente				
Estimado cliente, considerando su experiencia con el servicio ofrecido por nuestra empresa, favor de marcar con una **X** las respuestas a las preguntas siguientes:				
1. ¿El agente vendedor facilitó la gestión de su cotización y servicio?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
2. ¿El agente vendedor le brindó las soluciones adecuadas con base en sus requerimientos?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
3. En caso de requerir visita en el área de trabajo, ¿el operador enviado fue capaz de brindarle las soluciones adecuadas?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
4. ¿El agente vendedor le dio el seguimiento adecuado a su servicio?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
5. ¿El operador estaba informado sobre sus necesidades y le brindó las soluciones adecuadas con el equipo necesario?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
6. ¿Cómo considera que fue la calidad del trabajo realizado por el operador?				
Muy satisfactorio	Satisfactorio	Neutral	Insatisfactorio	Muy insatisfactorio
7. ¿El operador realizó su trabajo con seguridad?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
8. ¿Cómo considera que fue la comunicación que tuvo con el operador?				
Muy satisfactorio	Satisfactorio	Neutral	Insatisfactorio	Muy insatisfactorio
9. ¿La grúa enviada fue la adecuada para realizar el servicio?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
10. ¿La grúa enviada cumplió con los requisitos necesarios para realizar el servicio?				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
11. ¿Cómo considera que fue el servicio global que recibió?				
Muy satisfactorio	Satisfactorio	Neutral	Insatisfactorio	Muy insatisfactorio

Figura 3. 11 Encuesta para determinar los requerimientos del cliente (Fuente: Elaboración propia).

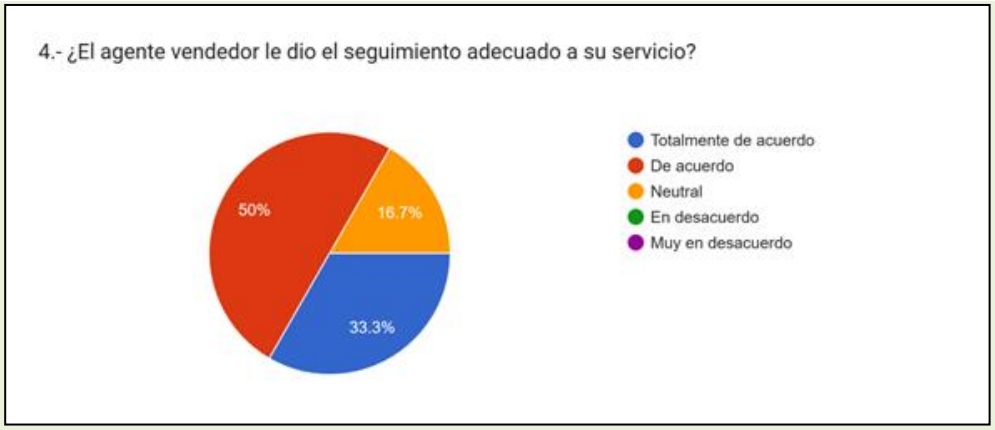


Figura 3. 12 Respuesta a la pregunta 4 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

- Solo el 58.3% de los clientes encuestados estuvieron muy satisfechos con la calidad del trabajo realizado por el operador de la grúa (Figura 3. 15).
- Solo el 50% de los clientes encuestados estuvieron totalmente de acuerdo con que el operador realizó su trabajo con seguridad (Figura 3. 16).
- Solo el 58.3% de los clientes encuestados estuvieron totalmente satisfechos con la comunicación que tuvieron con el operador (Figura 3. 17).

Con la información presentada se puede concluir:

- Que los operadores de grúas enviados a la visita del área de trabajo en el 83% de los casos fueron capaces de brindar las soluciones adecuadas
- Que en el 52% de los casos los operadores no estaban informados sobre las necesidades del servicio ni brindaron soluciones adecuadas con el equipo necesario al momento de realizar el servicio, no trabajaron con calidad, no trabajaron con seguridad y no tuvieron buena comunicación con el cliente.

3. Con respecto a la grúa:
   - Sólo el 66.7% de los clientes están totalmente de acuerdo con que la grúa enviada a realizar el servicio fue la adecuada (Figura 3. 18).
   - Solo el 58.3% de los clientes encuestados estuvieron totalmente de acuerdo con que la grúa enviada cumplió con los requisitos necesarios para realizar el servicio (Figura 3. 19).

Con la información presentada se puede concluir que las grúas enviadas a realizar el servicio no siempre son las adecuadas; sin embargo, cumplieron con los requisitos necesarios para realizar el servicio.

4. Con respecto al servicio global:
    - Solo el 50% de los clientes encuestados consideran que el servicio brindado fue muy satisfactorio (Figura 3. 20).

Con la información presentada se puede concluir que el servicio brindado debe mejorar.



Figura 3. 13 Respuesta a la pregunta 3 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

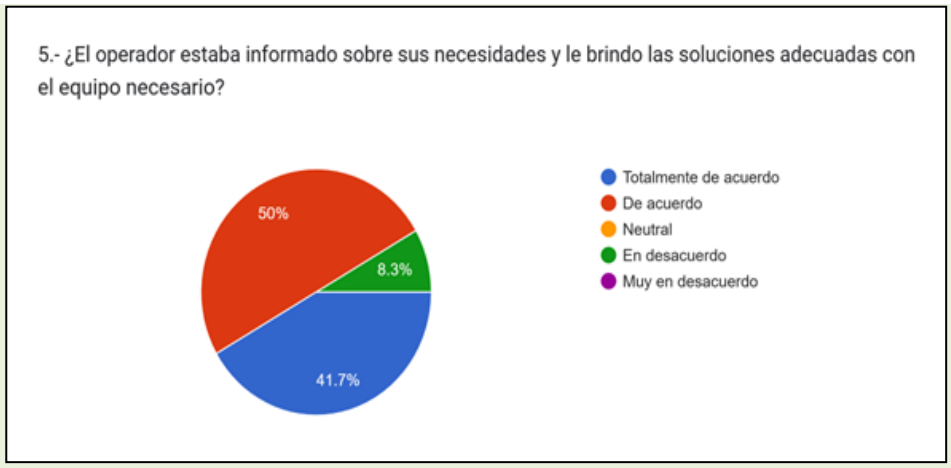


Figura 3. 14 Respuesta a la pregunta 5 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

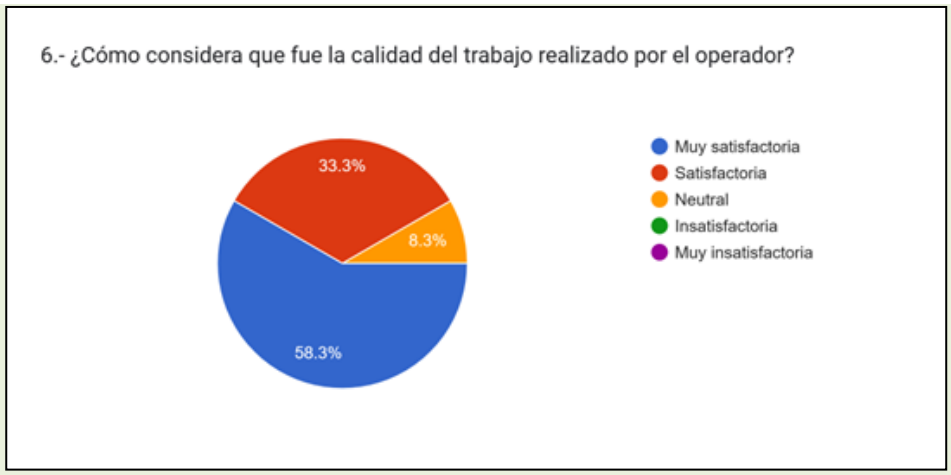


Figura 3. 15 Respuesta a la pregunta 6 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).



Figura 3. 16 Respuesta a la pregunta 7 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).



Figura 3. 17 Respuesta a la pregunta 8 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

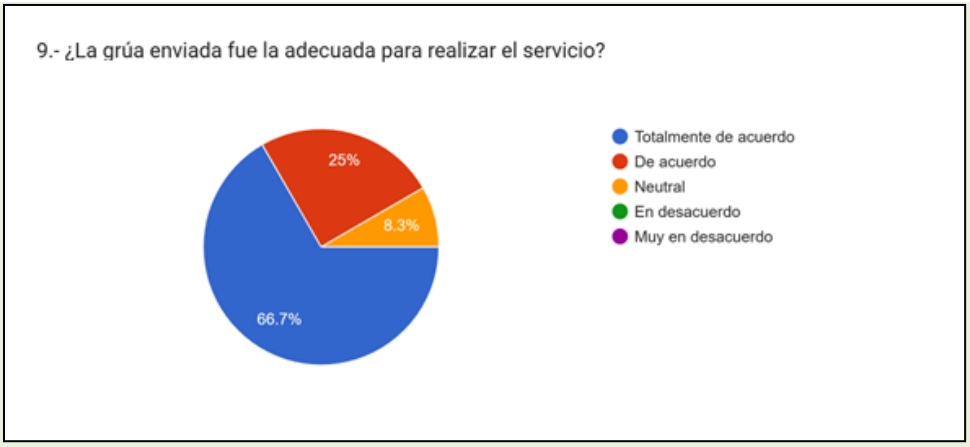


Figura 3. 18 Respuesta a la pregunta 9 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).



Figura 3. 19 Respuesta a la pregunta 10 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).



Figura 3. 20 Respuesta a la pregunta 11 de la encuesta (Fuente: Elaboración propia).

Definir requerimientos de los clientes

Con base en el análisis de los resultados de la encuesta, **se pueden definir los siguientes requerimientos de los clientes**:

- Personal.
  - Eficiente.
  - Capacitado.
  - Comunicativo.
- Servicio.
  - Calidad.
  - Seguridad.
- Grúas.
  - Disponibilidad.

Generar matriz de la zona A del QFD

Con base en los requerimientos del cliente se generó la matriz A, del QFD, que se muestra en la Figura 3. 21.

3.4.2.1.2 Definir características técnicas

Después de determinar los requerimientos de los clientes y la matriz A del QFD (Sección 3.4.2.1.1), se definieron características técnicas del servicio mediante los pasos siguientes:

- Definir características técnicas.

Personal	Eficiente.
	Capacitado.
	Comunicativo.
Servicio	Calidad.
	Seguridad.
Grúa	Disponibilidad.

Figura 3. 21 Matriz de la zona A (Fuente: Elaboración propia)

- Realizar diagrama de afinidad de las características técnicas.
- Realizar diagrama de afinidad de la relación de los requerimientos de los clientes con las características técnicas.
- Generar matriz de la zona B del QFD.

Definir características técnicas

La definición de características técnicas se realizó a través de una lluvia de ideas. Con la lluvia de ideas se identificaron características técnicas capaces de satisfacer cada requerimiento de los clientes. Para la elaboración de la lluvia de ideas se realizaron los pasos descritos en la Sección 2.5.1.1. Las ideas resultantes se muestran en la Figura 3. 22.

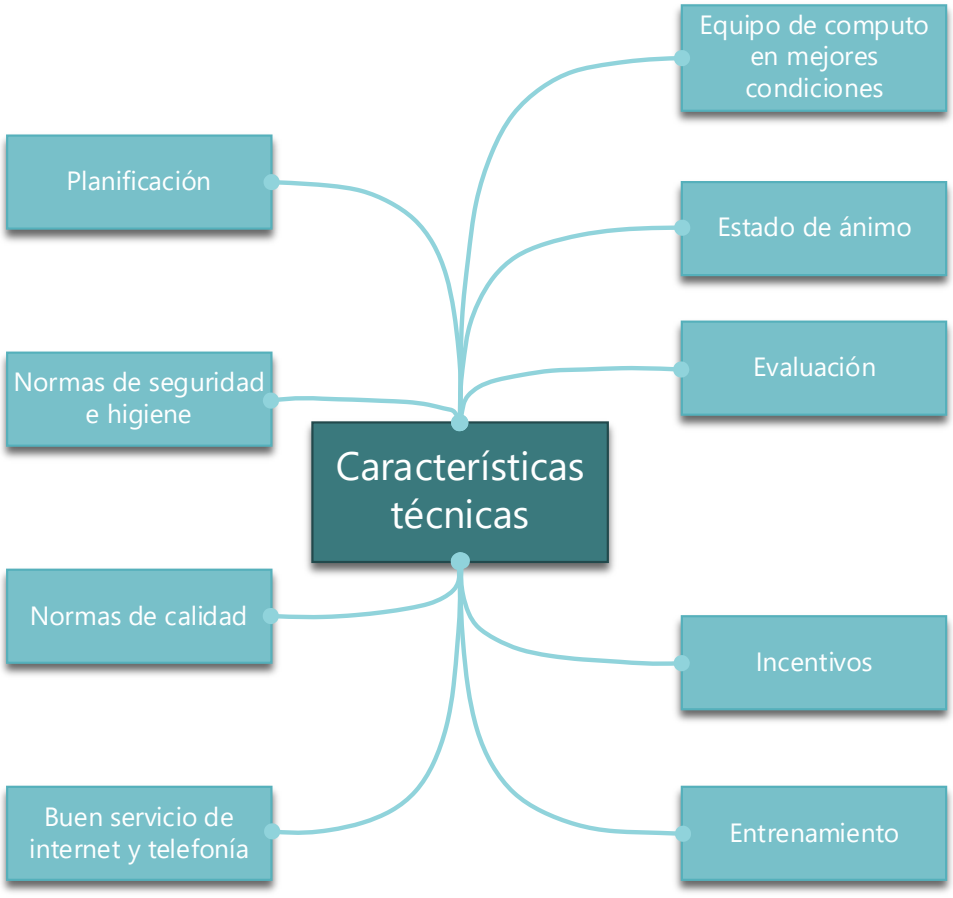


Figura 3. 22 Características técnicas resultantes de la lluvia de ideas (Fuente: Elaboración propia).

Realizar diagrama de afinidad de las características técnicas

Con las características técnicas, obtenidas a través de la lluvia de ideas, se realizó un diagrama de afinidad (Figura 3. 23), con los pasos descritos en la Sección 2.6.1.2, para clasificar cada una de estas características técnicas en la clasificación previamente mostrada en la matriz de la zona A del QFD (Sección 3.4.2.1.1); personal, servicios y grúa.

Realizar diagrama de afinidad de la relación de los requerimientos de los clientes con las características técnicas

Después de la clasificación de las características técnicas, se verificó que cada característica técnica tuviera relación directa con al menos un requerimiento de los clientes por medio del diagrama de afinidad mostrado en la Figura 3. 24, el cual fue realizado con los pasos descritos en la Sección 2.6.1.2.



Figura 3. 23 Diagrama de afinidad de las características técnicas (Fuente: Elaboración propia).

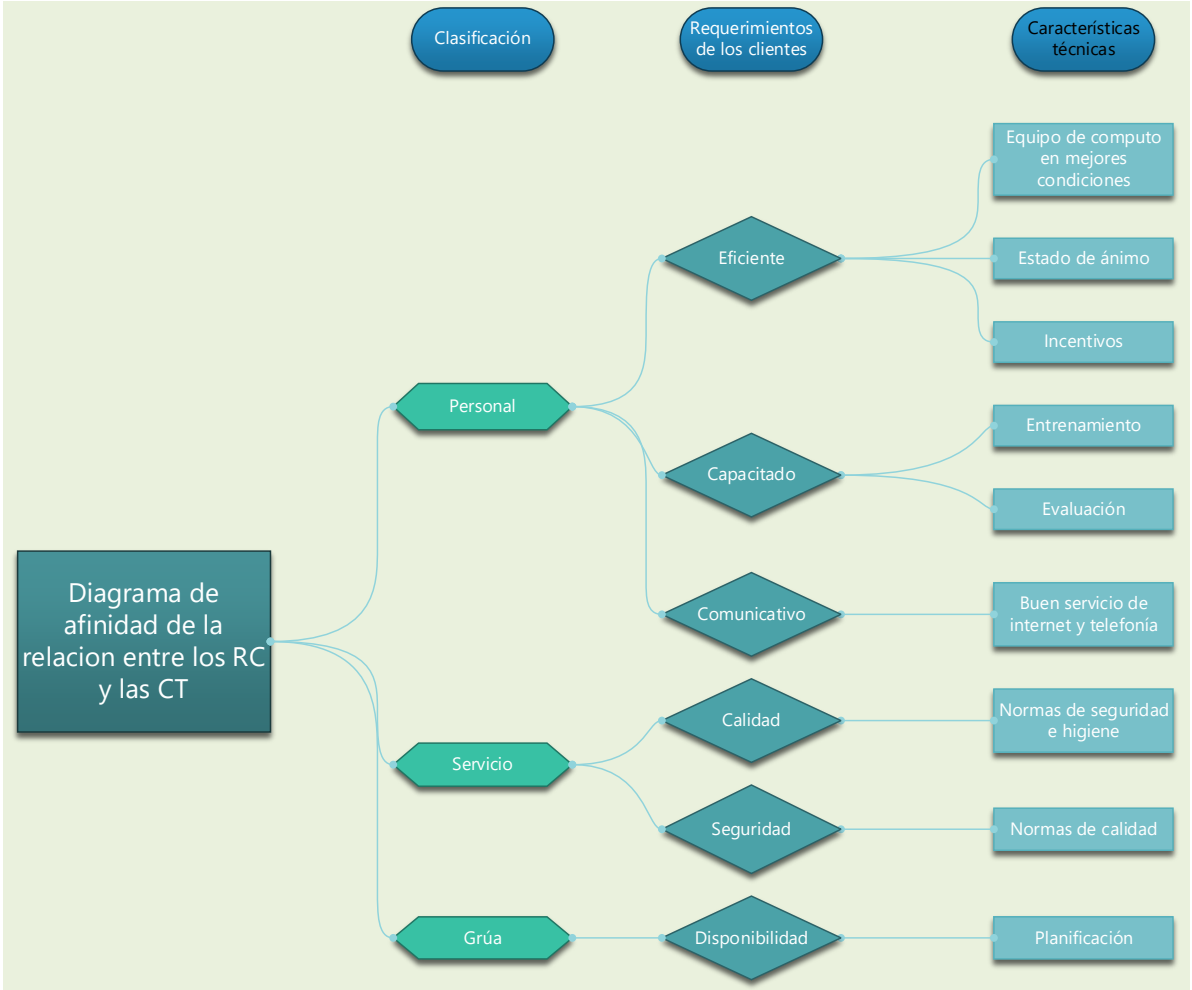


Figura 3. 24 Diagrama de afinidad de la relación de las características técnicas y los requerimientos del cliente (Fuente: Elaboración propia).

Generar matriz de la zona B del QFD

Para la generación de la matriz de la zona B, del QFD, se utilizó la clasificación de las características técnicas mostradas previamente en la Figura 3. 24. La matriz B, se colocó junto con la matriz de la zona A (mostrada previamente en la Figura 3. 21), para mostrar la relación entre las características técnicas y los requerimientos de los clientes, tal como se muestra en la Figura 3. 25.

3.4.2.1.3 Generar matriz de correlaciones

La matriz de la zona C, del QFD, (Figura 3. 26) muestra las relaciones existentes entre cada una de las características técnicas de la zona B, mostradas previamente en la Figura 3. 25, y ayuda a visualizar el efecto del incremento o mejora de una característica técnica con respecto

a las demás. Junto a la matriz de la zona B, se colocó la matriz de la zona C a fin de observar las características técnicas que se están relacionando. Para realizar esta relación se utilizó la nomenclatura mostrada de la Tabla 3. 4.

3.4.2.1.4 Generar matriz de relaciones

La matriz de la zona D, del QFD, (Figura 3. 27) muestra numéricamente cuánto afecta cada requerimiento de los clientes a una característica técnica especifica. A ambos lados de la matriz de la zona D se colocaron las matrices de la zona A (Figura 3. 21) y de la zona B (Figura 3. 25), como guía para las relaciones formadas. Para realizar estas relaciones se utilizó la nomenclatura mostrada de la Tabla 3. 5.

3.4.2.1.5 Generar matriz para la evaluación comparativa

La matriz de la zona E, del QFD, (Figura 3. 28) muestra numéricamente como está posicionada la empresa en estudio con respecto a sus competidores. Este posicionamiento, que se realizó comparando los requerimientos de los clientes, permitió identificar los puntos fuertes y débiles de la empresa en estudio.

Para realizar las comparaciones se utilizó una escala numérica del 1 al 4, donde 1 corresponde a mejor posicionamiento y 4 peor posicionamiento. Las empresas se posicionaron, en la escala numérica, de la manera siguiente:

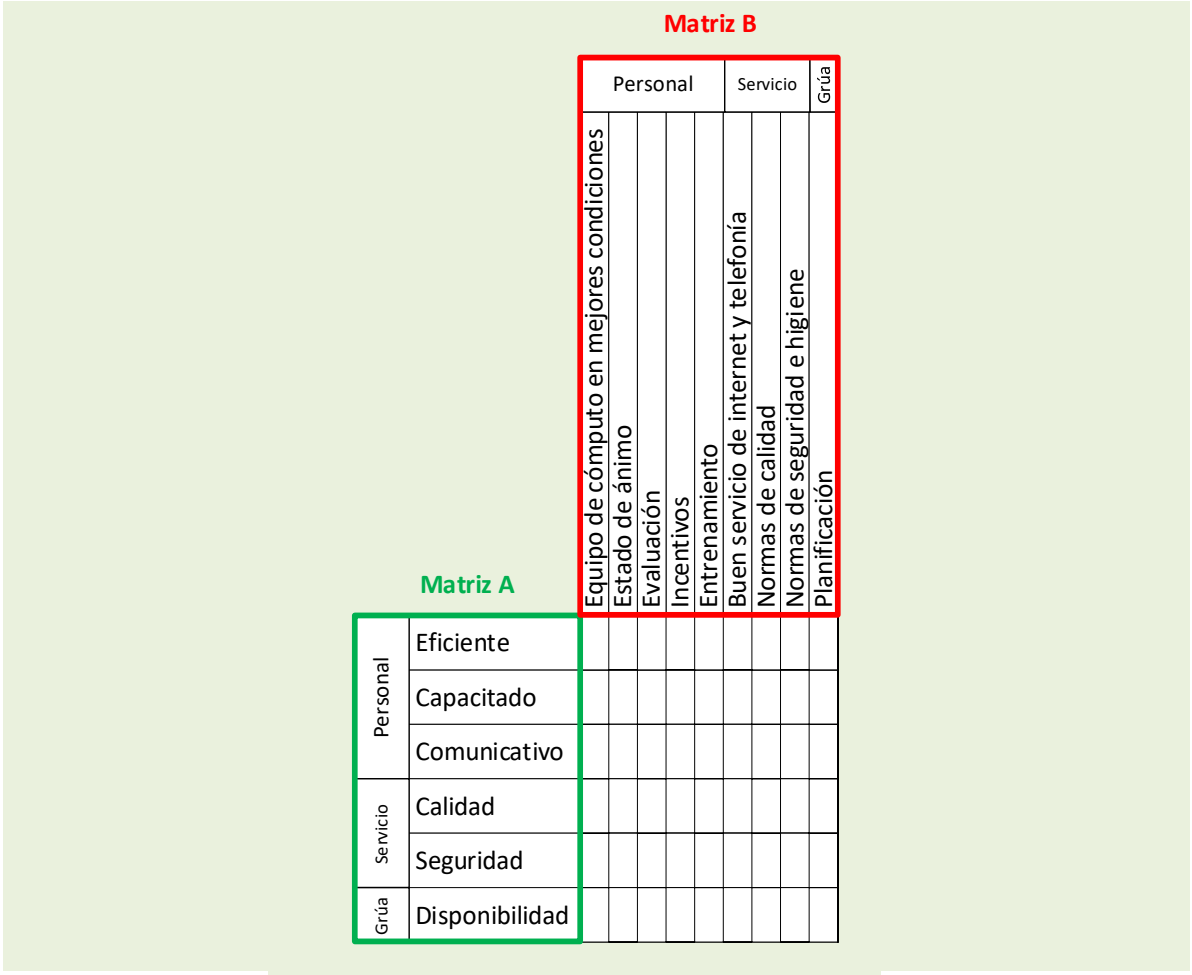


Figura 3. 25 Matriz de la zona A y la zona B (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 3. 4 Símbolos para correlaciones entre las CT (Fuente: Camisón et al., 2006)

Símbolo	Descripción
◢	Correlación negativa
●	Correlación alta positiva
◉	Correlación baja negativa

Tabla 3. 5 Símbolos de para la matriz de relaciones (Fuente: Camisón et al., 2006)

Grado de correlación	Valor numérico asignado
Relación débil	1
Relación fuerte	9
relación media	3
Sin correlación	0

- La empresa en estudio se posicionó de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada en la Sección 3.5.1.1.
- Las empresas competidoras se posicionaron de acuerdo a los resultados de encuestas de satisfacción al cliente obtenidas de la web.

La matriz de la zona E se colocó junto a la matriz de la zona A, para observar los requerimientos de los clientes que se están comparando. En la Tabla 3. 6 se muestran la empresa en estudio, las empresas competidoras y la nomenclatura con la que se identificaron.

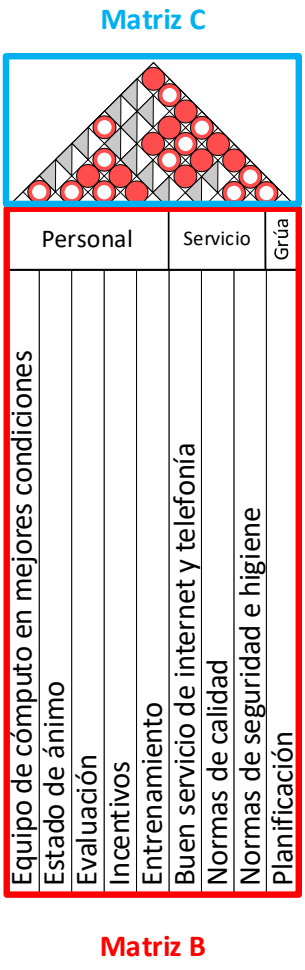


Figura 3. 26 Matriz de la zona B y de la zona C (Fuente: Elaboración propia).

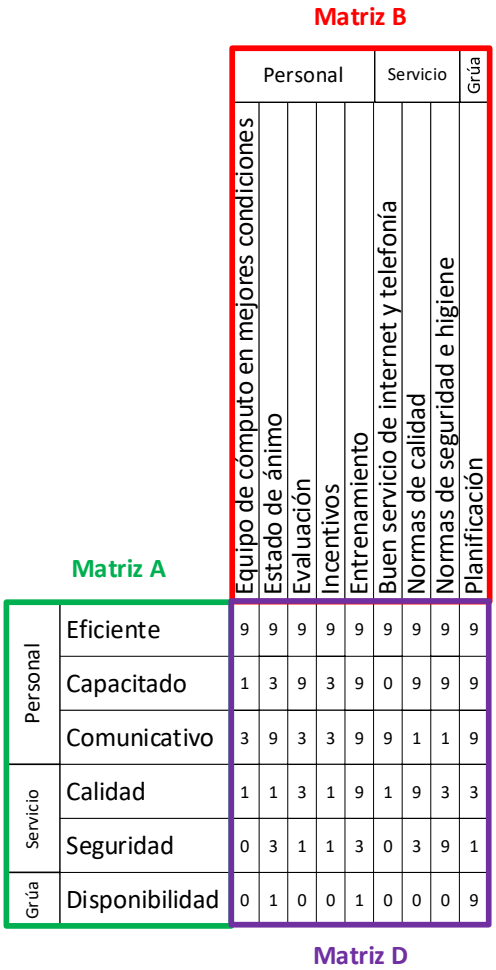


Figura 3. 27 Matriz de la zona A, de la zona B y de la zona D (Fuente: Elaboración propia).

3.4.2.1.6 Generar matriz para la evaluación competitiva técnica

La matriz de la zona F, del QFD, (Figura 3. 29) muestra numéricamente como está posicionada la empresa en estudio con respecto a sus competidores. Este posicionamiento, que se realizó comparando las características técnicas del servicio, permitió identificar los puntos fuertes y débiles de la empresa en estudio.

Para realizar las comparaciones se utilizó una escala numérica del 1 al 5, donde 1 corresponde a mejor posicionamiento y 5 al peor posicionamiento. Las empresas se posicionaron, en la escala numérica, de la manera siguiente:

- La empresa en estudio se posicionó de acuerdo con la opinión de los trabajadores involucrados con la característica técnica a evaluar.
- Las empresas competidoras se posicionaron de acuerdo con los resultados de encuestas de satisfacción al cliente obtenidas de la web (Anexo 2).

La matriz de la zona F se colocó junto a la matriz de la zona B, para observar las características técnicas que se están comparado. En la Tabla 3. 6, mostrada previamente, se observa la empresa en estudio, las empresas competidoras y la nomenclatura con la que se identificaron.

Matriz A

		Matriz E				
		1	2	3	4	
Personal	Eficiente	C2	C1	E C3		Oportunidad de mejora
	Capacitado	C3	C1	C2	E	Mejora inmediata
	Comunicativo	C3	C1	E	C2	Oportunidad de mejora
Servicio	Calidad	C1	C2	E C3		Oportunidad de mejora
	Seguridad	C3	C2	E	C1	Oportunidad de mejora
Grúa	Disponibilidad	C3	C1	C2	E	Mejora inmediata

Figura 3. 28 Matriz de la zona A y de la zona E (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 3. 6 Competidores de la empresa en estudio (Fuente: (Camisón et al., 2006)

Empresas	Nomenclatura
Empresa en estudio	E
Competidor 1	C1
Competidor 2	C2
Competidor 3	C3

Matriz B

	Personal					Servicio			Grúa
	Equipo de cómputo en mejores condiciones	Estado de ánimo	Evaluación	Incentivos	Entrenamiento	Buen servicio de internet y telefonía	Normas de calidad	Normas de seguridad e higiene	Planificación
1	C1	C3	C3	C2	C1	C3	C3	C2	C2
2	C3	C2		C1	C2	C1	C1	C1	C3
3	E	C1	C1	C3	C3	E	C2	E	C1
4	C2	E	C2	E		C2		C3	
5			E		E		E		E

Matriz F

Figura 3. 29 Matriz de la zona B y de la zona F (Fuente: Elaboración propia).

3.4.2.1.7 Determinar índice de importancia de los requerimientos de los clientes

La matriz de la zona G, del QFD (Figura 3. 30), muestra un factor de ponderación de cuáles son los requerimientos de los clientes con mayor prioridad. Para determinar la prioridad de los requerimientos de los clientes se realizó una matriz de priorización, como se describe a continuación:



Figura 3. 30 Matriz de la zona A y de la zona G (Fuente: Elaboración propia).

- Se definió el objetivo de la matriz: ordenar los requerimientos de los clientes de mayor a menor prioridad.
- Se definió que los requerimientos de los clientes que se desean priorizar, mostrados previamente en la Figura 3. 21, son los siguientes:
    - Personal.
        - Eficiente.
        - Capacitado.
        - Comunicativo.
    - Servicio.
        - Calidad.
        - Seguridad.
    - Grúas.
        - Disponibilidad.
- Se definieron las siguientes ponderaciones para comparar la importancia de cada opción:

1	=	Misma importancia.
5	=	Significativamente más importante.
10	=	Mucho más importante.
$\frac{1}{5}$	=	Significativamente menos importante.
$\frac{1}{10}$	=	Mucho menos importante.

- Se realizó la matriz de la ponderación, de las opciones seleccionadas, con base en los pasos del método del consenso de criterios (Sección 2.2.1.2).

De la Tabla 3. 7 se identificó la prioridad de cada requerimiento de los clientes, siendo el más prioritario el requerimiento "eficiente" con un porcentaje de 27.13% y el menos prioritario el requerimiento "comunicativo" con un porcentaje de 2.42%.

Para realizar la ponderación de las prioridades, en la matriz de la zona G, se utilizó una escala numérica del 1 al 5, donde 5 corresponde a la mayor prioridad y 1 a la menor prioridad. La matriz de la zona G se colocó junto a la matriz de la zona A, para observar los requerimientos de los clientes que se están ponderando.

3.4.2.1.8 Determinar impacto de los requerimientos de los clientes

La matriz de la zona H, del QFD (Figura 3. 31), muestra numéricamente la contribución de todas las características técnicas para satisfacer a cada uno de los requerimientos de los clientes y se calculó de la manera siguiente:

- Se colocó la matriz de la zona A (requerimiento de los clientes), D (valores de la matriz de relaciones) y G (índice de importancia) juntas para facilitar la obtención de la matriz de la zona H.

Tabla 3. 7 Ponderación de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia).

	Eficiente	Capacitado	Comunicativo	Calidad	Seguridad	Disponibilidad	Total	Porcentaje
Eficiente	1	10	5	1	1	10	28	27.13%
Capacitado	$\frac{1}{10}$	1	10	5	5	1	22.1	21.41%
Comunicativo	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	1	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	1	2.5	2.42%
Calidad	1	$\frac{1}{5}$	10	1	1	$\frac{1}{10}$	13.3	12.89%
Seguridad	1	$\frac{1}{5}$	10	1	1	1	14.2	13.76%
Disponibilidad	$\frac{1}{10}$	1	1	10	10	1	23.1	22.38%
Total	3.4	12.5	37	18.1	18.1	14.1	103.2	100.00%

	Matriz A	Matriz G	Matriz D								Matriz H
Personal	Eficiente	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	405
	Capacitado	3	1	3	9	3	9	0	9	9	9	156
	Comunicativo	1	3	9	3	3	9	9	1	1	9	47
Servicio	Calidad	2	1	1	3	1	9	1	9	3	3	62
	Seguridad	2	0	3	1	1	3	0	3	9	1	42
Grúa	Disponibilidad	4	0	1	0	0	1	0	0	0	9	44

Figura 3. 31 Matriz de la zona A, de la zona D, de la zona G y de la zona H (Fuente: Elaboración propia).

- Se multiplicó, de cada requerimiento de los clientes, el índice de importancia (cada fila de la matriz de la zona G, previamente mostrada en la Figura 3. 30) por cada uno de los valores de la matriz de relaciones de la fila correspondiente de la matriz de la zona D, mostrada previamente en la Figura 3. 27).
- Se sumó el resultado de todas las multiplicaciones realizadas.
- Se colocó el resultado en una columna del lado derecho de la matriz de la zona D. A esta columna se le denominó matriz H.

3.4.2.1.9 Determinar dificultad técnica

La matriz de la zona I, del QFD (Figura 3. 32), muestra numéricamente el grado de dificultad técnica en el cumplimiento de los objetivos definidos sobre cada una de las características técnicas.

Se utilizó una escala numérica del 1 al 5 para indicar el nivel de dificultad en lograr el cumplimiento de una característica técnica, donde 5 corresponde a la dificultad máxima y 1 a la dificultad mínima. Se calificó de acuerdo con la opinión de los trabajadores involucrados con la característica técnica a evaluar.

La matriz de la zona I se colocó debajo de la matriz de la zona B facilitar la evaluación de cada característica técnica.

3.4.2.1.10 Determinar importancia técnica

La matriz de la zona J, del QFD (Figura 3. 33), muestra numéricamente la contribución de cada una de las características técnicas para satisfacer a los distintos requerimientos de los clientes y se calculó de la manera siguiente:

- Se colocaron las matrices de la zona B (característica técnica), zona D (valores de la matriz de relaciones) y zona I (índice de dificultad técnica), para facilitar el cálculo de la matriz de la zona J.
- Se multiplicó, de cada característica técnica, el índice de dificultad técnica (cada columna de la matriz de la zona I previamente mostrada en la Figura 3. 32), por cada uno de los valores de la matriz de relaciones de la columna correspondiente, de la matriz de la zona D, mostrada previamente en la Figura 3. 27.
- Se sumó el resultado de todas las multiplicaciones realizadas sobre cada una de las columnas.
- Se colocó el resultado en una celda debajo de la columna correspondiente de la matriz de la zona I. Esto formó la matriz de la zona J.

3.4.2.1.11 Definir QFD del cliente

En la Figura 3. 34 se muestra el QDF completo del cliente, cuyo análisis es el siguiente:

- Los requerimientos de los clientes se exponen en dos niveles:
  - En el primer nivel, que es el rubro principal, se encuentra al personal, el servicio y la grúa.
  - El segundo nivel se muestran las características deseables de cada uno de los elementos del primer nivel.
- Los requerimientos de los clientes, ordenados de mayor a menor importancia, con base en el factor de ponderación asignado por el cliente (Figura 3. 34), son los siguientes:

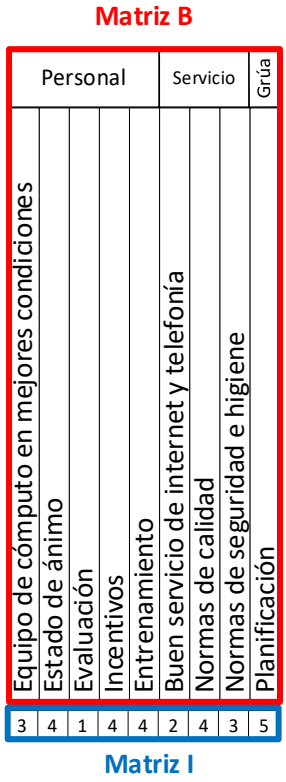


Figura 3. 32 Matriz de la zona I y de la zona B (Fuente: Elaboración propia).

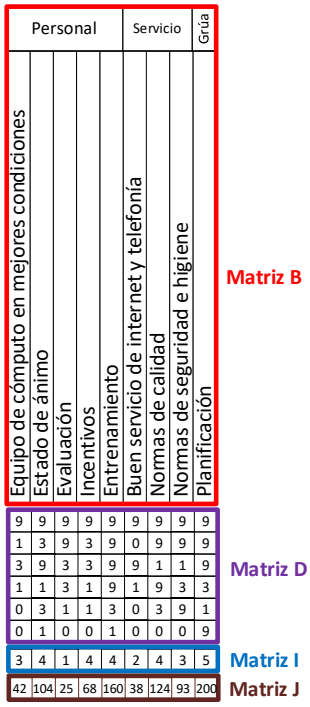


Figura 3. 33 Matriz de la zona J, de la zona B, de la zona D y de la zona I (Fuente: Elaboración propia).

1. Personal eficiente.
2. Grúas con disponibilidad.
3. Personal capacitado.
4. Servicio de calidad.
5. Servicio con seguridad.
6. Personal comunicativo.

- Los requerimientos de los clientes, ordenados de mayor a menor impacto para la empresa en estudio, con base en el cálculo del factor de impacto (Figura 3. 34), son los siguientes:

1. Personal eficiente.
2. Personal capacitado.
3. Servicio de calidad.
4. Personal comunicativo.
5. Grúas con disponibilidad.

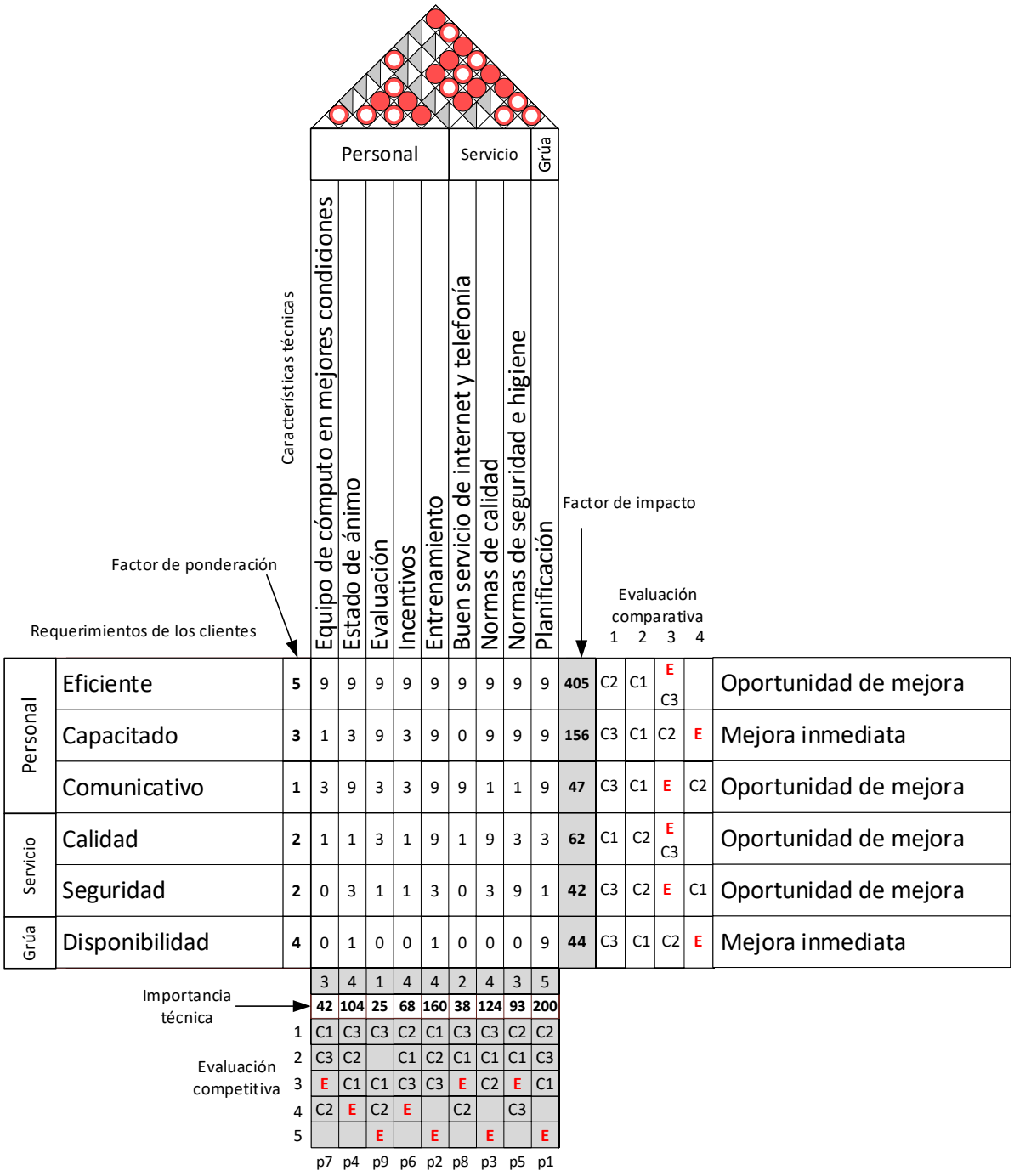


Figura 3. 34 QDF del cliente (Fuente: Elaboración propia).

6. Servicio con seguridad.

- Las características técnicas se exponen en dos niveles:
  - En el primer nivel, que es el rubro principal, se encuentra al personal, el servicio y la grúa.

    - El segundo nivel contiene las características técnicas a cumplir de cada uno de los elementos del primer nivel.
- La matriz de relaciones no tiene ninguna fila ni columna vacía, es decir, cada uno de los requerimientos de los clientes está relacionado con una o más característica técnica.
- Los requerimientos de los clientes que se tienen que mejorar inmediatamente, con base en la evaluación comparativa de la empresa en estudio (representada por la letra E) con empresas competidoras (Figura 3. 34), son las siguientes:
    - Personal capacitado.
    - Grúa con disponibilidad.
- La evaluación comparativa muestra que la empresa en estudio se encuentra en las columnas 3 y 4, lo cual indica que ésta no cuenta con ningún punto fuerte en cuanto a los requerimientos de los clientes.
- Las características técnicas que se tienen que mejorar inmediatamente, ordenadas de mayor a menor prioridad para la empresa en estudio, con base en importancia técnica (Figura 3. 34), son las siguientes:
    1. Planificación.
    2. Entrenamiento del personal.
    3. Normas de calidad.
    4. Estado de ánimo.
- La evaluación competitiva (representada por la letra E) muestra que la empresa en estudio se encuentra en los renglones 3, 4 y 5, lo cual indica que ésta no cuenta con ningún punto fuerte en cuanto a las características técnicas.

3.4.2.2 Definir QFD de la empresa

Para determinar las acciones a realizar, en la empresa en estudio, necesarios para cumplir con los requerimientos de los clientes, mostrados en el QFD del cliente (Figura 3. 34) de la Sección 3.5.1, se realizó un QFD de la empresa (Figura 3. 35).

El análisis del QFD de la empresa, realizado siguiendo los pasos descritos en la Sección 2.1.4.1, es el siguiente:

- Las características técnicas (Figura 3. 35), ordenadas de mayor a menor importancia, con base en el factor de ponderación asignado en la matriz de priorización mostrada en la Tabla 3. 8, son las siguientes:
    1. Evaluación del personal.
    2. Personal con buen estado de ánimo.
    3. Personal entrenado.
    4. Gestión de la calidad.
    5. Gestión de la seguridad e higiene.
    6. Planificación de la disponibilidad de las grúas.
    7. Planificación de la disponibilidad del personal.
    8. Bono de puntualidad.
    9. Bono de asistencia.
    10. Buen servicio de telefonía e internet.
    11. Equipo de cómputo en mejores condiciones.
- Las características técnicas, ordenadas de mayor a menor impacto para la empresa en estudio, con base en el cálculo del factor de impacto (Figura 3. 35), son las siguientes:
    1. Personal con buen estado de ánimo.
    2. Evaluación del personal.
    3. Planificación de la disponibilidad de las grúas.

Tabla 3. 8 Ponderación de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia).

	Equipo de cómputo en mejores condiciones	Evaluación del personal	Personal con buen estado de ánimo	Gestión de la seguridad e higiene	Planificación de la disponibilidad del personal	Bono de puntualidad	Personal entrenado	Buen servicio de telefonía e internet	Planificación de la disponibilidad de las grúas	Bono de asistencia	Gestión de la calidad	Total	Porcentaje
Total	31.4	11.8	21.9	26.4	41.4	31.2	26.7	6.2	26.8	21.5	27	272.3	100.00%
Evaluación del personal	0	1	10	10	5	10	5	0	$\frac{1}{5}$	10	$\frac{1}{5}$	51.4	18.88%
Personal con buen estado de ánimo	10	$\frac{1}{10}$	1	10	10	$\frac{1}{5}$	5	0	5	$\frac{1}{5}$	5	46.5	17.08%
Personal entrenado	10	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	5	5	5	1	0	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	27	9.92%
Gestión de la calidad	5	5	$\frac{1}{5}$	0	$\frac{1}{5}$	5	5	$\frac{1}{5}$	5	$\frac{1}{10}$	1	26.7	9.81%
Planificación de la disponibilidad del personal	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	1	10	$\frac{1}{5}$	0	$\frac{1}{5}$	10	5	27	9.92%
Gestión de la seguridad e higiene	5	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	1	10	0	$\frac{1}{5}$	0	10	0	0	26.4	9.70%
Planificación de la disponibilidad de las grúas	$\frac{1}{5}$	5	0.2	$\frac{1}{10}$	5	0	5	5	1	0	$\frac{1}{5}$	21.7	7.97%
Bono de asistencia	0	$\frac{1}{10}$	5	0	$\frac{1}{10}$	0	5	0	0	1	10	21.2	7.79%
Equipo de cómputo en mejores condiciones	1	0	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	5	0	$\frac{1}{10}$	0	5	0	$\frac{1}{5}$	11.6	4.26%
Bono de puntualidad	0	$\frac{1}{10}$	5	0	$\frac{1}{10}$	1	$\frac{1}{5}$	0	0	0	$\frac{1}{5}$	6.6	2.42%
Buen servicio de telefonía e internet	0	0	0	0	0	0	0	1	$\frac{1}{5}$	0	5	6.2	2.28%

4. Planificación de la disponibilidad del personal.
5. Personal entrenado.
6. Buen servicio de telefonía e internet.
7. Gestión de la calidad.
8. Gestión de la seguridad e higiene.
9. Equipo de cómputo en mejores condiciones.
10. Bono de puntualidad.
11. Bono de asistencia.

- Las causas raíz, ordenadas de mayor a menor prioridad con base en la importancia técnica (Figura 3. 35), son las siguientes:

1. Inversión.
2. Generación de procesos.
3. Encuesta de necesidades.
4. Mantenimiento.
5. Calendarización de los servicios.
6. Contratar un buen servicio de telefonía e internet.

3.4.2.3 Identificar causas que afecta al indicador de desempeño utilizando QFD

Para identificar la causa raíz que afecta al indicador de desempeño utilizando QFD, se concentró el análisis realizado, al QFD del cliente (Sección 3.4.2.1.11) con el análisis realizado al QFD de la empresa (Sección 3.4.2.2), con los cuales se determinó lo siguiente:

- Los requerimientos de los clientes, ordenados de mayor a menor importancia con base en el QDF del cliente, son los siguientes:

1. Personal eficiente. Personal capaz de cumplir con las actividades propias de su área de acuerdo con un estándar definido.
2. Grúas con disponibilidad. Libre utilización de las grúas de acuerdo con las necesidades de los clientes.
3. Personal capacitado. Personal con las cualidades necesarias para realizar su trabajo.
4. Servicio de calidad. Servicio con las especificaciones de los clientes.

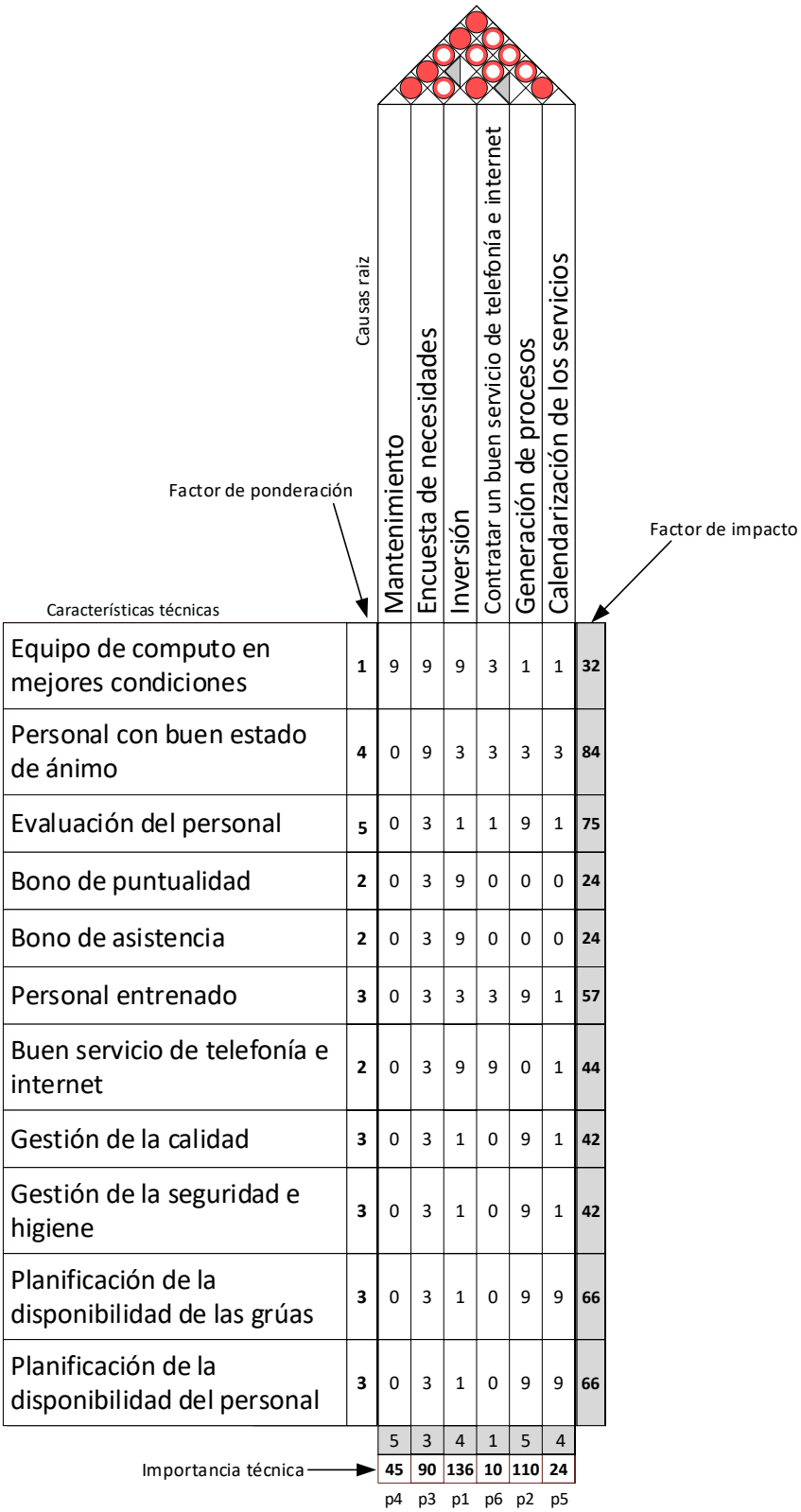


Figura 3. 35 QDF de la empresa (Fuente: Elaboración propia).

5. Servicio con seguridad. Servicio con los requerimientos de seguridad.
6. Personal comunicativo. Personal con buena trasmisión de información.

- Las causas raíz, ordenadas de mayor a menor importancia con base en el QFD de la empresa, para el cumplimiento de los requerimientos de los clientes son las siguientes:
    - Invertir[4]. Destinar un capital para un bien o servicio que beneficie a la empresa.
    - Generar procesos. Crear documentación oficial para formalizar un conjunto de reglas para estandarizar las actividades que se realizan en la empresa.
    - Realizar encuestas de necesidades. Realizar encuestas para determinar las necesidades de los trabajadores.
    - Realizar mantenimiento. Realizar mantenimiento en el equipo de cómputo que lo necesite.
    - Calendarizar los servicios. Anotar en un calendario, actualizado y accesible para el personal involucrado, los próximos servicios.
    - Contratar un buen servicio de telefonía e internet. Mejorar el servicio de telefonía e internet.

3.4.2.4 Identificar causas raíz que afecta al indicador de desempeño utilizando diagrama de relaciones

Para identificar causas raíz que afectan al indicador de desempeño (Sección 3.3.3), se realizó el diagrama de relaciones de la Figura 3. 36, con base en las causas identificadas previamente en la Sección 3.4.2.3, donde se muestran las relaciones (mediante flechas) de cada causa raíz con las características técnicas primarias. Analizando el mayor número de salidas de cada causa raíz, se determinó que las dos causas raíz más importantes, que ayudarían al cumplimiento del indicador de desempeño, son las siguientes:

- Generación de procesos con 6 relaciones (6 salidas)
- Inversión con 5 relaciones (5 salidas).

[4] *Por políticas de la empresa en estudio, la opción de invertir no se tomará en cuenta para la propuesta de mejora.*

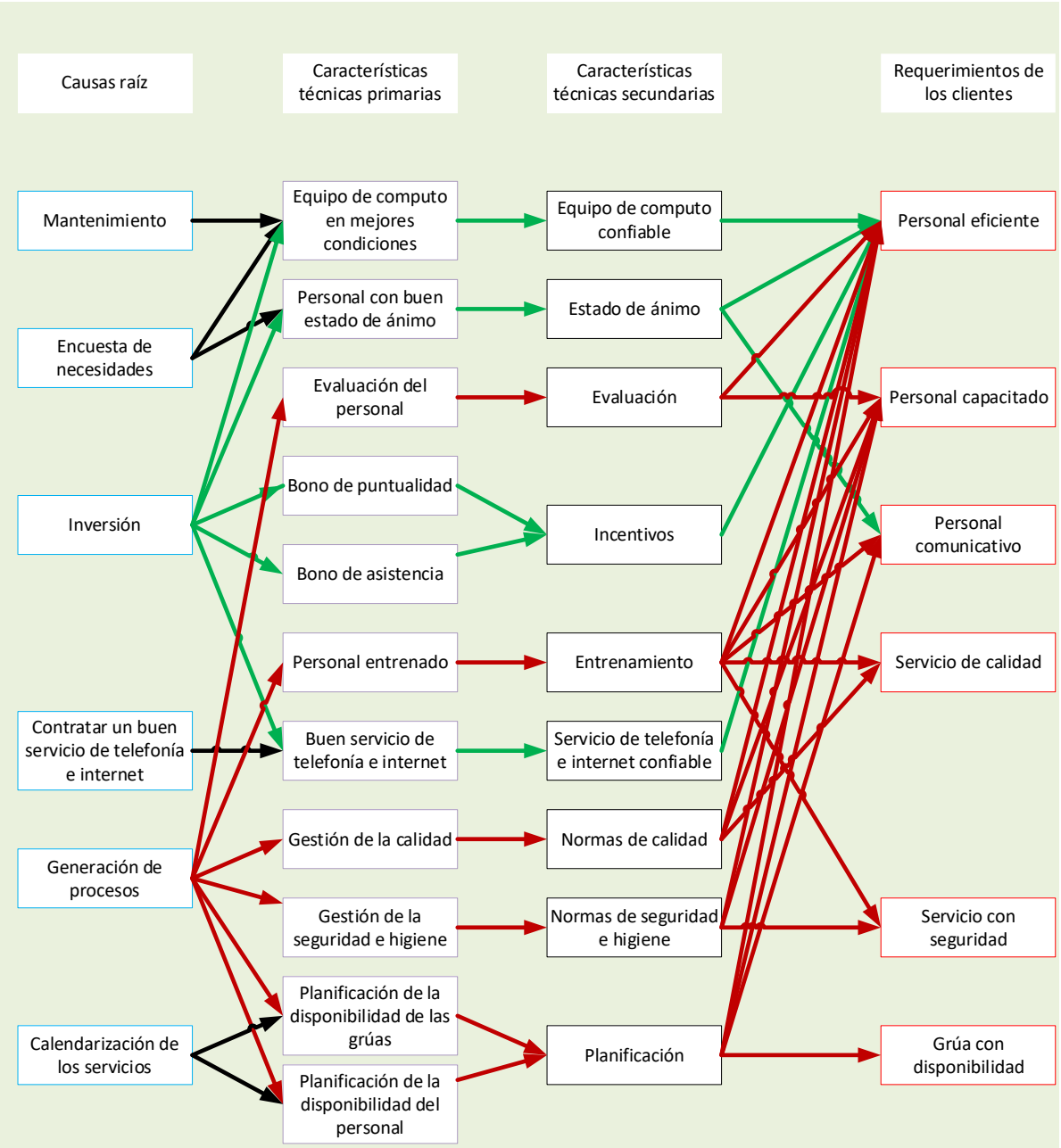


Figura 3. 36 Causas raíz que ayudarían al cumplimiento de los requerimientos de los clientes (Fuente: Elaboración propia).

Con base en las dos causas raíz detectadas y, debido a que la empresa no está con la disponibilidad en la inversión[4], tal como se mencionó en la sección 3.4.2.3, se determinó que **la causa raíz, con la que se trabajaría**, en el presente proyecto, para poder obtener el cumplimiento de los requerimientos de los clientes y, en consecuencia, del mejoramiento del indicador de desempeño, **será la generación de procesos.**

Con base en esta decisión se desarrolló el diagrama de causa-efecto de la Figura 3. 37 (creado a partir de la Figura 3. 36) considerando como **causa principal** a la "**generación de procesos**" y sus efectos que, a su vez, se convierten en causas y estas causas generan sus propios efectos, hasta llegar al **efecto final**, que este caso fue la **disminución de los tiempos de respuesta de atención a los clientes**. Este efecto final es también el indicador de desempeño a evaluar mediante el presente proyecto. La Figura 3. 37, también muestra que las causas con mayor contribución al efecto final son dos: entrenamiento y planificación.

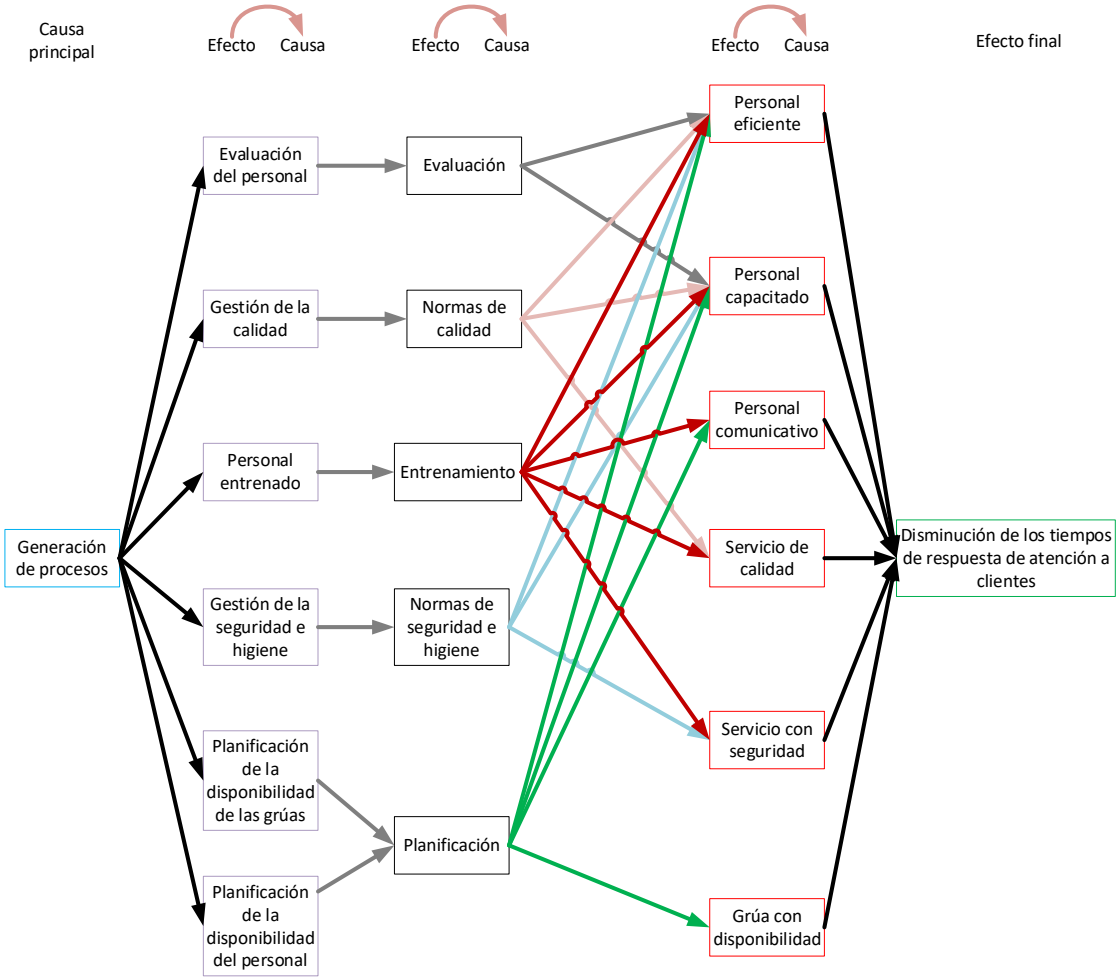


Figura 3. 37 Diagrama de causa-efecto de la generación de procesos (Fuente: Elaboración propia).

3.4.3 Seleccionar causa raíz para mejorar al indicador de desempeño

Las causas raíz, obtenidas del diagrama de relaciones de la Sección 3.4.1.3, que originan el tiempo del proceso de compras y el tiempo del proceso de ventas: elementos que conforman al indicador de desempeño (Sección 3.3.2); fueron las siguientes:

- Falta de información.
- Falta de procesos actualizados.
- Falta de programa de asignación de recursos monetarios.
- Falta de espacio.
- Exceso de trabajo.
- Falta de presupuesto.

La causa raíz, obtenida del diagrama de relaciones de la Sección 3.4.2.4, que afecta el tiempo de respuesta de atención a clientes fue la **generación de procesos**. En el análisis de esta causa raíz se observó que ésta se complementa con una de las causas raíz obtenida del diagrama de relaciones de la Sección 3.4.1.3: **falta de procesos actualizado**s.

Debido a la falta de procesos actualizados **se seleccionó como causa raíz objetivo la generación de procesos,** ya que ambas causas inciden directamente en el tiempo del proceso de compras y en el tiempo del proceso de ventas.

3.5 Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño

Una vez definida la causa raíz a eliminar; generación de procesos (Sección 3.4.3); para evaluar el desempeño inicial del indicador de desempeño: tiempo de respuesta de atención a los clientes; se realizaron las acciones siguientes:

- Medir tiempo del proceso de compras.
- Medir tiempo del proceso de ventas.
- Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño.

3.5.1 Medir tiempo del proceso de compras

Para la medición del tiempo del proceso de compras fue necesario realizar las actividades siguientes:

- Medir tiempos preliminares.
- Calcular la muestra de los procesos a estudiar.
- Medir tiempos faltantes.
- Determinar el tiempo del proceso de compras.

3.5.1.1 Medir tiempos preliminares

Para la toma de los tiempos preliminares se midió, con ayuda de un cronómetro, el tiempo que se demoran los trabajadores de la empresa en estudio en cada una de las actividades necesarias durante el proceso de compras. Los tiempos resultantes de la medición de las actividades se muestran en el Anexo 3. La Tabla 3. 9 muestra algunas actividades, resultantes de los 10 ciclos, y los tiempos totales de cada uno de los ciclos medidos.

3.5.1.2 Calcular la muestra de los procesos a estudiar

El cálculo de la muestra del número óptimo de ciclos, para medir el tiempo del proceso de compras, se realizó de la manera siguiente:

- Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty.
- Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel.
- Determinar el número óptimo de muestras.

Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty

La ecuación propuesta por Kanawaty (Sección 2.4.1.1) se muestra en la Ecuación 3.1:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X}\right)^2 \quad \text{.....(3. 1)}$$

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra que se dese determinar.
n ´	=	Número de observaciones del estudio preliminar =10.
Σ	=	Suma de los valores.
X	=	Valor de las observaciones.
40	=	Constante.

Para el cálculo de la muestra se realizaron los pasos siguientes:

1. Se elaboró la Tabla 3. 10 donde se calcularon los valores de ΣX y ΣX^2 con base en la información previamente mostrada en la Tabla 3. 9.
2. Se sustituyeron los datos de la Tabla 3. 10 en la Ecuación $n= \left(\frac{40\sqrt{(10)(23202733)-(15141)^2}}{15141}\right)^2 = 3.251 \approx 4\ muestras$ … (3. 2).
3. Se realizó el cálculo de la muestra del número óptimo de los procesos a estudiar, dando como resultado 3.2521 muestras; redondeando el resultado son 4 muestras.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(10)(23202733)-(15141)^2}}{15141}\right)^2 = 3.251 \approx 4\ muestras \ldots (3.\ 2)$$

Tabla 3. 9 Tiempos preliminares del proceso de compras. (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	1	4	3	7	3	1	7	2	1	3
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	2	1	2	4	2	5	3	4	3
3	Entregar equipo de protección personal.	22	10	18	14	20	19	14	17	22	21
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	62	58	43	66	33	114	62	41	38	52
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	3	9	12	7	8	19	3	24	8	29
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	2	3	5	3	11	5	1	6	6	2
30	Generar vales de salida de material.	9	26	14	5	12	10	14	12	9	19
Tiempo total (minutos)		**1734**	**1468**	**1333**	**1359**	**1385**	**1407**	**1772**	**1490**	**1421**	**1772**

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo total (horas)		28.9	24.5	22.2	22.7	23.1	23.5	29.5	24.8	23.7	29.5

Tabla 3. 10 Cálculo de los valores de ΣX y ΣX^2 (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo total en minutos (X)	X^2
1734	3006756
1468	2155024
1333	1776889
1359	1846881
1385	1918225
1407	1979649
1772	3139984
1490	2220100
1421	2019241
1772	3139984
$\mathbf{\Sigma X = 15,141}$	$\mathbf{\Sigma X^2 = 23,202,733}$

Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel

La ecuación propuesta por Niebel (Sección 2.4.1.2) se muestra en la Ecuación 3.3:

$$n = \left(\frac{ts}{k\tilde{x}}\right)^2 \quad \text{..... (3. 3)}$$

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra que se dese determinar.
s	=	Desviación estándar.
t	=	Distribución t de *student*.
k	=	Probabilidad de error.
$\tilde{x}$	=	Media.

Para el cálculo de la muestra se realizaron los pasos siguientes:

1. Se calculó la media a través de la Ecuación 3.4, sustituyendo los valores, obtenidos previamente, de la Tabla 3. 10, dando como resultado 15,141.

$$\tilde{x} = \frac{\boldsymbol{\Sigma X}}{n} = \frac{\mathbf{15141}}{10} = 1514.1 \quad \text{..... (3. 4)}$$

2. Se calculó la desviación estándar a través de la Ecuación 3.5 sustituyendo los valores de la Determinar el número óptimo de muestras

De acuerdo con los resultados obtenidos con las ecuaciones de Kanawaty y Niebel, siendo de 4 y 6 muestras, respectivamente, se determinó que se deben realizar 6 muestras o toma de tiempo de 6 ciclos del tiempo durante el proceso de compras, para que el estudio tenga validez.

3. , dando como resultado 3086.0544.

Tabla 3. 11 Cálculo de los valores de $X - \tilde{x}$ y $(X - \tilde{x})^2$ (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo total en minutos (X)	$X - \tilde{x}$	$(X - \tilde{x})^2$
1734	219.9	48356.01
1468	-46.1	2125.21
1333	-181.1	32797.21
1359	-155.1	24056.01
1385	-129.1	16666.81
1407	-107.1	11470.41
1772	257.9	66512.41
1490	-24.1	580.81
1421	-93.1	8667.61
1772	257.9	66512.41
$\Sigma = 15,141$	**$\Sigma = 9.09x10 - 13$**	**Σ = 277,744.9**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X-\tilde{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{77744.9}{9}} = 3086.0544 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{(3. 5)}$$

4. Se obtuvo el valor de t *student* mediante la ecuación de Excel =DISTR.T.INV (0.1;10) con un valor de n=10 y un nivel de confianza del 90% ($\alpha = 0.10$). La intersección de n y α tiene un valor de 1.812.
5. Se asignó una probabilidad de error del 5%, por lo tanto, k=0.05.
6. Se realizó el cálculo de la muestra del número óptimo de los procesos a estudiar (Ecuación 3.6), dando como resultado 5.458 muestras; redondeando el resultado son 6 muestras.

$$n = \left(\frac{ts}{k\tilde{x}}\right)^2 = \left(\frac{(1.812)(30860.544)}{(0.05)(15141)}\right)^2 = 5.458 \approx 6\ muestras \ldots\ldots\ldots (3.6)$$

Determinar el número óptimo de muestras

De acuerdo con los resultados obtenidos con las ecuaciones de Kanawaty y Niebel, siendo de 4 y 6 muestras, respectivamente, se determinó que se deben realizar 6 muestras o toma de tiempo de 6 ciclos del tiempo durante el proceso de compras, para que el estudio tenga validez.

3.5.1.3 Medir tiempos faltantes

Debido a que el número de ciclos óptimos fue 6 (Sección 3.5.1.2) no fue necesario realizar mediciones adicionales. Por tal motivo, las mediciones realizadas previamente durante la medición de los tiempos preliminares (Sección 3.5.1.1) son las mediciones por utilizar durante el estudio, es decir, durante el estudio se utilizaron los 10 tiempos medidos.

3.5.1.4 Determinar el tiempo del proceso de compras

Para la determinación del tiempo del proceso de compras fue necesario promediar el tiempo total, en minutos, de los 10 ciclos óptimos obtenidos previamente. Los tiempos resultantes promediados se muestran en el Anexo 4. La
Tabla 3. 12 muestra algunas actividades, resultantes de los 10 ciclos, y los tiempos promediados de cada uno de los ciclos medidos, así como el tiempo promediado final.

3.5.2 Medir del tiempo del proceso de ventas

Para la medición del tiempo del proceso de ventas fue necesario realizar las actividades siguientes:

- Medir tiempos preliminares.
- Calcular de la muestra de los procesos a estudiar.
- Medir de tiempos faltantes.
- Determinar tiempo del proceso de ventas.

3.5.2.1 Medir tiempos preliminares

Para la toma de los tiempos preliminares se midió, con ayuda de un cronómetro, el tiempo que se demoran los agentes vendedores en realizar cada una de las actividades necesarias en el proceso de ventas. Los tiempos resultantes de la medición de las actividades se muestran en el Anexo 5. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra algunas actividades, resultantes de los 10 ciclos, y los tiempos totales de cada uno de los ciclos medidos.

3.5.2.2 Calcular la muestra de los procesos a estudiar

El cálculo de la muestra del número óptimo de ciclos, para medir el tiempo en la cotización del servicio, se realizó de la manera siguiente:

- Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty.
- Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel.
- Determinar el número óptimo de muestras.

Tabla 3. 12 Tiempo promediado del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	1	4	3	7	3	1	7	2	1	3	3
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	2	1	2	4	2	5	3	4	3	3
3	Entregar equipo de protección personal.	22	10	18	14	20	19	14	17	22	21	18
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	62	58	43	66	33	114	62	41	38	52	57
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	386	184	383	231	301	239	264	336	258	352	293
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	Recibir facturas pendientes de	31	45	61	12	7	35	52	68	7	114	43

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	entregar por parte de proveedores.											
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	17	34	26	54	14	25	18	34	54	67	34
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	3	9	12	7	8	19	3	24	8	29	12
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	2	3	5	3	11	5	1	6	6	2	4
30	Generar vales de salida de material.	9	26	14	5	12	10	14	12	9	19	13
Tiempo total (minutos)		**1734**	**1468**	**1333**	**1359**	**1385**	**1407**	**1772**	**1490**	**1421**	**1772**	**1511**

Calcular la muestra a través de la ecuación de Kanawaty

La ecuación propuesta por Kanawaty (Sección 2.4.1.1) se muestra en la Ecuación 3.7:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{N'\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.7)$$

Tabla 3. 13 Tiempos preliminares del proceso de ventas. (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	5	3	2	5	2	1	5	3	5	3
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	8	3	2	5	7	11	4	6	3	5
3	Realizar una cotización preliminar.	44	73	35	30	63	82	26	32	57	22
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12	19	10	8	21	14	11	8	10	6
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	112	96	85	145	166	92	149	154	145	132
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	5	9	6	14	6	4	12	10	12	6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	5	58	16	47	29	40	36	58	25	9
46	Actualizar la base de datos de pagos.	65	48	159	118	69	78	60	85	120	84
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	132	93	85	37	26	65	83	29	27	45
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	4	3	8	5	6	3	7	3	4	9
49	Realizar un reporte de ingresos.	36	75	41	85	24	52	58	36	20	29
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	2	6	4	6	2	2	2	4	3	2
Tiempo total (minutos)		**1449**	**1684**	**1551**	**1669**	**1569**	**1714**	**1571**	**1623**	**1746**	**1499**
Tiempo total (horas)		**24.2**	**28.1**	**25.9**	**27.8**	**26.2**	**28.6**	**26.2**	**27.1**	**29.1**	**25.0**

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra que se dese determinar.
N ´	=	Número de observaciones del estudio preliminar =10.
Σ	=	Suma de los valores.
X	=	Valor de las observaciones.
40	=	Constante.

Para el cálculo de la muestra se realizaron los pasos siguientes:

1. Se elaboró la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde se calcularon los valores de ΣX y ΣX^2 con base en la información obtenida previamente de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.
2. Se sustituyeron los datos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en la Ecuación 3.7.
3. Se realizó el cálculo de la muestra del número óptimo de los procesos a estudiar, dando como resultado 5.15781 muestras, redondeando el resultado son 6 muestras.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(10)(25{,}923{,}863)-(16{,}075)^2}}{16{,}075}\right)^2 = 5.15781 \approx 6\, muestras \ldots (3.8)$$

Tabla 3. 14 Cálculo de los valores de ΣX y ΣX^2 (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo total en minutos (X)	X^2
1449	2099601
1684	2835856
1551	2405601
1669	2785561
1569	2461761
1714	2937796
1571	2468041
1623	2634129
1746	3048516
1499	2247001
$\mathbf{\Sigma X = 16,075}$	$\mathbf{\Sigma X^2 = 25,923,863}$

Calcular la muestra a través de la ecuación de Niebel

La ecuación propuesta por Niebel (Sección 2.4.1.2) se muestra en la Ecuación 3.9:

$$n = \left(\frac{ts}{k\tilde{x}}\right)^2 \quad \text{…… ……} \quad \textit{(3. 9)}$$

Donde:

n	=	Tamaño de la muestra que se dese determinar.
s	=	Desviación estándar.
t	=	Distribución t de *student*.
k	=	Probabilidad de error.
$\tilde{x}$	=	Media.

Para el cálculo de la muestra se realizaron los pasos siguientes:

1. Se calculó la media a través de la Ecuación 3.10, sustituyendo los valores obtenidos previamente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, dando como resultado 1607.5.

$$\tilde{x} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{16075}{10} = 1607.5 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{(3. 10)}$$

2. Se calculó la desviación estándar a través de la Ecuación 3.11 sustituyendo los valores obtenidos en la $n=ts\square k\tilde{x}\square\square\square 2\square = \left(\frac{(1.812)(96.20608)}{(0.05)(1607.5)}\right)^2 = 4.70413 \approx 5\ muestras$ …… (3. 12)
3. , dando como resultado 96.20608.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X-\tilde{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{20972}{9}} = 96.20608\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{(3. 11)}$$

4. Se obtuvo el valor de t *student* mediante la ecuación de Exel =DISTR.T.INV (0.1;10) con un valor de n=10 y un nivel de confianza del 90% ($\alpha = 0.10$). La intersección de n y α tiene un valor de 1.812.
5. Se asignó una probabilidad de error del 5%, por lo tanto, de k=0.05.

Tabla 3. 15 Cálculo de los valores de $X - \tilde{x}$ y $(X - \tilde{x})^2$
(Fuente: Elaboración propia).

Tiempo total en minutos (X)	$X - \tilde{x}$	$(X - \tilde{x})^2$
1449	-158.5	25122.25
1684	76.5	5852.25
1551	-56.5	3192.25
1669	61.5	3782.25
1569	-38.5	1482.25
1714	106.5	11342.25
1571	-36.5	1332.25
1623	15.5	240.25
1746	138.5	19182.25
1499	-108.5	11772.25
$\Sigma X = 16,075$	**$\Sigma = 0$**	**$\Sigma = 20{,}972$**

6. Se realizó el cálculo de la muestra del número óptimo de los procesos a estudiar (Ecuación 3.12), dando como resultado 4.70413 muestras, redondeando el resultado son 5 muestras.

$$n = \left(\frac{ts}{k\tilde{x}}\right)^2 = \left(\frac{(1.812)(96.20608)}{(0.05)(1607.5)}\right)^2 = 4.70413 \approx 5\ muestras \ldots\ldots\ldots (3.12)$$

Determinar el número óptimo de muestras

De acuerdo con los resultados obtenidos, con las ecuaciones de Kanawaty y Niebel, siendo de 6 y 5 muestras, respectivamente, se deben realizar 6 muestras o toma de tiempo de 6 ciclos del tiempo del proceso de ventas, para que el estudio tenga validez.

3.5.2.3 Medir tiempos faltantes

Debido a que el número de ciclos óptimos fue 6 (Sección 3.5.2.2) no fue necesario realizar mediciones adicionales. Por tal motivo, las mediciones realizadas previamente durante la medición de los tiempos preliminares (Sección 3.5.2.1) son las mediciones por utilizar durante el estudio.

3.5.2.4 Determinar tiempo del proceso de ventas

Para la determinación del tiempo del proceso de ventas fue necesario promediar el tiempo total, en minutos, de los 10 ciclos óptimos obtenidos previamente. Los tiempos resultantes promediados se muestran en el Anexo 6. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra algunas actividades, resultantes de los 10 ciclos, y los tiempos promediados de cada uno de los ciclos medidos, así como el tiempo promediado final.

3.5.3 Evaluar desempeño inicial del indicador de desempeño

Para evaluar el desempeño inicial del indicador de desempeño: tiempos de respuesta de atención a los clientes; fue necesario realizar los pasos siguientes:

- Determinar los tiempos promedio de los elementos que conforman al indicador de desempeño, es decir, determinar el tiempo promedio del proceso de compras y del proceso de ventas. Con base en los resultados mostrados en la Sección 3.5.1.4 y Sección 3.5.2.4, después de haber realizado 10 ciclos, se obtuvieron los resultados siguientes:

El tiempo promedio en el proceso de compras fue de 1,511 minutos, mostrado previamente en la

- Tabla 3. 12.
- El tiempo promedio en el proceso de ventas fue de 1,603 minutos, mostrado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

- Sumar los tiempos promedio obtenidos, de los elementos que componen al indicador de desempeño, para determinar el desempeño inicial del indicador de desempeño.
- **El desempeño inicial** de indicador de desempeño; **tiempos de respuesta de atención a los clientes**; **fue de 3,114 minutos**.

3.6 Analizar proceso de compras

El departamento de compras es el que realiza la compra de todo lo necesario para que la empresa en estudio cumpla con sus funciones, sin inconvenientes por faltantes y, de ese modo, brinde el servicio de renta de grúas industriales. En esta sección se describen las generalidades del departamento de compras para realizar un correcto análisis de éste.

Para analizar el proceso de compras, que utiliza el departamento de compras, se realizó lo siguiente:

- Describir el organigrama del departamento de compras.
- Describir el proceso de compras del departamento de compras.
- Analizar el proceso de compras.

Tabla 3. 16 Tiempo promediado del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	5	3	2	5	2	1	5	3	5	3	3
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	8	3	2	5	7	11	4	6	3	5	5

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3	Realizar una cotización preliminar.	44	73	35	30	63	82	26	32	57	22	46
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12	19	10	8	21	14	11	8	10	6	12
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	112	96	85	145	166	92	149	154	145	132	128
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	5	9	6	14	6	4	12	10	12	6	8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	5	58	16	47	29	40	36	58	25	9	32
46	Actualizar la base de datos de pagos.	65	48	159	118	69	78	60	85	120	84	89
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	132	93	85	37	26	65	83	29	27	45	62
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	4	3	8	5	6	3	7	3	4	9	5
49	Realizar un reporte de ingresos.	36	75	41	85	24	52	58	36	20	29	46
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	2	6	4	6	2	2	2	4	3	2	3
Tiempo total (minutos)		**1449**	**1684**	**1551**	**1669**	**1569**	**1714**	**1571**	**1623**	**1746**	**1499**	**1603**

3.6.1 Describir organigrama del departamento de compras

El organigrama está conformado por el gerente del departamento de compras, un auxiliar administrativo y personal de logística. En la Figura 3. 38 se muestra la disposición de los puestos de trabajo del departamento de compras.

Las actividades que debe realizar el gerente, del departamento de compras, para el desempeño óptimo de su puesto, son las siguientes:

- Recibir las requisiciones de materiales de los otros departamentos.
- Cotizar con los proveedores o busca nuevos proveedores en caso de ser necesario.
- Dar de alta a los nuevos proveedores en el sistema.

- Solicitar autorización de la compra a la alta gerencia.
- Solicitar el pago, del material solicitado por otros departamentos, al departamento de facturación.
- Recibir el material solicitado, corroborando con la factura que sea el material correcto.
- Entregar el material al departamento que lo solicitó.
- Entregar material a vigilancia en caso de no estar disponible el usuario final.
- Realiza notas de compra, de los materiales que se encuentran en la base de datos de la empresa, con información adicional de la factura.
- Corrección de facturas.
- Realizar vales de salida de material.
- Entregar periódicamente uniformes y equipo de protección personal a los trabajadores de la empresa.
- Atender proveedores.
- Atender operadores.

Las actividades que deben realizar el auxiliar administrativo, para el desempeño óptimo de su puesto, son las siguientes:

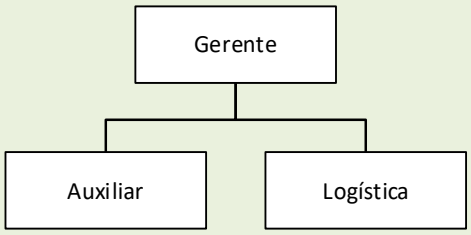


Figura 3. 38 Organigrama actual del departamento de compras.

(Fuente: Elaboración propia).

- Capturar la información proveniente de las notas de compra, que realizó el gerente del departamento, en una base de datos utilizando la aplicación Excel.
- Revisar facturas pendientes.
- Enviar facturas pendientes, vía correo electrónico, a contabilidad.

- Entregar documentación física a contabilidad.
- Realizar vales de salida de material.
- Recibir el material solicitado, corroborando con la factura que sea el material correcto.
- Entregar el material al departamento que lo solicitó.
- Atender proveedores.
- Atender operadores.

Las actividades que deben realizar el personal de logística, para el desempeño óptimo de su puesto, son las siguientes:

- Recoger el material solicitado, por el gerente de compras, en el establecimiento del proveedor, corroborando con la factura que sea el material correcto.
- Regresar el material recogido en caso de ser el incorrecto y solicitar el material correcto.
- Solicitar la factura del material recibido al proveedor.
- Realizar pago del material solicitado, a una institución bancaria, en caso de ser requerido.

3.6.2 Describir el proceso de compras del departamento de compras

El proceso realizado por el departamento de compras, de grúas industriales, mostrado en la Figura 3. 39, es el siguiente:

1. Recibir requisiciones generadas por otros departamentos.
2. Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.
3. Iniciar el proceso de cotización del material cumplidos los requisitos.
4. Cotizar con al menos tres proveedores el material solicitado.
5. Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.

6. Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.
7. Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.
8. Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.
9. Acordar con el departamento de finanzas el método de pago.
10. Recoger, por parte del personal de logística, el material solicitado.
11. Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material durante la recepción del artículo.
12. Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.
13. Verificar el material comprado al momento de ingresar a la empresa.
14. Aceptar, el material en caso de ser correcto. Rechazar en caso contrario y regresar al proveedor inmediatamente.
15. Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.
16. Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.
17. Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.

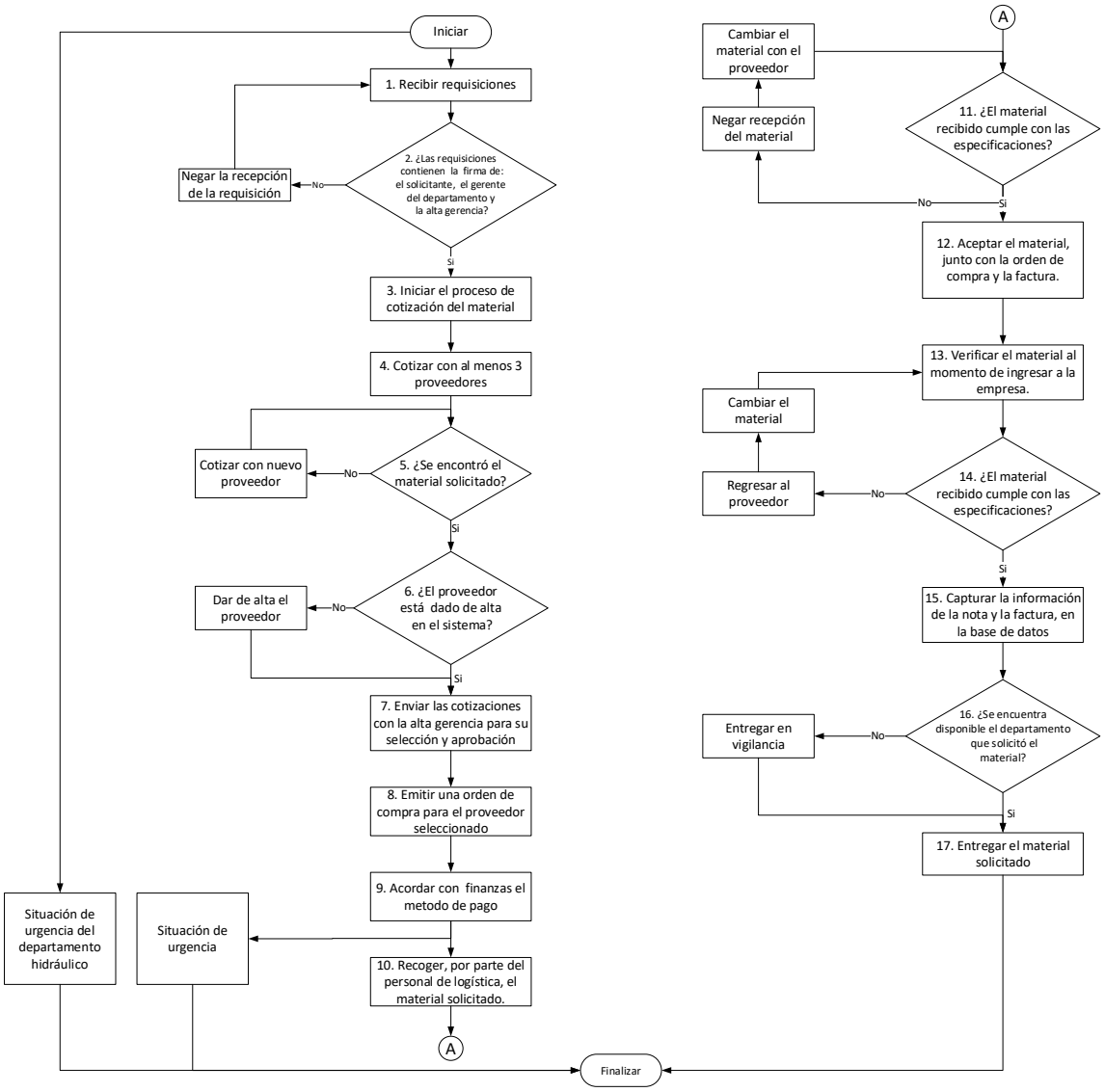


Figura 3. 39 Diagrama de flujo del proceso actual de departamento de compras (Fuente: Elaboración propia).

Cabe destacar que las actividades del departamento de compras no se limitan únicamente a las inmediaciones de la empresa, también lo hace en toda la república, por vía remota, debido a que la empresa brinda sus servicios de renta de grúas industriales en todo el país.

Es importante señalar que en el proceso remoto no se cuenta con personal de logística por lo que el usuario final, en este caso el personal de la empresa es el que recoge el material solicitado en el establecimiento del proveedor, verifica sus características y confirma su

entrega. Lo mismo sucede en situaciones de emergencia en la empresa matriz, donde el usuario final, del material solicitado, omite procesos propios del departamento de compras para agilizar la adquisición del material.

Otra situación que se presenta con regularidad es la solicitud de material por el personal de hidráulica, donde el usuario final es el que se traslada directamente por el artículo, en lugar del personal de logística, dado que suelen ser piezas de características especiales que deben ser verificadas personalmente por el usuario final.

3.6.3 Analizar el proceso de compras

Durante el seguimiento de las actividades que conforman al proceso seguido por el departamento de compras, se observaron diversas actividades que generaron tiempos improductivos para la empresa, las cuales no se colocaron en el diagrama de flujo, pero que se describirán en la Sección 3.9.

Con el desarrollo de las actividades improductivas se infiere que se incide en el tiempo de respuesta de atención a clientes. Para validar esta suposición es necesario implementar una técnica que permita identificar y separar las actividades productivas de las actividades improductivas. La aplicación de la técnica se describirá en la Sección 3.9.

3.7 Analizar proceso de ventas

El departamento de ventas es el que realiza el primer contacto con el cliente y ofrece los servicios de renta de grúas industriales. En esta sección se describen las generalidades del departamento de ventas para realizar un correcto análisis de éste.

Para analizar el proceso de ventas, que utiliza el departamento de ventas, se realizó lo siguiente:

- Describir el organigrama del departamento de ventas.
- Describir el proceso de ventas del departamento de ventas.
- Analizar el proceso de ventas.

3.7.1 Describir el organigrama del departamento de ventas

El organigrama está conformado por el gerente del departamento de ventas, puesto vacante al momento de realizar el análisis, y tres agentes vendedores, que se encuentran en disposición lineal. La distribución de los puestos de trabajo se muestra en la Figura 3. 40.

Las actividades que debe realizar el gerente del departamento de ventas, para el desempeño óptimo de su puesto, son las siguientes:

- Establecer objetivos de venta.
- Supervisar y coordinar actividades de agentes vendedores.
- Identificar nuevos clientes potenciales.
- Mantener relaciones con clientes en cartera.
- Coordinar calendario de servicios ofrecidos para evitar interferencias.
- Asegurar condiciones necesarias de operación y maquinaria para brindar el servicio en el tiempo establecido.
- Verificar costos de los servicios con la alta gerencia.

Las actividades que deben realizar los agentes vendedores, para el desempeño óptimo de su puesto, son las siguientes:

- Atender correos electrónicos y llamadas de clientes.
- Realizar cotización con todos los requerimientos necesarios.
- Entregar cotización al cliente.

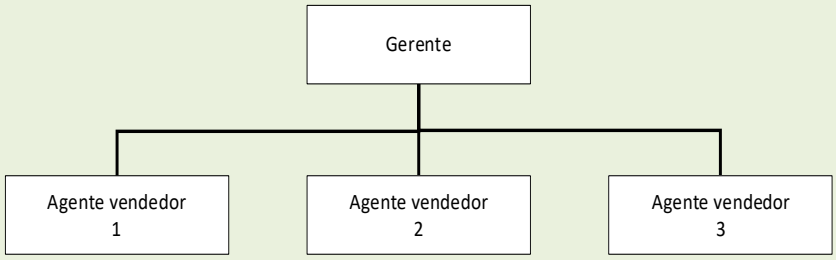


Figura 3. 40 Organigrama actual del departamento de ventas. (Fuente: Elaboración propia).

- Esperar confirmación de cotización.
- Confirmar pago de servicio con facturación.
- Verificar disponibilidad en calendario y agendar servicio.
- Indicar requerimientos del cliente a los departamentos involucrados.
- Dar seguimiento al servicio brindado.

3.7.2 Describir el proceso de ventas del departamento de ventas

El proceso de ventas realizado, por el departamento de ventas, para la renta de grúas industriales se muestra en la
Figura 3. 41.

Una descripción breve de las actividades mostradas en la
Figura 3. 41 es la siguiente:

1. Recibir llamadas o correos de los clientes.
2. Recibir solicitud de una cotización del servicio, donde el vendedor toma las especificaciones del servicio: tipo de grúa, tipo de maniobra, peso a manejar, distancias, dimensiones, equipos adicionales, etc.
3. Realizar la cotización y verificar los precios de las maniobras en una tabla de referencia. Durante la cotización se pueden presentar las siguientes situaciones:
    a. El cliente solicita una visita en el área de trabajo para asegurar el servicio. En este caso, ventas le indica al operador, que se encuentre disponible, que se traslade para evaluar la maniobra y tomar las nuevas especificaciones. El costo de las nuevas especificaciones se adiciona a la cotización inicial.
    b. El cliente requiere traslado del equipo a otra ubicación. Ventas solicita al departamento de tráfico los gastos de traslado del equipo, combustible y casetas. El costo de traslado se adiciona a la cotización inicial.
4. Confirmar la información y los costos con la alta gerencia.
5. Complementar la cotización en caso de presentar modificaciones.
6. Enviar la cotización al cliente, vía correo electrónico.

7. Esperar la confirmación del cliente, vía correo electrónico. El documento de confirmación del servicio varía en función del cliente, siendo lo más común una orden de compra.

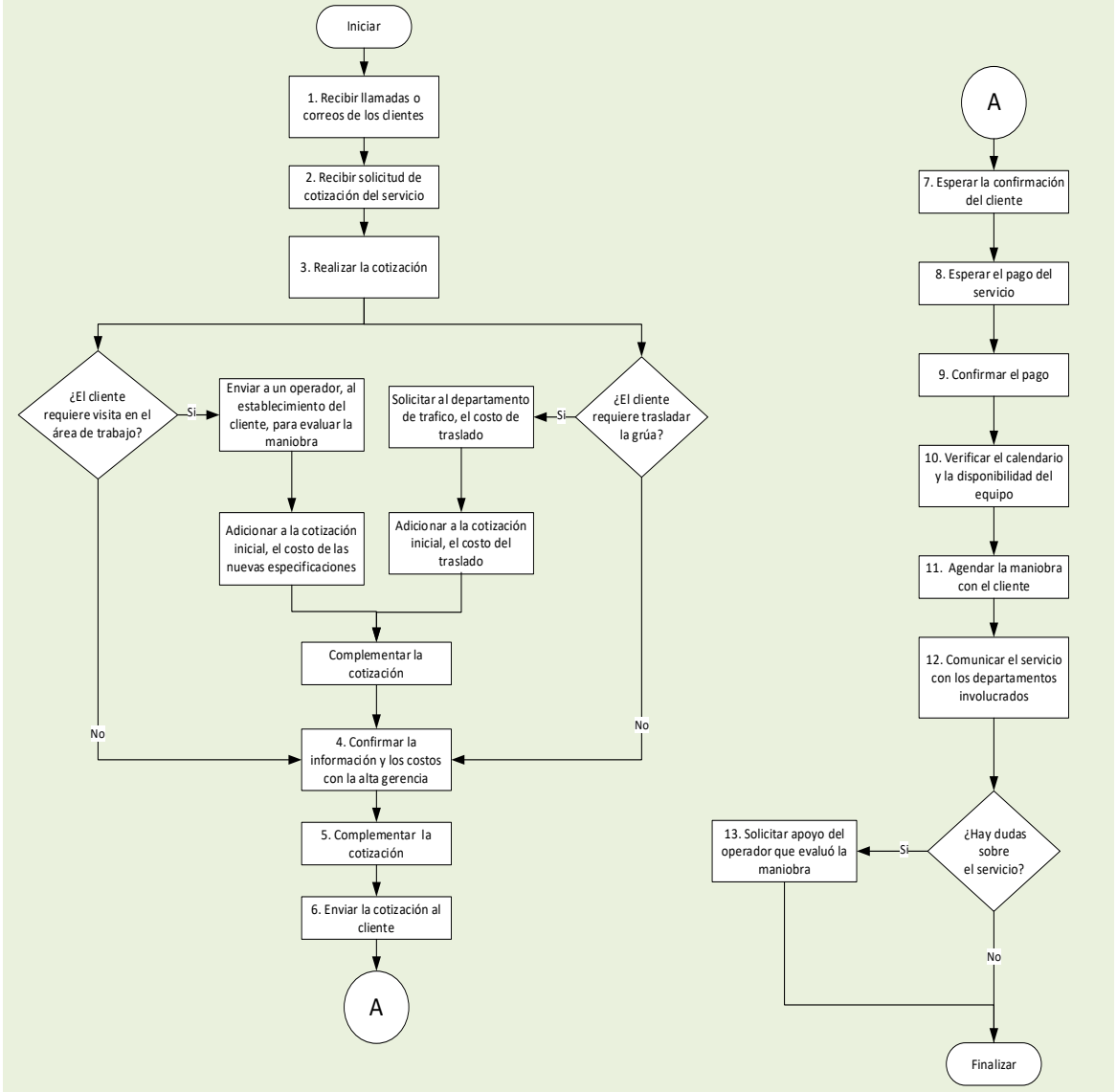


Figura 3. 41 Diagrama de flujo del proceso actual del departamento de ventas. (Fuente: Elaboración propia).

8. Esperar el pago del servicio.
9. Confirmar el pago con el departamento de facturación.
10. Verificar el calendario y la disponibilidad del equipo.
11. Agendar la maniobra con el cliente.

12. Comunicar a los departamentos involucrados para coordinar el servicio en la fecha establecida.
13. Solicitar apoyo del operador que evaluó la maniobra en la ubicación del cliente, en caso de haber dudas.

3.7.3 Analizar el proceso de ventas

Durante el seguimiento de las actividades que conforman al proceso seguido por el departamento de ventas, se observaron diversas actividades que generaron tiempos improductivos para la empresa, las cuales no se colocaron en la
Figura 3. 41, pero que se describirán en la Sección 3.10.

Con el desarrollo de las actividades improductivas se infiere que se incide en el tiempo de respuesta de atención a clientes. Para validar esta suposición es necesario implementar una técnica que permita identificar y separar las actividades productivas de las actividades improductivas. La aplicación de la técnica se describirán la Sección 3.10.

3.8 Adaptar SMED para reducir los tiempos de respuesta de atención a clientes

Para la empresa en estudio es primordial reducir tiempo de respuesta de atención a clientes debido a que mejora la calidad de su servicio y, principalmente, para retener su cartera actual de clientes y, de ese modo, ampliarla.

Para la reducción del tiempo de respuesta de atención a clientes se utilizó una adaptación de las fases de SMED (Sección 2.7.1.1). SMED se utiliza, mayormente en los procesos de manufactura, para la mejora de los tiempos de preparación de los procesos, sin embargo, en este proyecto se adaptó para mejorar los tiempos de respuesta de atención a clientes en los procesos de los departamentos de compras y ventas, de la empresa en estudio, ajustando, en los nombres de fases a las actividades internas como actividades productivas y las actividades externas como actividades improductivas.

Para la reducción del tiempo de respuesta de atención a clientes se adaptaron las siguientes cuatro fases de SMED (Figura 3. 42.), tanto al proceso de compras como al proceso de ventas:

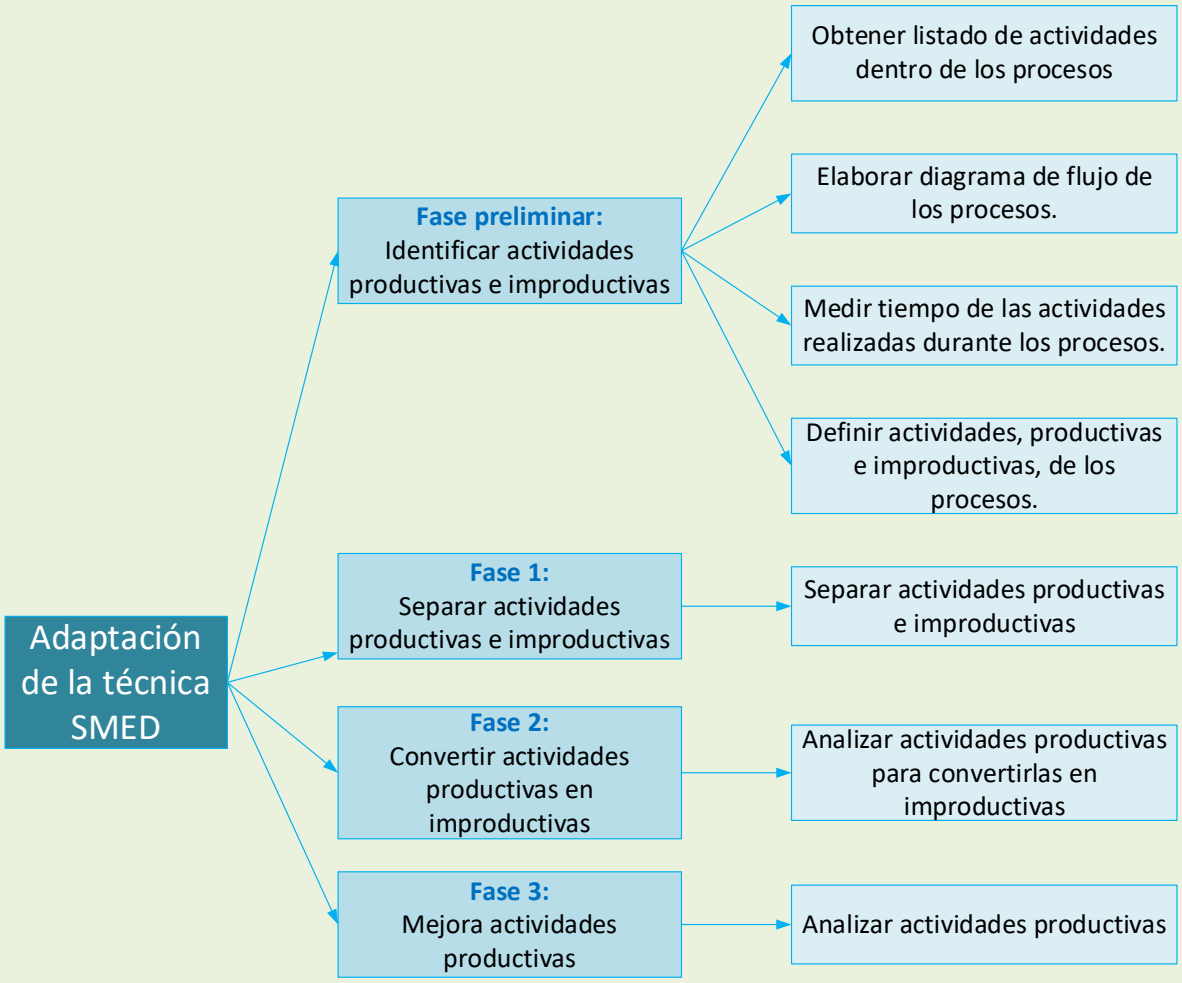


Figura 3. 42 Fases de la adaptación de SMED para reducir tiempos de atención a clientes (Fuente: Elaboración propia).

- Fase preliminar: Identificar actividades productivas e improductivas.
- Fase 1: Separar actividades productivas e improductivas.
- Fase 2: Convertir actividades productivas en improductivas.
- Fase 3: Mejorar actividades productivas.

3.9 Proceso de compras: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes, mediante la adaptación de SMED

El proceso de compras es uno de los elementos que conforman al indicador de desempeño: tiempo de respuesta de atención a clientes (Sección 3.3); por lo tanto, para el mejoramiento del indicador de desempeño se implementaron las cuatro fases de la adaptación de SMED, mencionadas previamente en la Sección 3.8.

3.9.1 Fase preliminar: Identificar actividades productivas e improductivas

Para identificar las actividades productivas e improductivas, dentro del proceso de compras del departamento de compras, se realizaron las actividades siguientes:

- Obtener listado de actividades del proceso de compras.
- Elaborar diagrama de flujo del proceso de compras.
- Medir tiempo de las actividades del proceso de compras.
- Definir actividades productivas e improductivas del proceso de compras.

3.9.1.1 Obtener listado de actividades del proceso de compras

Para la obtención del listado de las actividades, del proceso de compras, se realizó una visita a la empresa en la cual se conversó con el personal del departamento y se observó el proceso. De la visita se obtuvieron las actividades que se muestran en el Anexo 3.

3.9.1.2 Elaborar diagrama de flujo del proceso de compras

Para elaborar el diagrama de flujo del proceso de compras, de la Tabla 3. 17, se utilizaron las actividades del Anexo 3, en este diagrama de flujo se menciona el tiempo de duración de cada actividad y si la actividad corresponde a una operación, transporte, inspección, almacenamiento o demora.

3.9.1.3 Medir tiempo de las actividades del proceso de compras

Para la medición del tiempo, que se tarda el personal que conforma al departamento de compras, de las actividades del proceso de compras se realizaron los pasos siguientes:

- Medición de tiempos preliminares. Se realizó la toma de 10 ciclos de las actividades realizadas durante el proceso de compras (Sección 3.5.1.1).

Tabla 3. 17 Diagrama de flujo del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de compras

Resumen de actividades						
	Presente		Propuesto		Diferencia	
Tipo de actividad	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
Operaciones	21	1235	17	806	4	429
Transportes	5	105	2	56	3	49
Inspecciones	3	133	0	0	0	0
Demoras	1	38	0	0	0	0
Almacenamientos	0	0	0	0	0	0

Datos del proceso		
Empresa:	Empresa en estudio	
Proceso:	Proceso de compras	
Análisis:	Hombre ○	Proceso ☒

No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ACCIÓN: ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar: SECUENCIA	LUGAR	PERSONA	MEJORAR
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos						3							
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.						3							
3	Entregar equipo de protección personal.						18	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.						57							
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.						293							
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.						140	Mejorar el software para almanezar la información						X
7	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.						22	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.						8							
9	Regresar al área de trabajo						5	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
10	Entregar uniformes.						26	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
11	Esperar la aprobación de la orden de compra						38							
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.						3							
13	Comunicar al departamento de finanzas para acordar el método de pago.						15							
14	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.						17							
15	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.						32							

Tabla 3. 18 Diagrama de flujo del proceso de compras (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de compras

									ACCIÓN					
No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar SECU	Cambiar LUGA	Cambiar PERS	MEJORAR
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.						112							
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.						22							
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.						24							
19	Salir del área de trabajo.						22	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.						18							
21	Aceptar el material si es correcto						5							
22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.						32							
23	Atender proveedores.						19							
24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.						245	Mejorar el software para almanezar la información						X
25	Corregir facturas.						226							
26	Recibir facturas pendientes de entregar por parte de proveedores.						43							
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.						34							
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.						12							
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.						4							
30	Generar vales de salida de material.						13							

- Cálculo de la muestra de los procesos a evaluar. Se realizó el cálculo de los ciclos óptimos, con la ecuación de Kanawaty y la de Niebel, para validar estadísticamente los resultados. Se obtuvieron 4 y 6 ciclos, respectivamente (Sección3.5.1.2).
- Medición de tiempos faltantes. Debido a que el tamaño de la muestra para obtener validez estadística del estudio fue de 4 y 6 ciclos óptimos y la medición de los tiempos preliminares fue de 10 ciclos, no fue necesario medir tiempos faltantes, pero si se consideraron los tiempos de los 10 ciclos (Sección 3.5.1.3).
- Determinar el tiempo total. Para obtener el tiempo total, que se tarda el personal del departamento de compras en realizar las actividades del proceso de compras, se

obtuvo un promedio del tiempo total, en minutos, de los 10 ciclos óptimos medidos previamente. El tiempo promediado fue de 1,511 minutos (Sección 3.5.1.4).

3.9.1.4 Definir actividades productivas e improductivas del proceso de compras

Para definir las actividades productivas, de las improductivas, realizadas durante el proceso de compras, se realizó la 3.9.3 Fase 2: Convertir actividades productivas en actividades improductivas

Después de separar las actividades productivas, de las improductivas, se conservaron únicamente las actividades productivas (Sección 3.9.2). A cada una las actividades productivas resultante se les realizaron los siguientes cuestionamientos:

1. La actividad debe ser realizada por otro departamento.
2. La actividad se repite innecesariamente.

En resultado de este análisis determinó que 4 actividades productivas podían convertirse en improductivas, tal como se muestra en

Tabla 3. 20, donde se observa que **el proceso de compras se redujo** de **1,079 minutos a 742 minutos: una reducción del 31%,** adicional al 28% obtenido en la Fase 1 (Sección 3.9.2).

3.9.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas

En la

Tabla 3. 21 se realizó una propuesta para el mejoramiento de tres actividades productivas, obtenidas en la Fase 2 (Sección 3.9.2). Con base en los resultados obtenidos en la

Tabla 3. 21, la propuesta de mejoramiento consistió en la implementación de un *software* administrativo y contable, de bajo costo o de uso libre, para estandarizar las actividades y reducir sus tiempos.

Tabla 3. 18 utilizando los siguientes criterios:

1. Si la actividad no genera demoras al proceso de compras, es una actividad productiva.

2. Si la actividad genera demoras al proceso de compras, es una actividad improductiva.
3. Si la actividad involucra salir del proceso de compras, es una actividad improductiva.
4. Si la actividad involucra salir del área de trabajo, es una actividad improductiva.

3.9.2 Fase 1: Separar actividades productivas e improductivas

Para la separación de las actividades productivas de las improductivas, realizadas durante el proceso de compras, se realizó la Tabla 3. 19 en la cual se separaron las actividades con base en los criterios utilizados en la 3.9.3 Fase 2: Convertir actividades productivas en actividades improductivas

Después de separar las actividades productivas, de las improductivas, se conservaron únicamente las actividades productivas (Sección 3.9.2). A cada una las actividades productivas resultante se les realizaron los siguientes cuestionamientos:

3. La actividad debe ser realizada por otro departamento.
4. La actividad se repite innecesariamente.

En resultado de este análisis determinó que 4 actividades productivas podían convertirse en improductivas, tal como se muestra en

Tabla 3. 20, donde se observa que **el proceso de compras se redujo** de **1,079 minutos a 742 minutos: una reducción del 31%,** adicional al 28% obtenido en la Fase 1 (Sección 3.9.2).

3.9.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas

En la

Tabla 3. 21 se realizó una propuesta para el mejoramiento de tres actividades productivas, obtenidas en la Fase 2 (Sección 3.9.2). Con base en los resultados obtenidos en la

Tabla 3. 21, la propuesta de mejoramiento consistió en la implementación de un *software* administrativo y contable, de bajo costo o de uso libre, para estandarizar las actividades y reducir sus tiempos.

Tabla 3. 18 de la Sección 3.9.1.4.

En la Tabla 3. 19 se muestran separadas las actividades productivas e improductivas, indicando que **el tiempo total de las actividades productivas es de 1,079 minutos y el tiempo total de las actividades improductivas es de 432 minutos.**

Con base en los resultados de la Tabla 3. 19 si sólo se conservan las actividades productivas, **el proceso de compras se reduciría de 1,511 minutos (**determinado en la Sección 3.5.1.4) **a 1,079 minutos: una reducción del 28%.**

3.9.3 Fase 2: Convertir actividades productivas en actividades improductivas

Después de separar las actividades productivas, de las improductivas, se conservaron únicamente las actividades productivas (Sección 3.9.2). A cada una las actividades productivas resultante se les realizaron los siguientes cuestionamientos:

5. La actividad debe ser realizada por otro departamento.
6. La actividad se repite innecesariamente.

En resultado de este análisis determinó que 4 actividades productivas podían convertirse en improductivas, tal como se muestra en
Tabla 3. 20, donde se observa que **el proceso de compras se redujo** de **1,079 minutos a 742 minutos: una reducción del 31%,** adicional al 28% obtenido en la Fase 1 (Sección 3.9.2).

3.9.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas

En la

Tabla 3. 21 se realizó una propuesta para el mejoramiento de tres actividades productivas, obtenidas en la Fase 2 (Sección 3.9.2). Con base en los resultados obtenidos en la

Tabla 3. 21, la propuesta de mejoramiento consistió en la implementación de un *software* administrativo y contable, de bajo costo o de uso libre, para estandarizar las actividades y reducir sus tiempos.

Tabla 3. 18 Identificación de las actividades productivas e improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

No.	Operación	Criterio utilizado	Tipo de operación	Tiempo (min)
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	1	Productiva	3
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	Productiva	3
3	Entregar equipo de protección personal.	2 y 3	Improductiva	18
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	1	Productiva	57
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	1	Productiva	293
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	1	Productiva	140
7	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	2, 3 y 4	Improductiva	22
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	1	Productiva	8
9	Regresar al área de trabajo	2, 3 y 4	Improductiva	5
10	Entregar uniformes.	2 y 3	Improductiva	26
11	Esperar la aprobación de la orden de compra	2	Improductiva	38
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	1	Productiva	3
13	Comunicar al departamento de finanzas para acordar el método de pago.	1	Productiva	15
14	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	1	Productiva	17
15	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	1	Productiva	32
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	1	Productiva	112
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.	1	Productiva	22
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	1	Productiva	24
19	Salir del área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	22
20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.	1	Productiva	18
21	Aceptar el material si es correcto	1	Productiva	5
22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.	1	Productiva	32
23	Atender proveedores.	2	Improductiva	19
24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.	1	Productiva	245
25	Corregir facturas.	2 y 3	Improductiva	226
26	Recibir facturas pendientes de entregar por parte de proveedores.	2 y 3	Improductiva	43
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	1	Productiva	34
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	1	Productiva	12
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	1	Productiva	4
30	Generar vales de salida de material.	2 y 3	Improductiva	13
Total				**1511**

Tabla 3. 19 Separación de actividades productivas de improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de compras					
Actividad productiva			**Actividad improductiva**		
No.	**Operación**	**Tiempo (min)**	**No.**	**Operación**	**Tiempo (min)**
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	3	3	Entregar equipo de protección personal.	18
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	3	7	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	22

4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	57	9	Regresar al área de trabajo	5
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	293	10	Entregar uniformes.	26
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	140	11	Esperar la aprobación de la orden de compra	38
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	8	19	Salir del área de trabajo.	22
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	3	23	Atender proveedores.	19
13	Comunicar al departamento de finanzas para acordar el método de pago.	15	25	Corregir facturas.	226
14	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	17	26	Recibir facturas pendientes de entregar por parte de proveedores.	43
15	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	32	30	Generar vales de salida de material.	13
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	112	**Total**		**432**
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.	22			
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	24			
20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.	18			
21	Aceptar el material si es correcto	5			
22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.	32			
24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.	245			
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	34			
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	12			
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	4			
Total		**1079**			

Tabla 3. 20 Conversión de actividades productivas en improductivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de compras						
Actividad productiva			**Actividad productiva convertida en improductiva**			
No.	**Operación**	**Tiempo (min)**	**No.**	**Operación**	**Criterio**	**Tiempo (min)**
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	3	2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	3
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	57	20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.	2	18
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	293	21	Aceptar el material si es correcto	2	5
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	140	22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.	2	32

8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	8	24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.	1	245
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	3	27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	1	34
13	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	15	**Total**			**337**
14	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	17				
15	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	32				
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	112				
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo	22				
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	24				
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	12				
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	4				
Total		**742**				

Tabla 3. 21 Mejoramiento de actividades productivas del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de compras				
Actividad productiva			**Método actual**	**Mejoramiento**
No	**Operación**	**Tiempo (min)**		
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	3	Las requisiciones se entregan en papel	Implementación de un *Software* administrativo y contable para generar requisiciones
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	57		
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	293		
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	140	El alta de proveedor se realiza en un sistema utilizado únicamente por compra	Implementación de un *Software* administrativo y contable para el alta de proveedores en una base de datos compartida
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	8		
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	3	Las órdenes de compra se generan en papel con distintas especificaciones	Implementación de un *Software* administrativo y contable para generar órdenes de compra estandarizadas
13	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	15		
14	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	17		
15	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	32		

16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	112		
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo	22		
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	24		
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	12		
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	4		
Total		**742**		

3.10 Proceso de ventas: reducir tiempo de respuesta de atención a clientes mediante la adaptación de SMED

El proceso de ventas es uno de los elementos que conforman al indicador de desempeño: tiempo de respuesta de atención a clientes (Sección 3.3.3); por lo tanto, para el mejoramiento del indicador de desempeño se implementaron las cuatro fases de la adaptación de SMED, mencionadas previamente en la Sección 3.8.

3.10.1 Fase preliminar: Identificar actividades productivas e improductivas

Para identificar las actividades productivas e improductivas, dentro del proceso de ventas del departamento de ventas, se realizaron las actividades siguientes:

- Obtener listado de actividades del proceso de ventas.
- Elaborar diagrama de flujo del proceso de ventas.
- Medir tiempo de las actividades del proceso de ventas.
- Definir actividades productivas e improductivas del proceso de ventas.

3.10.1.1 Obtener listado de actividades del proceso de ventas

Para la obtención del listado de las actividades, del proceso de ventas, se realizó una visita a la empresa en la cual se conversó con el personal del departamento y se observó el proceso. De la visita se obtuvieron los tiempos preliminares de las actividades, del proceso de ventas, que se muestran en el Anexo 5.

3.10.1.2 Elaborar diagrama de flujo del proceso de ventas

Para elaborar el diagrama de flujo del proceso de ventas, de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se utilizaron las actividades del Anexo 5. En este diagrama de flujo se menciona el tiempo de duración de algunas actividades y si la actividad corresponde a una operación, transporte, inspección, almacenamiento o demora. El diagrama completo se muestra en el Anexo 6.

3.10.1.3 Medir tiempo de las actividades del proceso de ventas

Para la medición del tiempo de las actividades del proceso de ventas, que se tarda el personal que conforma al departamento, se realizaron los pasos siguientes:

- Medición de tiempos preliminares. Se realizó la toma de 10 ciclos de las actividades realizadas durante el proceso de ventas (Sección 3.5.2.1).
- Cálculo de la muestra de los procesos a evaluar. Se realizó el cálculo de los ciclos óptimos, con la ecuación de Kanawaty y la de Niebel, para validar estadísticamente los resultados. Se obtuvieron 6 y 5 ciclos, respectivamente (Sección3.5.2.2).

Tabla 3. 22 Diagrama de flujo del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de ventas

Resumen de actividades

Tipo de actividad	Presente No.	Presente Tiempo	Propuesto No.	Propuesto Tiempo	Diferencia No.	Diferencia Tiempo
Operaciones	28	964	16	536	12	428
Transportes	7	49	6	41	1	8
Inspecciones	4	79	2	38	2	41
Demoras	10	508	4	265	6	243
Almacenamientos	0	0	0	0	0	0

Datos del proceso

Empresa:	Empresa en estudio	
Proceso:	Proceso de ventas	
Análisis:	Hombre ○	Proceso ☒

No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ACCIÓN: ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar: SECUENCIA	Cambiar: LUGAR	Cambiar: PERSONA	MEJORAR
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	●	➡	■	D	▼	3							
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	5							
3	Realizar una cotización preliminar.	●	➡	■	D	▼	46							
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	12							
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	●	➡	■	D	▼	128							
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	8							
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	●	➡	■	D	▼	36							
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
43	Esperar la factura.	●	➡	■	D	▼	32	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.	●	➡	■	D	▼	12	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	●	➡	■	D	▼	32	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
46	Actualizar la base de datos de pagos.	●	➡	■	D	▼	89	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	●	➡	■	D	▼	62	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	●	➡	■	D	▼	5	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
49	Realizar un reporte de ingresos.	●	➡	■	D	▼	46	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	●	➡	■	D	▼	3	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					

- Medición de tiempos faltantes. Debido a que el tamaño de la muestra para obtener validez estadística del estudio fue de 6 y 5 ciclos óptimos y la medición de los tiempos

preliminares fue de 10 ciclos, no fue necesario medir tiempos faltantes, pero si se consideraron los tiempos de los 10 ciclos (Sección 3.5.2.3).

- Determinar el tiempo total. Para obtener el tiempo total, que se tarda el personal del departamento de ventas en realizar las actividades del proceso de ventas, se obtuvo un promedio del tiempo total, en minutos, de los 10 ciclos óptimos medidos previamente. El tiempo promediado fue de 1,603 minutos (Sección 3.5.2.4).

3.10.1.4 Definir actividades productivas e improductivas del proceso de ventas

Para definir las actividades productivas, de las improductivas, realizadas durante el proceso de ventas, se realizó la Tabla 3. 23 utilizando los siguientes criterios:

1. Si la actividad no genera demoras al proceso de ventas, es una actividad productiva.
2. Si la actividad genera demoras al proceso de ventas, es una actividad improductiva.
3. Si la actividad involucra salir del proceso de ventas, es una actividad improductiva.
4. Si la actividad involucra salir del área de trabajo, es una actividad improductiva.

Tabla 3. 23 Identificación de las actividades productivas e improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

No.	Operación	Criterio utilizado	Tipo de operación	Tiempo (min)
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	1	Productiva	3
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	1	Productiva	5
3	Realizar una cotización preliminar.	1	Productiva	46
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	1	Productiva	12
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	1	Productiva	128
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	1	Productiva	8
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	1	Productiva	36
8	Ajustar la cotización.	1	Productiva	5
9	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para la revisión de la cotización.	2, 3 y 4	Improductiva	18
10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	1	Productiva	103
11	Regresar al área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	2
12	Ajustar la cotización.	1	Productiva	5
13	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	2, 3 y 4	Improductiva	12
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	1	Productiva	81
15	Regresar al área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	3
16	Finalizar la cotización.	1	Productiva	12
17	Enviar la cotización al cliente.	1	Productiva	2

No.	Operación	Criterio utilizado	Tipo de operación	Tiempo (min)
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	1	Productiva	135
19	Esperar el pago del servicio	1	Productiva	80
20	Se verifica el pago con facturación.	1	Productiva	25
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	1	Productiva	16
22	Agendar la maniobra con el cliente	1	Productiva	29
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	1	Productiva	93
24	Salir del área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	7
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	1	Productiva	17
26	Aclarar dudas con los operadores.	1	Productiva	19
27	Regresar al área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	4
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	1	Productiva	15
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	1	Productiva	26
30	Recoger reportes de horas de las actividades realizadas por los operadores durante el servicio.	2 y 3	Improductiva	35
31	Esperar los reportes de horas faltantes.	2 y 3	Improductiva	58
32	Realizar el concentrado de reportes de horas.	2 y 3	Improductiva	9
33	Salir del área de trabajo para solicitar revisión de reportes de horas a RR. HH.	2, 3 y 4	Improductiva	3
34	Revisar los reportes de horas.	2 y 3	Improductiva	26
35	Mandar el concentrado de reportes de horas a RR.HH.	2 y 3	Improductiva	4
36	Regresar al área de trabajo.	2, 3 y 4	Improductiva	3
37	Realizar una remisión de las horas trabajadas.	2 y 3	Improductiva	29
38	Atender operadores.	2 y 3	Improductiva	11
39	Mandar la remisión al cliente.	2 y 3	Improductiva	14
40	Esperar la aprobación la remisión por parte del cliente.	2 y 3	Improductiva	126
41	Esperar el pago de la remisión por parte del cliente.	2 y 3	Improductiva	49
42	Confirmar el pago de la remisión.	2 y 3	Improductiva	8
43	Esperar la factura.	2 y 3	Improductiva	32
44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.	2 y 3	Improductiva	12
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	2 y 3	Improductiva	32
46	Actualizar la base de datos de pagos.	2 y 3	Improductiva	89
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	2 y 3	Improductiva	62
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	2 y 3	Improductiva	5
49	Realizar un reporte de ingresos.	2 y 3	Improductiva	46
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	2 y 3	Improductiva	3
Total				**1603**

3.10.2 Fase 1: Separar actividades productivas e improductivas

Para la separación de las actividades productivas de las improductivas, realizadas durante el proceso de ventas, se realizó la Tabla 3. 24 en la cual se separaron las actividades con base en los criterios utilizados en la Tabla 3. 23 (Sección 3.10.1.4).

En la Tabla 3. 24 se muestran separadas las actividades productivas e improductivas, indicando que **el tiempo total de las actividades productivas es de 901 minutos y el tiempo total de las actividades improductivas es de 702 minutos.**

Con base en los resultados de la Tabla 3. 24 si sólo se conservan las actividades productivas, **el proceso de compras se reduciría de 1,603 minutos (**determinado en la Sección 3.5.2.4) **a 901 minutos: una reducción del 56%.**

Tabla 3. 24 Separación de actividades productivas de improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de ventas					
Actividad productiva			**Actividad improductiva**		
No.	**Operación**	**Tiempo (min)**	**No.**	**Operación**	**Tiempo (min)**
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	3	9	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para la revisión de la cotización.	18
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	5	11	Regresar al área de trabajo.	2
3	Realizar una cotización preliminar.	46	13	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	12
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12	15	Regresar al área de trabajo.	3
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	128	24	Salir del área de trabajo.	7
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	8	27	Regresar al área de trabajo.	4
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	36	30	Recoger reportes de horas de las actividades realizadas por los operadores durante el servicio.	35
8	Ajustar la cotización.	5	31	Esperar los reportes de horas faltantes.	58
10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	103	32	Realizar el concentrado de reportes de horas.	9
12	Ajustar la cotización.	5	33	Salir del área de trabajo para solicitar revisión de reportes de horas a RR. HH.	3
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	81	34	Revisar los reportes de horas.	26
16	Finalizar la cotización.	12	35	Mandar el concentrado de reportes de horas a RR.HH.	4
17	Enviar la cotización al cliente.	2	36	Regresar al área de trabajo.	3
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	135	37	Realizar una remisión de las horas trabajadas.	29
19	Esperar el pago del servicio	80	38	Atender operadores.	11
20	Se verifica el pago con facturación.	25	39	Mandar la remisión al cliente.	14
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	16	40	Esperar la aprobación la remisión por parte del cliente.	126
22	Agendar la maniobra con el cliente	29	41	Esperar el pago de la remisión por parte del cliente.	49
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	93	42	Confirmar el pago de la remisión.	8
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	17	43	Esperar la factura.	32
26	Aclarar dudas con los operadores.	19	44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.	12

Proceso de ventas					
Actividad productiva			Actividad improductiva		
No.	Operación	Tiempo (min)	No.	Operación	Tiempo (min)
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	15	45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	32
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	26	46	Actualizar la base de datos de pagos.	89
Total		901	47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	62
			48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	5
			49	Realizar un reporte de ingresos.	46
			50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	3
			Total		702

3.10.3 Fase 2: Convertir actividades improductivas en actividades productivas

Después de separar las actividades productivas, de las improductivas, se conservaron únicamente las actividades productivas (Sección 3.10.2). A cada una las actividades productivas resultante se les evaluó con la pregunta siguiente: ¿La actividad se repite innecesariamente?

En resultado de este análisis determinó que 2 actividades productivas podían convertirse en improductivas, tal como se muestra en
Tabla 3. 25.

Con base en los resultados de la
Tabla 3. 25 se muestra que **el proceso de ventas se redujo** de **903 minutos a 886 minutos: una reducción del 11%,** adicional al 56% obtenido en la Fase 1 (Sección 3.10.2)

Tabla 3. 25 Conversión de actividades productivas en improductivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de ventas						
Actividad productiva			Actividad productiva convertida en improductiva			
No.	Operación	Tiempo (min)	No.	Operación	Criterio	Tiempo (min)
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	3	8	Ajustar la cotización.	2	5
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	5	10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	2	103
3	Realizar una cotización preliminar.	46	Total			108

4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	128
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	8
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	36
12	Ajustar la cotización.	5
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	81
16	Finalizar la cotización.	12
17	Enviar la cotización al cliente.	2
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	135
19	Esperar el pago del servicio	80
20	Se verifica el pago con facturación.	25
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	16
22	Agendar la maniobra con el cliente	29
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	93
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	17
26	Aclarar dudas con los operadores.	19
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	15
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	26
Total		**886**

3.10.4 Fase 3: Mejorar actividades productivas

En la Tabla 3. 26 se realizó una propuesta para el mejoramiento de cinco actividades productivas, obtenidas en la Fase 2 (Sección 3.10.2). Con base en los resultados obtenidos de la Tabla 3. 26, se muestran las dos siguientes propuestas de mejoras de las actividades productivas:

- Implementación de un *software* calendario *online* que permita a los agentes vendedores verificar la disponibilidad del equipo rentado en tiempo real.
- Implementación de un *software* administrativo y contable, de bajo costo o de uso libre, para estandarizar las actividades y reducir sus tiempos

Tabla 3. 26 Mejoramiento de actividades productivas del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Proceso de ventas		
Actividad productiva	**Método actual**	**Mejoramiento**

No	Operación	Tiempo (min)		
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	3		
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	5		
3	Realizar una cotización preliminar.	46	Las cotizaciones se realizan a percepción del agende vendedor	Implementación de un *Software* administrativo y contable para estandarizar cotizaciones
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12		
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	128		
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	8		
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	36		
12	Ajustar la cotización.	5	Las cotizaciones se realizan a percepción del agende vendedor	Implementación de un *Software* administrativo y contable para estandarizar cotizaciones
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	81	La aprobación depende de la disponibilidad de la alta gerencia	Implementación de un *Software* administrativo y contable para estandarizar precios
16	Finalizar la cotización.	12	Las cotizaciones se realizan a percepción del agende vendedor	Implementación de un *Software* administrativo y contable para estandarizar cotizaciones
17	Enviar la cotización al cliente.	2		
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	135		
19	Esperar el pago del servicio	80		
20	Se verifica el pago con facturación.	25		
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	16	Se utiliza un calendario físico	Implementación de un calendario *online* actualizado en tiempo real
22	Agendar la maniobra con el cliente	29		
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	93		
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	17		
26	Aclarar dudas con los operadores.	19		
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	15		
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	26		
Total		**886**		

3.11 Validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso, de compras y ventas, contra el tiempo del proceso actual

Después generar un nuevo proceso, resultado de la adaptación de SMED a los procesos de compras y ventas, fue necesario validar los resultados estadísticamente para comprobar el mejoramiento del indicador de desempeño: tiempo de respuesta de atención a clientes (Sección 3.3.3).

Para la validación estadística se realizó la prueba de hipótesis con diferencias de medias y varianzas iguales (Sección 2.4.2.1). Dicha validación estadística se realizó tanto al proceso actual como al nuevo proceso de compras y ventas.

3.11.1 Proceso de compras: validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso contra el tiempo del proceso actual

Al comparar el tiempo proceso actual, del proceso de compras, contra el tiempo resultante de la adaptación de SMED se requiere validar estadísticamente si existe una reducción en el tiempo del nuevo proceso.

La validación estadística exige comprobar la igualdad de varianzas a fin de establecer el modelo estadístico a utilizar. La comprobación, realizada en el Anexo 8, demostró que los procesos cuentan con varianza iguales.

El modelo estadístico utilizado es la distribución *t-student,* aplicada a la diferencia de medias, de acuerdo con las características del problema, es decir, ambos procesos cuentan con un tamaño de muestra de 10 ciclos, el promedio del tiempo de cada ciclo, varianzas iguales, y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Para llevar a cabo dicha validación estadística se realizaron los pasos siguientes:

1. Se planteó a la pregunta: ¿Existe disminución en el tiempo del nuevo proceso respecto al tiempo del proceso actual?

2. Se concentraron los tiempos promedio, de 10 ciclos, del proceso actual y del nuevo proceso (
3. Se realizó la gráfica de distribución t-*student (*Figura 3. 43*).*
4. Se calculó el valor de T y de *P-value* usando el *software* Minitab. El resultado del valor T fue de 11.84 y el valor de *P-value* fue de 0.000, ambos valores para el proceso de compras (Figura 3. 44).
5. Se tomó la decisión de rechazar H_0, de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación del valor T contra el valor crítico de la distribución *t-student* (Ecuación 3.13) y de la comparación del valor de *P-value* contra el valor del nivel de significancia (Ecuación 3.14).

$$11.84 > 1.734 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 13)}$$

$$0.0000 < 0.05 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 14)}$$

Tabla 3. 27 Tiempo promediado del proceso de compras actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo promediado del proceso de compras										
Proceso	Ciclos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actual	1734	1468	1333	1359	1385	1407	1772	1490	1421	1772
Nuevo	928	598	782	827	675	669	854	780	626	702

6. Hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula H_0, por lo que se puede asumir que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera. Asumiendo que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera, entonces **el tiempo del proceso actual de compras es mayor que el tiempo del nuevo proceso.**

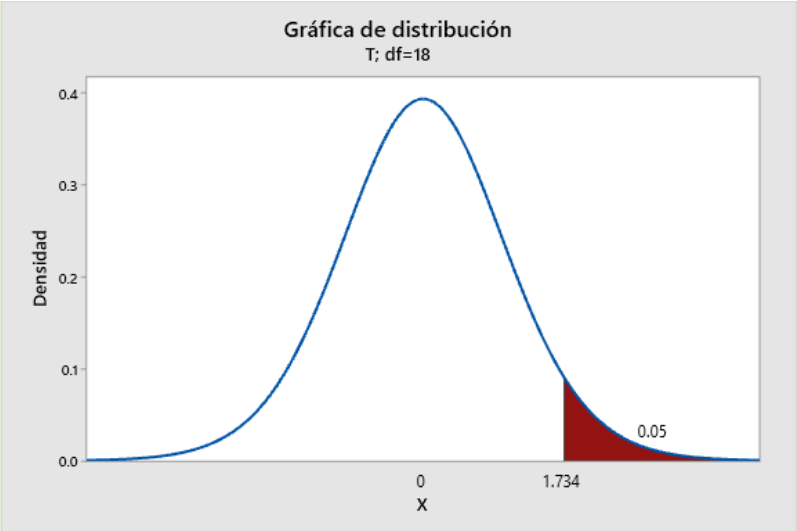


Figura 3. 43 Gráfica de la distribución t-student (Fuente: Minitab).

3.11.2 Proceso de ventas: validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso contra el tiempo del proceso actual

Al comparar el tiempo proceso actual, del proceso de ventas, contra el tiempo resultante de la adaptación de SMED se requiere validar estadísticamente si existe una reducción en el tiempo del nuevo proceso.

La validación estadística exige comprobar la igualdad de varianzas a fin de establecer el modelo estadístico a utilizar. La comprobación, realizada en el Anexo 9, demostró que los procesos cuentan con varianzas iguales.

El modelo estadístico utilizado es la distribución *t-student,* aplicada a la diferencia de medias, de acuerdo con las características del problema, es decir, ambos procesos cuentan con un tamaño de muestra de 10 ciclos, el promedio del tiempo de cada ciclo, varianzas iguales, y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

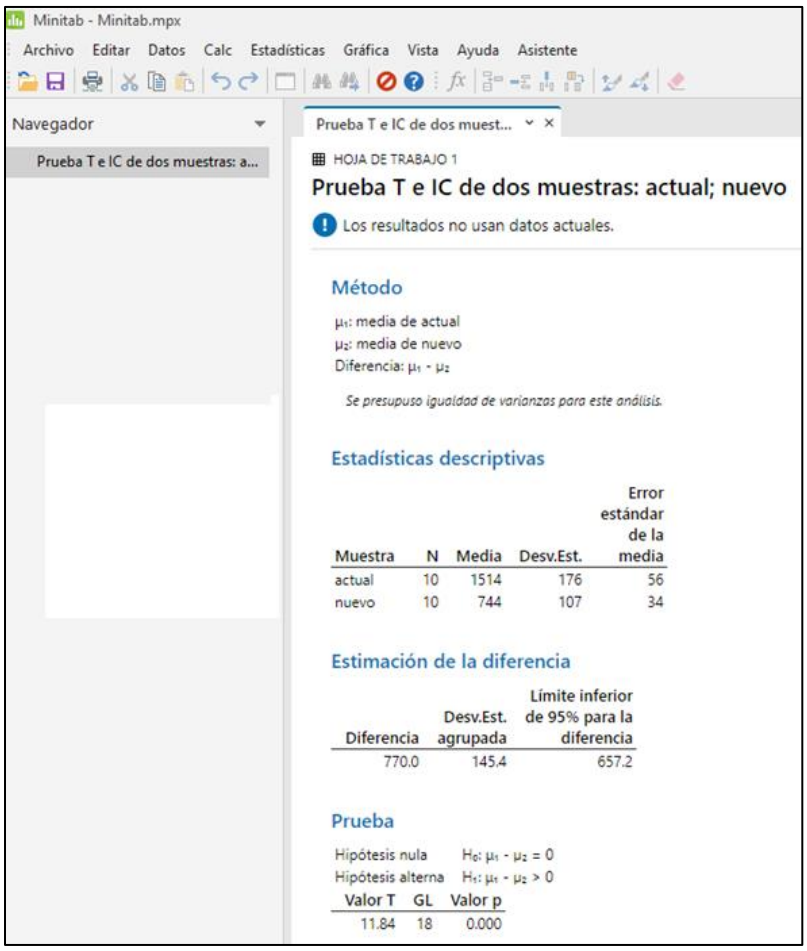


Figura 3. 44 Valor de P-value para el proceso de compras (Fuente: Minitab)

7.).
8. Se determinó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) de la siguiente manera:

$Hipótesis$		
$Nula \rightarrow H_0$	H_0: El tiempo del nuevo proceso es igual al tiempo del proceso actual.	$H_0: \mu_1 = \mu_2$
$Alternativa \rightarrow H_1$	H_1: El tiempo del proceso actual es mayor que el tiempo del nuevo proceso.	$H_1: \mu_1 > \mu_2$

9. Se realizó la gráfica de distribución t-*student (*Figura 3. 43*).*

10. Se calculó el valor de T y de *P-value* usando el *software* Minitab[5]. El resultado del valor T fue de 11.84 y el valor de *P-value* fue de 0.000, ambos valores para el proceso de compras (Figura 3. 44).
11. Se tomó la decisión de rechazar H_0, de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación del valor T contra el valor crítico de la distribución *t-student* (Ecuación 3.13) y de la comparación del valor de *P-value* contra el valor del nivel de significancia (Ecuación 3.14).

$$11.84 > 1.734 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 13)}$$

$$0.0000 < 0.05 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 14)}$$

Tabla 3. 27 Tiempo promediado del proceso de compras actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo promediado del proceso de compras										
Proceso	Ciclos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actual	1734	1468	1333	1359	1385	1407	1772	1490	1421	1772
Nuevo	928	598	782	827	675	669	854	780	626	702

12. Hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula H_0, por lo que se puede asumir que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera. Asumiendo que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera, entonces **el tiempo del proceso actual de compras es mayor que el tiempo del nuevo proceso.**

[5] *Versión de prueba de 30 días*

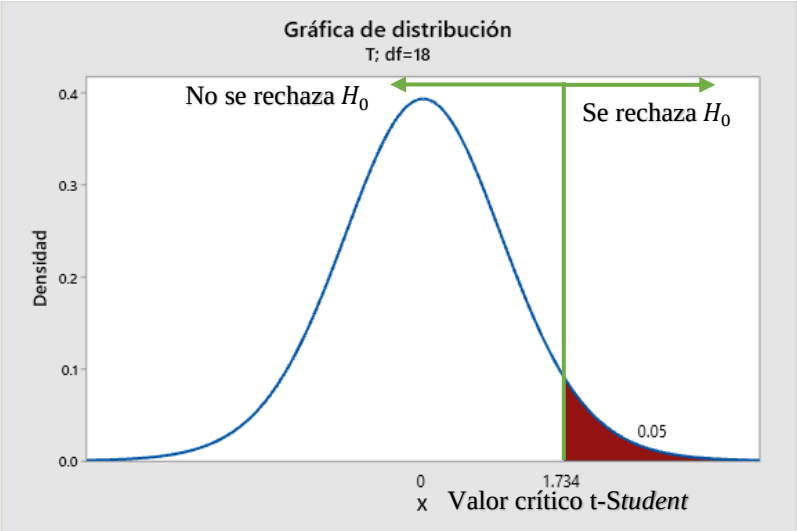


Figura 3. 43 Gráfica de la distribución t-student (Fuente: Minitab).

3.11.2 Proceso de ventas: validar estadísticamente la reducción del tiempo del nuevo proceso contra el tiempo del proceso actual

Al comparar el tiempo proceso actual, del proceso de ventas, contra el tiempo resultante de la adaptación de SMED se requiere validar estadísticamente si existe una reducción en el tiempo del nuevo proceso.

La validación estadística exige comprobar la igualdad de varianzas a fin de establecer el modelo estadístico a utilizar. La comprobación, realizada en el Anexo 9, demostró que los procesos cuentan con varianzas iguales.

El modelo estadístico utilizado es la distribución *t-student,* aplicada a la diferencia de medias, de acuerdo con las características del problema, es decir, ambos procesos cuentan con un tamaño de muestra de 10 ciclos, el promedio del tiempo de cada ciclo, varianzas iguales, y un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

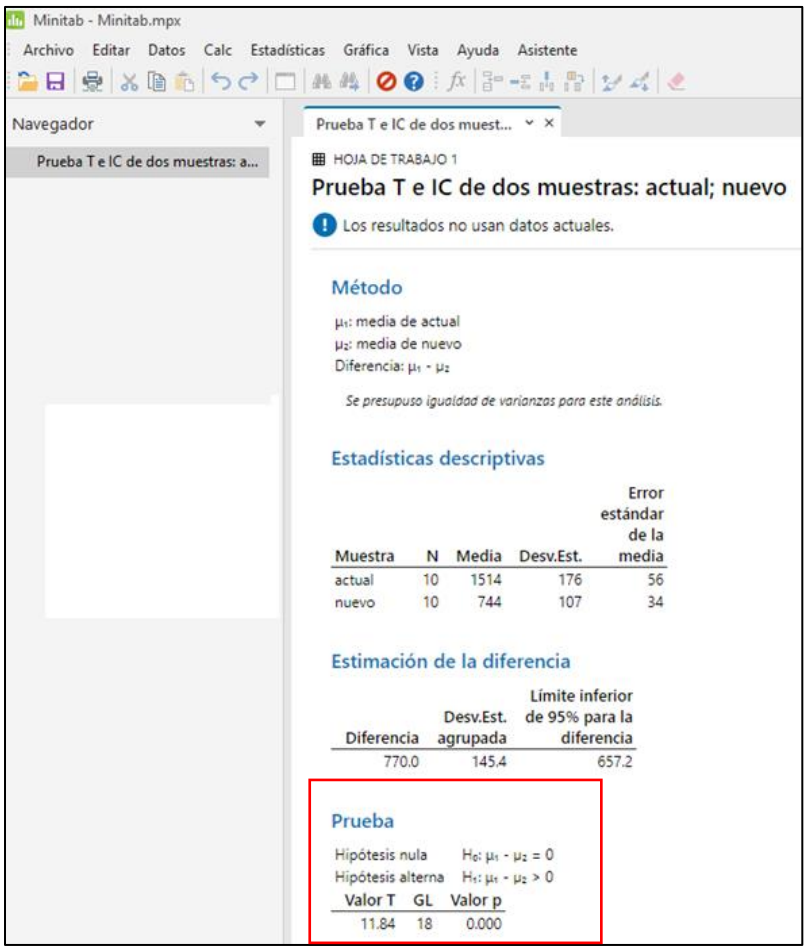


Figura 3. 44 Valor de P-value para el proceso de compras (Fuente: Minitab)

Para llevar a cabo dicha validación estadística se realizaron los pasos siguientes:

1. Se planteó a la pregunta: ¿Existe disminución en el tiempo del nuevo proceso respecto al tiempo del proceso actual?
2. Se concentraron los tiempos promedio, de 10 ciclos, del proceso actual y del nuevo proceso (
3. Tabla 3. 28).
4. Se determinó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) de la siguiente manera:

$Hipótesis$		
$Nula \rightarrow H_0$	H_0: El tiempo del nuevo proceso es igual al tiempo del proceso actual.	$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$Alternativa \rightarrow H_1$	H_1: El tiempo del proceso actual es mayor que el tiempo del nuevo proceso.	$H_1: \mu_1 > \mu_2$

5. Se realizó la gráfica de distribución t-*student* (Figura 3. 45).
6. Se calculó el valor de T y de *P-value* usando el *software* Minitab[6]. El resultado del valor T fue de 20.14 y el valor de *P-value* fue de 0.000, ambos valores para el proceso de ventas (Figura 3. 46).
7. Se tomó la decisión de rechazar H_0, de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación del valor T contra el valor crítico de la distribución *t-student* (Ecuación 3.15) y de la comparación del valor de *P-value* contra el valor del nivel de significancia (Ecuación 3.16).

$$20.14 > 1.734 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 15)}$$

$$0.0000 < 0.05 \rightarrow Se\ rechaza\ H_0 \quad \text{.....(3. 16)}$$

8. Hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula H_0, por lo que se puede asumir que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera. Asumiendo que la hipótesis alternativa H_1 es verdadera, entonces **el tiempo del proceso actual de ventas es mayor que el tiempo del nuevo proceso.**

Tabla 3. 28 Tiempo promediado del proceso de ventas actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia). (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo promediado del proceso de ventas										
Proceso	Ciclos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actual	1449	1684	1551	1669	1569	1714	1571	1623	1746	1499
Nuevo	681	826	704	722	896	828	830	776	938	745

[6] *Versión de prueba de 30 días*

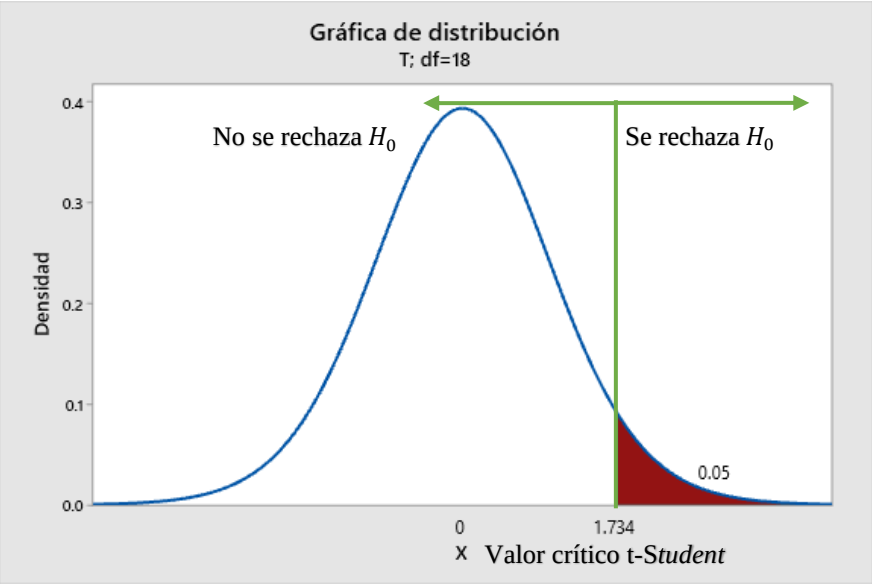


Figura 3. 45 Gráfica de la distribución t-student (Fuente: Minitab).

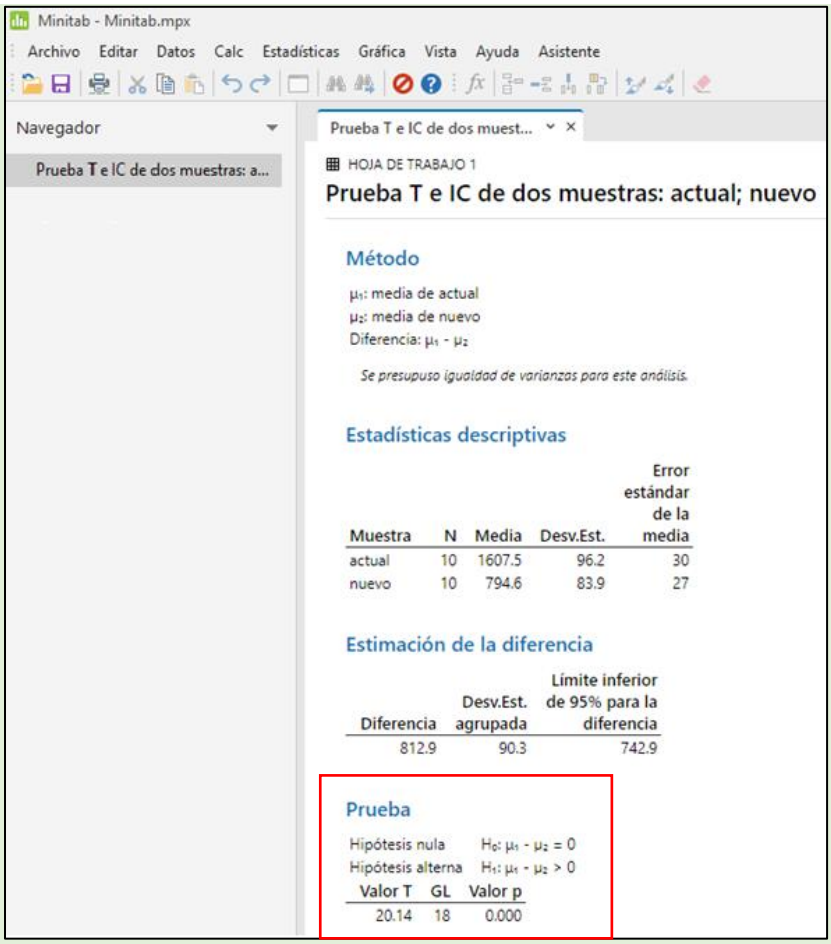


Figura 3. 46 Valor de P-value para el proceso de ventas (Fuente: Minitab)

3.12 Definir actividades de control y seguimiento

Antes de definir alguna actividad de control y seguimiento, para mantener la eficiencia del nuevo proceso, tanto en compras como en ventas, se elaboró el diagrama de causa y efecto de la Figura 3. 47. Este diagrama, que tiene la intención de proporcionar una visión general de los elementos identificados durante la ejecución del proyecto de investigación, se compone de los siguientes elementos:

- Una causa raíz, en la cual se debe trabajar para disminuir el indicador de desempeño (Sección 3.4.3).
- Dos causas que contribuyen en mayor medida a la mejora del indicador de desempeño, derivadas de la identificación de causas, a través del QFD (Sección 3.4.2.4) pero que ven afectadas por la causa raíz detectada.
- Seis causas secundarias, identificadas mediante el diagrama de Ishikawa (Sección 3.4.1.3) que se afectan por las dos causas previas.
- Dos elementos que conforman el indicador de desempeño (Sección 3.3.3) los cuales se ven afectados por seis causas secundarias.
- El indicador de desempeño (Sección 3.3.1) objeto de estudio del presente proyecto.

Analizando el diagrama de la Figura 3. 47, destaca que las dos causas que se ven afectadas, en primera instancia, por la causa raíz son el **entrenamiento de personal y la planificación de servicios**, por lo tanto, las actividades de control y seguimiento que se proponen se enfocan en la reducción de estas dos causas, con las cuales se pueden mejorar las causas secundarias, los elementos del indicador de desempeño y, en última instancia, el indicador de desempeño en estudio.

Las actividades sugeridas de control y seguimiento de los nuevos procesos de compras y ventas, para el entrenamiento del personal y planificación de servicios, se presentan en la Tabla 3. 29 y Tabla 3. 30, respectivamente. Estas actividades pretenden mejorar las 6 causas secundarias mostradas previamente en el diagrama de la Figura 3. 47.

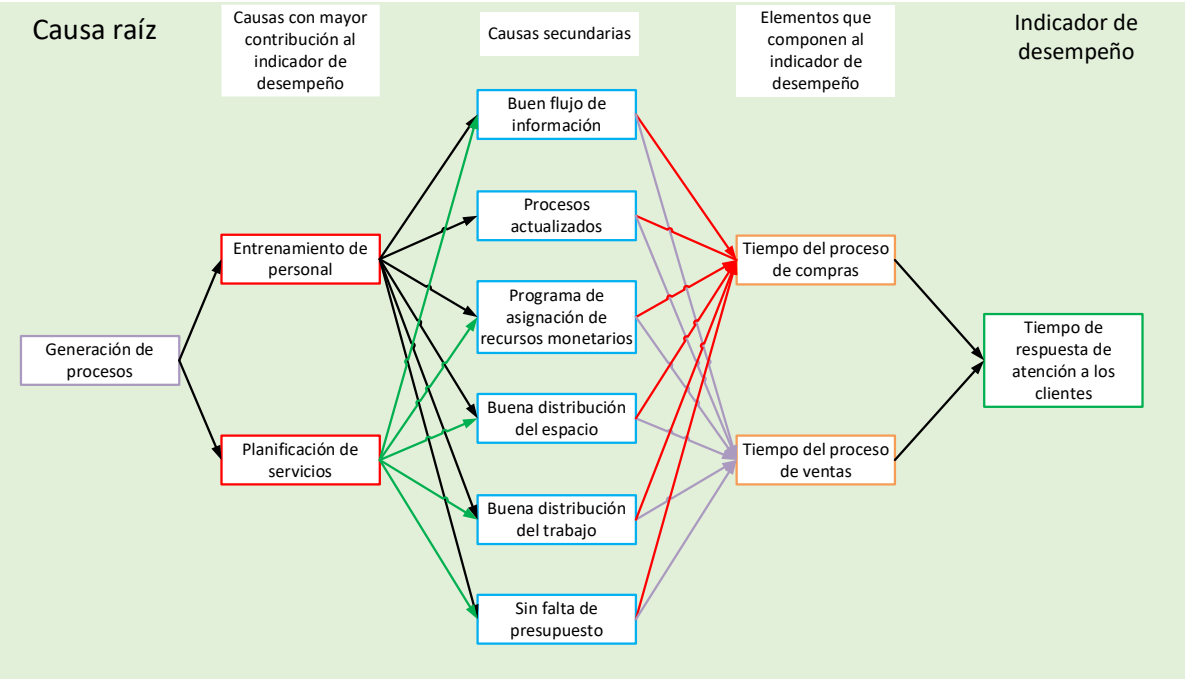


Figura 3. 47 Diagrama de causa-efecto de las acciones a realizar para el cumplimiento del indicador de desempeño (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 3. 29 Acciones por realizar para el entrenamiento del personal (Fuente: Elaboración propia).

Causa	Actividades sugeridas	Efecto	Efecto final: causas secundarias
Entrenamiento de personal	Encuesta de satisfacción	Ayuda a tomar medidas correctivas a inconformidades del personal	Buena distribución del trabajo
	Asignar puestos de trabajo de acuerdo con las aptitudes de cada trabajador	El trabajador realiza las actividades de su puesto con mayor facilidad	
	Reglas de asignación	Ayuda al trabajador a priorizar las actividades a realizar	
	Asignar puestos de trabajos definidos	Ayuda al trabajador a concentrarse sólo en las actividades que le corresponden	
		Se capacita al trabajador únicamente en las actividades correspondientes	Programa de asignación de recursos
	Normas de calidad	Ayuda al cumplimiento de los requerimientos de los clientes	
	Normas de seguridad	Previene accidentes entre los trabajadores	
	5'S	Reduce desperdicios	
		Mantiene el área de trabajo ordenada y limpia.	Buena distribución del espacio
	Diagnóstico de necesidades de capacitación	Identifica las actividades en las cuales la persona debe ser capacitado	Sin falta de presupuesto
			Procesos actualizados
	Tableros de mensajes en cada estación de trabajo	Ayuda a que el personal esté informado de las actividades que debe realizar	Buen flujo de información
	Calendario digital de actividades	Ayuda al personal a verificar los cambios de los servicios en tiempo real	

Tabla 3. 30 Acciones por realizar, relacionadas con la planificación de servicios, para el cumplimiento de los efectos finales (Fuente: Elaboración propia).

Causa	Actividades sugeridas	Efecto	Efecto final: causas secundarias
Planificación de servicios	Explosión de materiales de cada servicio	Determina los materiales necesarios durante un servicio de renta de grúas industriales	Buen flujo de información
	MRP	Programa los requerimientos de los materiales utilizados durante un servicio de renta de grúas industriales.	
	Listas de verificación	Ayuda al cumplimiento de los requerimientos de los clientes	
	Tableros de mensajes en cada estación de trabajo	Ayuda a que el personal esté informado de las actividades que debe realizar	
	Calendario digital de actividades	Ayuda al personal a verificar los cambios de los servicios en tiempo real	
	PERT	Determina la ruta crítica a seguir durante la planeación de un servicio de renta de grúas industriales.	Buena distribución del trabajo
	Reglas de asignación	Ayuda al trabajador a priorizar las actividades a realizar	
	Diagnóstico de necesidades de capacitación	Identifica las actividades en las cuales la persona debe ser capacitado	Procesos actualizados

3.15 Conclusión

La metodología utilizada fue de gran utilidad para cumplir con el objetivo del presente proyecto: disminuir tiempos de respuesta de atención a los clientes, mediante la mejora de los procesos de compras y ventas. Con la aplicación de la metodología se combinaron diversas herramientas de ingeniera industrial tales como el diagrama SIPOC, VSM, matriz de priorización, diagrama de Ishikawa, QFD, lluvia de ideas, diagrama de afinidad y la adaptación de SMED. Estas herramientas fueron utilizadas diagnosticar la situación real de la empresa, definir el indicador de desempeño, identificar causas que afectan al indicador de desempeño, evaluar los procesos, adaptar SMED a los procesos y validar estadísticamente los resultados mediante una prueba de hipótesis.

Capítulo 4
Resultados

En este capítulo se muestran los resultados de la aplicación de la metodología, descrita en el capítulo tres, para la disminución de los tiempos de atención a clientes mediante el mejoramiento de los procesos de compras y ventas. También se menciona el resultado de la validación estadística de la hipótesis inicial vs resultados de la adaptación de SMED.

Además, se presenta una sección sobre los productos académicos generados a lo largo de la investigación, que incluyen un artículo y la presente tesis, destacando su contribución a la resolución de problemas relacionados con la atención al cliente en empresas de servicios.

4.1 Discusión

Con la metodología utilizada, en el presente proyecto, se adaptó SMED a los procesos de compras y ventas de la empresa en estudio. Una vez concluidos los pasos de la metodología, se lograron mejoras significativas en la eficiencia de estos procesos, lo que tuvo un impacto positivo en la operación general de la empresa.

En el proceso de ventas, la reducción del tiempo fue relevante. Antes de la implementación de SMED, el proceso de ventas utilizaba un promedio de 1603.5 minutos. Tras la aplicación de la adaptación, este tiempo se redujo significativamente: a 788.6 minutos; lo que representó una disminución del 51.12%. Esta reducción en el tiempo de procesamiento de ventas permitirá una respuesta más ágil a las necesidades de los clientes y una mayor capacidad para gestionar un volumen de pedidos más elevado.

Por otro lado, en el proceso de compras, los resultados también son notables. Antes de la aplicación de SMED, el proceso de compras utilizaba un promedio de 1511.1 minutos. Después de implementar la adaptación de SMED, se logró reducir el tiempo de procesamiento a 749.1 minutos, lo que equivale a una reducción del 50.44%. Esta

disminución en el tiempo de procesamiento de compras permitirá una gestión más eficiente de los recursos y a una mayor agilidad en la adquisición de materiales y suministros.

Después de culminar el presente proyecto se mostró que los resultados obtenidos respaldan de manera sólida la hipótesis propuesta. Esta hipótesis afirmaba que los tiempos de respuesta en la atención a los clientes disminuirían en un 25% como consecuencia de las mejoras implementadas; sin embargo, con los resultados mostrados en la Sección 3.11.1 y Sección 3.11.12, se redujeron los tiempos en el proceso de compras un 50.44% y, en el proceso de ventas, un 51.12%.

El indicador de desempeño: disminuir tiempos de respuesta de atención a los clientes (Sección 3.3.1); conformado por el tiempo del proceso de compras y el tiempo del proceso de ventas (Sección 3.3.2); tuvo un desempeño inicial de 3,114 minutos (Sección 3.3.5).

Con la reducción de tiempos, del proceso de ventas y compras, obtenidos con la adaptación de SMED, **el desempeño del indicador fue de 1,537 minutos**. Con este resultado se **obtuvo una reducción en el tiempo del indicador de desempeño de 1,577 minutos (de 3114 a 1557 minutos) o 50.7%, superando la expectativa inicial: una disminución del 25%.**

En resumen, la adaptación de SMED tuvo un impacto positivo, tanto en el proceso de ventas como en el de compras. Los resultados numéricos revelan reducciones significativas en los tiempos de procesamiento en ambas áreas.

4.2 Productos académicos

En el transcurso del presente proyecto de investigación se generaron dos productos académicos, la presente tesis y un artículo publicado en la revista digital: Coloquio de Investigación Multidisciplinaria 2013, volumen 11, número 1.

El artículo, que tiene como título “determinación de acciones prioritarias para mejorar tiempos de atención a clientes en empresa de servicios”, trató sobre las inconformidades en los tiempos de atención a clientes, de una empresa de servicios, por lo que fue necesario

determinar acciones prioritarias para mejorarlos, mediante una metodología de cuatro pasos que involucró diversas técnicas de ingeniería industrial: SIPOC, *Value Stream Mapping* (VSM), diagrama de Ishikawa, matriz de priorización, lluvia de ideas y diagrama de relaciones. La aplicación de la metodología se enfocó en determinar causas y acciones para mejorar un indicador de desempeño: tiempo de atención a clientes. Con la metodología se logró la interrelación del diagrama de Ishikawa, matriz de priorización y diagrama de relaciones para determinar acciones prioritarias en busca de la mejora del indicador de desempeño.

Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se describen brevemente las conclusiones del presente proyecto de investigación, destacando algunas situaciones relevantes durante el desarrollo de la tesis. También se ofrecen recomendaciones para mantener estas mejoras.

Conclusiones

La presente investigación, orientada a la disminución de los tiempos de atención a clientes mediante la mejora en los procesos de compras y ventas, en la empresa en estudio, generó resultados de gran relevancia para la mejora de sus operaciones. Con la aplicación de la metodología, desarrollada en el capítulo tres, se lograron avances significativos en la mejora de los procesos, lo que respaldó la hipótesis inicial de que los tiempos de respuesta a los clientes disminuirían en un 25%.

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación se llevó a cabo un diagnóstico de la organización, que involucró entrevistas con diferentes departamentos y la creación de diagramas de procesos. Esto permitió identificar áreas de oportunidad en los departamentos de compras y ventas.

El objetivo principal de la investigación fue mejorar el tiempo de respuesta de atención a los clientes, y para lograrlo, se definió un indicador de desempeño, relacionado con los procesos de compras y ventas, y se utilizaron herramientas de la ingeniería industrial: el diagrama de Ishikawa y el QFD, de manera independiente; para identificar la causa raíz de los problemas.

Lo que resultó notable, y esencialmente valioso, fue que, aunque el diagrama de Ishikawa y QFD se utilizaron por separado, ambos enfoques llevaron a conclusiones similares. Las causas identificadas por ambas metodologías se correlacionaron de manera significativa, fortaleciendo así la validez de las causas identificadas y proporcionando una base sólida para la selección de la causa raíz y la posterior implementación de soluciones efectivas.

Durante el desarrollo del trabajo se adaptó SMED; ya que SMED se utiliza principalmente para reducir los tiempos de cambio o ajuste en la producción. La adaptación consistió en convertir actividades externas en improductivas y actividades internas en productivas, lo que sirvió para simplificar y mejorar los procesos de compras y ventas.

Los resultados obtenidos de la adaptación de SMED, se validaron estadísticamente mediante pruebas de hipótesis, con el propósito de determinar si estos resultados eran estadísticamente menores a los tiempos antes de la aplicación de la adaptación de SMED. La validación estadística fuer favorable ya que se superó la expectativa inicial de una disminución del 25% del tiempo del indicador de desempeño.

El desarrollo del presente proyecto permitió definir actividades de control y seguimiento, centrándose en las causas que más contribuyeron al indicador de desempeño, asimismo proporcionó soluciones prácticas para una problemática empresarial y demostró la utilidad de la aplicación de técnicas de ingeniería industrial en el contexto de una organización real.

Recomendaciones

Para mantener y fortalecer los resultados obtenidos en este proyecto, se recomiendan las siguientes acciones:

1. Continuar con la capacitación y el enfoque en la mejora continua del personal operativo en los departamentos de compras y ventas. Esta formación garantizará que las prácticas mejoradas se mantengan en el tiempo.
2. Establecer un sistema de estandarización de tiempos para cada uno de los procesos en la empresa, lo que facilitará la medición y la mejora continua.
3. Implementar la adaptación de SMED en áreas adicionales que puedan beneficiarse de la estandarización de procesos.
4. Mantener una comunicación efectiva entre los departamentos de ventas y compras para asegurar una colaboración eficiente y evitar problemas con los pedidos y la entrega de productos.

5. Establecer un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para la maquinaria y equipos, utilizados en los procesos de compras y ventas, para garantizar un funcionamiento óptimo.
6. Aplicar las 5S para mantener el orden y la limpieza en las áreas operativas y administrativas, lo que contribuirá a un entorno de trabajo más eficiente y organizado.

Estas recomendaciones apoyarán la consolidación de las mejoras establecidas para garantizar un enfoque continuo en la mejora de los procesos de compras y ventas de la empresa en estudio.

Finalmente, el autor expresa su satisfacción al concluir este proyecto dado que cada paso, cada análisis y cada evaluación de la situación han finalizado en el logro de los objetivos establecidos. Este trabajo representa no solo la culminación del esfuerzo individual del autor sino también el resultado de la colaboración y respaldo de mentores, colegas y de la comunidad académica en su conjunto.

La experiencia al realizar el presente proyecto ha sido intelectualmente grata, interesante y estimulante, debido a los continuos desafíos que presentó la problemática inicial, permitiendo al autor aplicar los conocimientos adquiridos durante la maestría en ingeniería industrial, además de la publicación de un artículo de investigación. Información con la cual el autor confía haber contribuido de manera significativa al dialogo académico sobre la disminución del tiempo de respuesta de atención a clientes a través de la mejora de los procesos de compras y ventas como un conjunto, y de ese modo, facilitar la labor a futuros investigadores del tema.

La presente tesis no solo es un documento académico sino que representa un testimonio de compromiso y dedicación, lo que le permitirá al autor la obtención del grado de maestra en ingeniería industrial.

Fuentes de información

Amaya López, D., & Silva Cano, J. M. (2013). *Optimización y mejora para el proceso de compras de una línea aérea*. Universidad de la Sabana.

Arias Victoria, J. E., & Loaiza Vasquez, A. J. (2016). *Propuesta de mejoramiento para el proceso de compra en una empresa de servicios*. Fundadcion Universitaria Católica Lumen Gentium.

Aya Parra, S. A., Ramos Páez, L. M., & Reyes Zabaleta, S. (2017). *Propuesta de diseño para la mejora de los procesos de compras y almacenamiento de la empreza de alzado IMACAL*. Pontificia Universidad Javeriana.

Azcuénega Linaza, L. M. (2007). *Manejo de cargas*. FC EDITORIAL.

Besterfield Dale, H. (2009). *Control de calidad*. Pearson.

Cáceres Obada, C. A. (2018). *Optimización del proceso de elaboracion y proceso de ventas de yogurth Nalé de la planta de lacteos CEPROBIS*. Universidad Católica de Santa María.

Camisón, Cruz, S., & González, T. (2006a). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (Cañizal Ed). Pearson Education, S.A.

Camisón, Cruz, S., & González, T. (2006b). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (Cañizal Ed). Pearson Education, S.A.

Carranza Rios, L. K. (2014). *Efectos de optimizacion del proceso de ventas para la mejora de tiempos de atencion al cliente del establecimiento CELIS S.R.L. en la cuidad de Cajamarca*. Universidad Privada del Norte.

Castro Díaz, S. D. (2018). *Propuesta de mejoramiento basada en la ISO 9001:2015 para los procesos de venta de productos y servicios de una estacion de servicios* (Universidad de América, Ed.).

Centeno Batallanos, J. J., & Leon Duran, G. (2021). *Mejorar la disponibilidad de equipos de camión grúa aplicando la Teoría de Restricciones par el servicio en unidades mineras del sur del Perú*.

CEPAL. (2023). Censo. *Celade Cepal*.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (p. 40). McGraw-Hill.

Chaves Palacios, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba, Revista de Historia*, *17*, 19–109.

Chávez Acosta, J. A. (2015). *Optimización del proceso de ventas en joyería aplicando mejora continua y gestión por procesos*. Univesidad Nacional Mayor de San Marcos.

Cirlot, J. E. (1960). La revolcuion industrial. *Cuadernos de Arquitectura*, 44.

Coelho, F. P. S., Silva, A. M., & Maniçoba, R. F. (2016). Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura. *Refas*, *3*(1), 31–45.

Contreras Cortés, F., Moreno Onorato, M. A., & Cámara Serrano, J. A. (2010). *Los inicios de la mineria. Laexplotación del mineral de cobre*.

Cossio, M. E. C. (2004). *Grúas torre*. Universidad Austral de Chile.

Empresa en estudio. (2022). *Departamento de recursos humanos*.

Escobar Barriga, C. V. (2019). *Evaluación y optimización del proceso de venta de productos químicos en una empresa químico farmacéutica con el objetivo de mejorar la experiencia de los clientes*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Espinosa Campo, J. C. (2013). *Propuesta de mejora a los procesos de compras de Almacenes Corona S.A.* Pontificia Universidad Javeriana.

Espinoza Ugarte, C. E. (2018). *Análisis del proceso de compras para diseñar una propuesta de indicadores de gestión que permita mejorar los procesos del área de compras*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Frías Díaz, M. A. (2018). *Propuesta para Optimización de Proceso de Ventas a través de la Herramienta SalesForce*. Facultad de ciencias económicas y administrativas.

García Elvira, A. (2015). *Mejora del sistema de gestión de partes de turno. Gestión de incidencias, informes y calendario.* Escuela superior de Ingeniería y Tecnologí.

Giraldo Giraldo, R. A. (2017). *Mejoramiento del proceso de compras de la Constructora SSINCO S.A.S.* Universidad Católica de Manizales.

Gomez, L. E., & Rojas, J. H. (2011). *Optimización en el proceso de compras de Medidores-Tecnica-Equipos S.A.* Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Google. (2023). *Calendario de Google. [JPG]. workspace.google.com.* https://workspace.google.com/intl/es/products/calendar/#

Granda Hervas, X. N. (2017). *Levantamiento de los Procesos de la Cadena de Valor del Área de Ventas en Proauto*. Universidad San Francisco de Quito.

Guerra, J. A. (2019). *Gestión por procesos. Guía de implementación*.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (pp. 198–199). Mc Graw Hill.

Huerta, S., Martin, R., Soler, R., & Zaragozá, A. (2009). Historia de la construcción: la fundación de una disciplina. *Actas Del Sexto Congreso Nacional de Historia de La Construcción*, 7.

Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad* (illustrate). Ed. Díaz de Santos, 1994.

Kanawaty, G. (2005). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta. ed.). Editorial CECSA.

Keyte, B., & Locher, D. A. (2016). *The complete Lean enterprise*.

Laguna, E. C. (1982). Revolución industrial y minería en la primera mitad del siglo XIX en España. La aportación de J. Ezquerra del Bayo. *Universistas Tarraconesis. Revista de Geografia, Historia y Filosofia.*, *5*, 35–48.

Landes, D. S. (1979). *Progreso tecnológico y revolución industrial* (TEcnos, Ed.).

Lee, Q., & Snyder, B. (2007). *The Strategos Guide to Value Stream & Process Mapping*. Enna Products Corporation.

López Romo, H. (1998a). Técnicas de investigacion en sociedad, cultura y comunicación. In *La metodología de encuesta*.

López Romo, H. (1998b). Técnicas de investigacion en sociedad, cultura y comunicación. In *La metodología de encuesta*.

Mannes, J. F., Pitz, A., Fraga, I. S., & Martins, Z. B. (2018). Quality management in the food sector: A case study in a fridge. *RSD*, *7*(3).

Martínez Arias, J. A., & Sotelo Sotelo, J. F. (2014). *Propuesta de mejoramiento del proceso administrativo de ventas de tiempos compartidos de Zuana Beach Resort*. Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI.

Martínez, M. (2022). *Comunicacion personal*.

Martínez Pedrós, D., & Milla Gutiérrez, A. (2005). Visión, misión, valores corporativos y objetivos estratégicos. In D. de Santos (Ed.), *La elaboracion del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral* (pp. 19–29).

MHIA, M. H. I. of A. (2022). *Glossary MHIA*. https://www.mhi.org/glossary

Moliner, M. (1984). *Diccionario del uso español. v 1-2*.

Morales Zúñiga, V. P. (2019). *Mejora contínua de procesos para optimizar la gestión de compras de la Unidad Ejecutora 020 de la Direccion de Sanidad Policial del Perú, 2019*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Niebel, Bejamin. (1996). *Estudio de tiempos y movimientos*. Séptima edición: Alfaomega.

Nieto Laespada, F., Muñoz Hernandéz, J. L., Miguel Enguia, V., & Serrano Gómez, L. (2018). *Implantación de un tablero Kanban en un proceso de fabricación de helicópteros*. http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1601/AT03-004_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nieto Zambrano, A. A. (2014). *Implementación de la metodología seis sigma para el mejoramiento continuo del proceso de venta de servicios tecnológicos y comunicaciones en ECUADOTELECOM S.A.* Universidad Politecnica Salesiana.

Office Depot. (2023a). *Pizarrón de corcho. [JPG]. www.officedepot.com.mx*.

Office Depot. (2023b). *Mampara. [JPG]. www.officedepot.com.mx*. https://www.officedepot.com.mx/officedepot/en/Categoría/Todas/Oficina/Planificación/Pizarrones-Blancos/Mampara-Mobile-Board-Lux-Met-Alfra-1-50-x-1-10-m-Blanco/p/100128458

Office Depot. (2023c). *Pizarrón blanco. [JPG]. www.officedepot.com.mx.* https://www.officedepot.com.mx/officedepot/en/Categoría/Todas/Oficina/Planificación/Pizarrones-Blancos/PIZZARON-BLANCO-WHITESTAR-%28MELAMINA%2C-120X180%29/p/43203

Palomo, M. T. (2008). *Liderazgo y motivación de equipo de trabajo* (Quinta ed). ESIC.

Pellegrini, S. (2015). *Ordenando el caos: Gestión y modelamiento de los procesos en la industria de la comunicación*. Ediciones UC.

Riquelme Torres, R. A., & Villena Moya, A. A. (2011). *Una Herramienta Expresiva para Implementación de Tableros Kanban Virtuales*. Repositorio academico de la universidad de chile. file:///D:/USER/Descargas/cf-riquelme_rt.pdf

Rojas Zuta, M. C. (2015). *El círculo de Deming - PDCAC como herramienta para la optimización de los procesos del área de compras y servicios generales de la empresa TOPY TOP S.A. de San Juan de Lurigancho - 2015*. Facultad de Ciencias de Gestión.

Rosero Montalvo, A. S. (2012). *Optimización del sistema de compras y ventas iternacionales de la empresa Sinclair Sunchemical del Escuador S.a., a través de la gestión por procesos*. Universidad Politecnica Salesiana.

Ruiz, L. (2011). Manipulación manual de cargas. Guía técnica del INSHT. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, *30*.

SCT, S. de C. y T. (2012). *NOM-040-SCT-2-2012*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5292917&fecha=20%2F03%2F2013#gsc.tab=0

Silva, A. L., Oliveira, E. S., Borges, J. A., Maia, P. H. M., Fructuozo, R. A., Torricelli, T. A., & Pereira, L. C. (2018). Implantação do diagrama de Ishikawa no sistema de gestão da qualidade de uma empresa de fabricação termoplástica, para resolução e devolutiva de relatórios de não conformidade enviados pelo cliente. *Revista. Gest. Prod*, *10*(1), 387–397.

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a paso* (Marge Books, Ed.).

Tompkins, J. A., White, J. A., & Bozer, Y. A. (2011). *Planeación de instalaciones*. CENGAGE Learning.

Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. G. (n.d.). *Métodos de recolección de datos para una investigación*. *03*, 3–5.

Tovar, A. (2007). *CPIMC un modelo de administración de procesos* (P. Editorial, Ed.).

Uline. (2023). *Buzón de quejas y sugerencias. [JPG]. Uline.mx.* https://es.uline.mx/Product/Detail/H-6077/Mailroom/Outdoor-Standard-Drop-Box-10-x-3-x-7?pricode=WC0506&utm_source=Bing&utm_medium=pla&utm_term=H-6077&utm_campaign=Office%2BFurniture&utm_source=Bing&utm_medium=pla&utm_term=H-6077&utm_campaign=Office%2BFurn

Villacrés Zúñiga, M. B. (2018). *Desarrollo de la Metodología Kaizen para la optimizacion del proceso de ventas en la empresa Distribuciones Vizu*. Pontificia Universidad de Ecuador.

Winter, R. S. (2000). *Manual de trabajo en equipo* (pp. 19–22). Ediciones Díaz de Santos.

Yubero Úbeda, J. (2016). Gestión de quejas, sugerencias y comunicaciones de los usuarios. *Bibioteca Universitaria de La Rioja G9*, *1°*, 10.

Anexo 1
Equipos de la empresa en estudio

Listado de los equipos, con los que cuenta la empresa en estudio, para brindar el servicio de renta.

Tabla A1. 1 Equipos para rentra de la empresa en estudio (Fuente: Elaboración propia).

No.	Tipo	Marca	Modelo	Capacidad (Toneladas)	Nombre
1	Grúa todo terreno	Grove	GKM-6300L	300	Doña Adriana
2	Grúas todo terreno	Grove	GMK-5170	170	La fortaleza
3	Grúa todo terreno	Grove	KMK6160	160	Usumacinta
4	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 9130E	117.9	Barracuda
5	Grúa estructural sobre orugas	Sany	SCC1000	100	CC100118
6	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 890E-4	81.6	Creell
7	Grúa para terreno difícil	Terex-Ro		80	Terexa
8	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 880E-4	72.5	La regia
9	Grúa tipo TM	Grove	TMS 800E	72.5	Luna
10	Grúa tipo TM	Grove	TMS 800E	70	Estrella
11	Grúa tipo TM	Grove	TMS 870	63.5	Houston
12	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 700E	55	Mochis
13	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 600E	45	Yuri
14	Grúa sobre camión	National Crane	NBT 45	40.8	El güero
15	Grúa sobre camión	National Crane	1800	36.2	Dalila
16	Grúa sobre camión	Terex-Ro	BT050-100	30	Divino
17	Grúa sobre camión	National Crane	1400	29.9	La paloma
18	Grúa sobre camión	National Crane	1300A	27.2	Peter Pan
19	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 530E	27.2	Comenta
20	Grúa para terreno difícil	Grove	RT 530E	27.2	Grovecita
21	Grúa de cuidad	Demac	Demac Ac25 city	25	Demac-cita
22	Grúa todo terreno	Demac	Demac Ac400	25	Demac-zota
23	Grúa sobre camión	National Crane	N900	23.6	Jarocho
24	Grúa sobre camión	National Crane	900A	23.5	Oklahoma
25	Grúa sobre camión	National Crane	9103	23	Tabasqueño
26	Grúa sobre camión	National Crane	9103	23	Peter Bilt
27	Grúa sobre camión	National Crane	9103	23	Iron
28	Grúa sobre camión	National Crane	9103	23	Sehiba
29	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	AMECO

Tabla A1. 1 Equipos para rentra de la empresa en estudio (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No.	Tipo	Marca	Modelo	Capacidad (Toneladas)	Nombre
30	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	El refugio
31	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	Ritchie
32	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	Campechano
33	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	El príncipe
34	Grúa sobre camión	National Crane	800 D	20.8	Sansón
35	Grúa de patio	Terex-Ro		8.5	Momo
36	Grúa de patio	Grove	Carrydeck	8.5	Carrydeck
37	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	Valiente
38	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	El rey
39	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	Aguilucho blanco
40	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	Puma
41	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK18500	8	Fina estampa
42	Grúa de brazo articulado	Palfinger	PK15500	7	El sucesor
43	Manipulador	JCB	55-140	4.5	FLHX00567
44	Grúa de brazo articulado	Hiab			Hiab
45	Grúa de brazo articulado	Fassi			Fassi
46	Grúa de brazo articulado	Hiab			Neri

Anexo 2
Encuestas de satisfacción al cliente de empresas competidoras

En este anexo se muestran tres encuestas de satisfacción al cliente, tomadas de la web, por parte de los competidores de la empresa en estudio.

A2.1 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 1

En "la empresa competidora" estamos preocupados en brindarle un mejor servicio. Por ello, solicitados su colaboración para responder este cuestionario. La información que proporcione será muy valiosa.

INSTRUCCIONES: el cuestionario consta de cuatro secciones.

Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
Atención en oficina	Atención telefónica	Prestación del servicio de la grúa	General (Favor de contestar independiente a la sección que haya evaluado)

Favor de contestar sólo aquella(s) sección(es) en las que se haya involucrado. Marque con una X la respuesta con la que esté de acuerdo. Se le pide de la manera más atenta que no deje ninguna pregunta sin responder de acuerdo con la sección que vaya a evaluar.

SECCIÓN 1

¿Cómo califica usted los siguientes aspectos de la atención que recibió por parte del personal de oficina?						
		Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
	El precio estipulado por la prestación del servicio					
	Disponibilidad del personal para ayudarlo					
	Cortesía, comprensión y amabilidad del personal					
	Asesoramiento para resolver su problema					
	Tiempo para efectuar su trámite					

Si usted no quedó satisfecho con la atención brindada por la oficina de "la empresa competidora". ¿Qué comentarios agregaría para brindarle una mejor atención?

_____

_____

SECCIÓN 2

	No	Si
¿El servicio de grúa arribó dentro del tiempo estipulado por el operador telefónico?		
De haber contestado "No" en la pregunta anterior, ¿Lo mantuvieron informado de los cambios en el tiempo del arribo?		
En caso de que su decisión haya sido otra, ¿Le informaron el cambio de precios antes de realizar el servicio?		

¿Cómo califica usted los siguientes aspectos de la atención que recibió por parte del operador telefónico?

		Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
	Tiempo de contestación de su llamada					
	Disposición de hacer lo necesario para ayudarlo					
	Cortesía, comprensión y amabilidad del personal					
	Capacidad de solucionar problemas					

¿Qué comentarios agregaría para mejorar la atención telefónica recibida por el operador telefónico?

_____

_____

SECCIÓN 3

¿Cómo califica usted los siguientes aspectos del servicio de la grúa y la mecánica básica, recibidos por parte del operador de la grúa?

		Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
	Apariencia de la grúa					
	Experiencia del servicio					
	Cortesía, comprensión y amabilidad del personal					
	Seguridad y responsabilidad con su vehículo					
	Solución rápida del problema					

Si usted no quedó satisfecho con el servicio brindado por el operador de la grúa y mecánica básica, ¿Qué debe hacer el personal para brindarle un mejor servicio?

_____

_____

SECCIÓN 4

	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
En general, ¿Qué opina de la calidad del servicio brindado?					

Mencione cuales son los motivos por los cuales solicitó el servicio de "la empresa competidora" (Precio, experiencia, rapidez, etc.)

_____

_____

	No	Si
¿Volvería a solicitar el servicio de "la empresa competidora"?		

¿Porqué?

_____

_____

Agradecemos su participación e igualmente el que proporcione de forma correcta su nombre, teléfono y los siguientes datos de su vehículo, con el fin de verificar nuestra base de datos para su mejor servicio:

Nombre: _____

Teléfono: _____

Marca	Modelo	Placas	Tipo	Color

A2.3 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 2

Estimado cliente ayúdenos a mejorar contestando la siguiente encuesta.

Nombre del servicio			
		Si	No
Tengo la intención de seguir haciendo negocios con “la empresa competidora”			
“la empresa competidora” facilitó la gestión de mi solicitud y servicio			
Estoy satisfecho con el servicio y el valor agregado por “la empresa competidora”			
Mi solicitud fue resulta en menor tiempo del que esperaba			
Del 0 al 10, ¿Recomendaría a “la empresa competidora” con un amigo, colega o conocido?			
¿Por qué?			

A2.3 Encuesta de satisfacción a clientes de empresa competidora 3

Estimado cliente ayúdenos a mejorar contestando la siguiente encuesta. Marque con una X la opción que usted considere correcta de acuerdo con su experiencia con el servicio de “la empresa competidora”.

Cliente		Persona de contacto			
Correo		Teléfono			
Encuesta					
1. Limpieza general de los vehículos					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
2. Comportamiento general de los operarios					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
3. Cumplimiento de los horarios pactados					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
4. Adecuación de la máquina según solicitud					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
5. Relación calidad/precio del servicio solicitado					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
6. Facilidad para comunicarse con nosotros					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
7. Información y seguimiento del proceso					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
8. Opinión global sobre “la empresa competidora”					
Insuficiente	Suficiente	Bien	Notable	Excelente	No procede
Comentarios					

Anexo 3
Tiempos preliminares del proceso de compras

Tabla de los tiempos preliminares del proceso de compras.

Tabla A3. 1 Tiempos preliminares del proceso de compras (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	1	4	3	7	3	1	7	2	1	3
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	2	1	2	4	2	5	3	4	3
3	Entregar equipo de protección personal.	22	10	18	14	20	19	14	17	22	21
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	62	58	43	66	33	114	62	41	38	52
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	386	184	383	231	301	239	264	336	258	352
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	46	129	89	324	126	163	84	132	148	156
7	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	8	13	11	6	27	31	6	41	17	64
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	3	7	6	8	15	2	14	9	12	3
9	Regresar al área de trabajo	3	3	2	8	5	1	7	6	9	10
10	Entregar uniformes.	48	32	17	19	21	39	34	11	29	14
11	Esperar la aprobación de la orden de compra	62	37	15	19	42	19	53	44	67	21
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	3	3	3	1	11	2	4	3	3	1
13	Comunicar al departamento de finanzas para acordar el método de pago.	36	12	26	17	7	22	16	8	7	3
14	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	24	32	19	6	29	23	18	6	13	4
15	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	32	15	62	26	12	14	65	19	64	15
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	269	120	89	72	69	25	269	120	45	39
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.	29	7	25	14	19	21	30	48	10	16
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	32	15	17	45	31	19	17	26	13	27
19	Salir del área de trabajo.	29	23	18	32	16	8	4	31	17	39
20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.	8	23	18	14	6	19	22	19	42	11

Tabla A3. 1 Tiempos preliminares del proceso de compras (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	Aceptar el material si es correcto	7	3	3	9	2	8	4	6	8	3
22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.	46	42	36	38	25	32	32	18	26	29
23	Atender proveedores.	28	14	16	17	26	18	4	52	7	5
24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.	325	249	136	159	185	291	384	124	265	328
25	Corregir facturas.	162	314	159	124	298	181	265	224	212	322
26	Recibir facturas pendientes de entregar por parte de proveedores.	31	45	61	12	7	35	52	68	7	114
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	17	34	26	54	14	25	18	34	54	67
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	3	9	12	7	8	19	3	24	8	29
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	2	3	5	3	11	5	1	6	6	2
30	Generar vales de salida de material.	9	26	14	5	12	10	14	12	9	19
Tiempo total (minutos)		**1734**	**1468**	**1333**	**1359**	**1385**	**1407**	**1772**	**1490**	**1421**	**1772**
Tiempo total (horas)		**28.9**	**24.5**	**22.2**	**22.7**	**23.1**	**23.5**	**29.5**	**24.8**	**23.7**	**29.5**

Anexo 4
Tiempos promedios del proceso de compras

Tabla de los tiempos promediados del proceso de compras.

Tabla A4. 1 Tiempo promediado del proceso de compras. (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Recibir requisiciones generadas por otros departamentos	1	4	3	7	3	1	7	2	1	3	3
2	Verificar que las requisiciones recibidas contengan la firma del solicitante, del gerente del departamento y de la alta gerencia.	1	2	1	2	4	2	5	3	4	3	3
3	Entregar equipo de protección personal.	22	10	18	14	20	19	14	17	22	21	18
4	Cotizar el material solicitado, con al menos tres proveedores.	62	58	43	66	33	114	62	41	38	52	57
5	Buscar nuevos proveedores, en caso de no encontrar el material entre la cartera de proveedores.	386	184	383	231	301	239	264	336	258	352	293
6	Dar de alta al proveedor en el sistema en caso de que sea nuevo en la cartera de proveedores.	46	129	89	324	126	163	84	132	148	156	140
7	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	8	13	11	6	27	31	6	41	17	64	22
8	Enviar las cotizaciones de los proveedores a la alta gerencia para su selección y aprobación.	3	7	6	8	15	2	14	9	12	3	8
9	Regresar al área de trabajo	3	3	2	8	5	1	7	6	9	10	5
10	Entregar uniformes.	48	32	17	19	21	39	34	11	29	14	26
11	Esperar la aprobación de la orden de compra	62	37	15	19	42	19	53	44	67	21	38
12	Emitir una orden de compra, del material aprobado, al proveedor seleccionado.	3	3	3	1	11	2	4	3	3	1	3
13	Comunicar al departamento de finanzas para acordar el método de pago.	36	12	26	17	7	22	16	8	7	3	15
14	Indicar al personal de logística que vaya por el material solicitado.	24	32	19	6	29	23	18	6	13	4	17
15	Trasladar al personal de logística, para recoger el material solicitado.	32	15	62	26	12	14	65	19	64	15	32

Tabla A4. 1 Tiempo promediado del proceso de compras (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
16	Verificar, por parte del personal de logística, las especificaciones del material, durante la recepción del artículo.	269	120	89	72	69	25	269	120	45	39	112
17	Aceptar, por parte del personal de logística, el artículo en caso de ser correcto junto con la orden de compra y la factura del artículo.	29	7	25	14	19	21	30	48	10	16	22
18	Regresar al personal de logística, a la matriz con el material solicitado.	32	15	17	45	31	19	17	26	13	27	24
19	Salir del área de trabajo.	29	23	18	32	16	8	4	31	17	39	22
20	Verificar el material, por parte de compras, al momento de ingresar a la empresa.	8	23	18	14	6	19	22	19	42	11	18
21	Aceptar el material si es correcto	7	3	3	9	2	8	4	6	8	3	5
22	Regresar el material al proveedor en caso de ser incorrecto.	46	42	36	38	25	32	32	18	26	29	32
23	Atender proveedores.	28	14	16	17	26	18	4	52	7	5	19
24	Capturar la información de la nota y la factura, del material solicitado, en la base de datos de la empresa.	325	249	136	159	185	291	384	124	265	328	245
25	Corregir facturas.	162	314	159	124	298	181	265	224	212	322	226
26	Recibir facturas pendientes de entregar por parte de proveedores.	31	45	61	12	7	35	52	68	7	114	43
27	Entregar facturas recibidas al departamento de contabilidad.	17	34	26	54	14	25	18	34	54	67	34
28	Entregar el material solicitado al departamento que lo requirió.	3	9	12	7	8	19	3	24	8	29	12
29	Entregar el material solicitado a vigilancia, en caso de no estar disponible el departamento que solicitó el material.	2	3	5	3	11	5	1	6	6	2	4
30	Generar vales de salida de material.	9	26	14	5	12	10	14	12	9	19	13
Tiempo total (minutos)		**1734**	**1468**	**1333**	**1359**	**1385**	**1407**	**1772**	**1490**	**1421**	**1772**	**1511**

Anexo 5
Tiempos preliminares del proceso de ventas

Tabla de tiempos preliminares del proceso de ventas.

Tabla A5. 1 Tiempos preliminares del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	5	3	2	5	2	1	5	3	5	3
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	8	3	2	5	7	11	4	6	3	5
3	Realizar una cotización preliminar.	44	73	35	30	63	82	26	32	57	22
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12	19	10	8	21	14	11	8	10	6
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	112	96	85	145	166	92	149	154	145	132
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	5	9	6	14	6	4	12	10	12	6
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	52	65	32	36	25	46	24	12	41	30
8	Ajustar la cotización.	2	3	2	6	8		3	4	9	4
9	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para la revisión de la cotización.	12	22	21	24	19	21	15	9	14	23
10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	158	112	89	136	145	102	49	128	58	56
11	Regresar al área de trabajo.	2	1	3	4	2	2	3	1	2	3
12	Ajustar la cotización.	5	8	8	3	6	9	4	5	2	3
13	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	12	15	14	19	6	8	14	8	7	19
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	113	46	52	118	67	141	39	62	51	124
15	Regresar al área de trabajo.	3	4	6	2	3	3	3	3	4	3
16	Finalizar la cotización.	23	15	8	7	8	9	22	14	7	11
17	Enviar la cotización al cliente.	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	89	156	185	134	162	112	76	143	125	168
19	Esperar el pago del servicio	62	128	54	24	89	36	152	74	154	24
20	Se verifica el pago con facturación.	15	38	26	17	19	31	22	15	27	44

Tabla A5. 1 Tiempos preliminares del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	12	14	25	9	14	16	19	6	14	29
22	Agendar la maniobra con el cliente	32	17	25	16	49	42	55	21	18	16
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	13	82	63	89	114	126	147	133	102	58
24	Salir del área de trabajo.	6	5	3	3	9	5	4	12	10	9
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	17	26	21	16	11	8	12	21	16	17
26	Aclarar dudas con los operadores.	21	2	5	8	16	7	8	16	102	2
27	Regresar al área de trabajo.	3	2	4	5	4	3	9	8	3	3
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	29	10	39	10	15	9	10	11	12	9
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	10	13	19	26	34	29	31	27	33	34
30	Recoger reportes de horas de las actividades realizadas por los operadores durante el servicio.	19	21	48	37	14	56	21	74	29	35
31	Esperar los reportes de horas faltantes.	65	67	47	37	48	62	48	57	102	49
32	Realizar el concentrado de reportes de horas.	8	10	6	10	12	11	8	10	9	9
33	Salir del área de trabajo para solicitar revisión de reportes de horas a RR. HH.	4	2	4	3	3	5	3	4	3	3
34	Revisar los reportes de horas.	29	48	12	36	19	18	8	24	35	27
35	Mandar el concentrado de reportes de horas a RR.HH.	3	4	3	9	5	3	7	3	4	3
36	Regresar al área de trabajo.	2	3	4	3	4	3	6	3	3	3
37	Realizar una remisión de las horas trabajadas.	11	29	46	18	11	32	36	11	47	46
38	Atender operadores.	3	15	5	8	14	16	19	14	9	10
39	Mandar la remisión al cliente.	25	18	22	19	8	9	10	6	12	14
40	Esperar la aprobación la remisión por parte del cliente.	65	48	126	145	128	171	123	124	142	188
41	Esperar el pago de la remisión por parte del cliente.	24	85	12	69	14	68	49	74	72	19
42	Confirmar el pago de la remisión.	10	7	6	8	9	6	11	9	7	9
43	Esperar la factura.	49	36	28	39	24	32	27	36	19	34

Tabla A5. 1 Tiempos preliminares del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.	9	18	23	9	8	10	19	10	9	7
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	5	58	16	47	29	40	36	58	25	9
46	Actualizar la base de datos de pagos.	65	48	159	118	69	78	60	85	120	84
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	132	93	85	37	26	65	83	29	27	45
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	4	3	8	5	6	3	7	3	4	9
49	Realizar un reporte de ingresos.	36	75	41	85	24	52	58	36	20	29
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	2	6	4	6	2	2	2	4	3	2
Tiempo total (minutos)		**1449**	**1684**	**1551**	**1669**	**1569**	**1714**	**1571**	**1623**	**1746**	**1499**
Tiempo total (horas)		**24.2**	**28.1**	**25.9**	**27.8**	**26.2**	**28.6**	**26.2**	**27.1**	**29.1**	**25.0**

Anexo 6
Diagrama de flujo del proceso de ventas

Diagrama de flujo del proceso de ventas.

Tabla A6. 1 Tabla del diagrama de flujo del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de ventas

Resumen de actividades

Tipo de actividad	Presente No.	Presente Tiempo	Propuesto No.	Propuesto Tiempo	Diferencia No.	Diferencia Tiempo
Operaciones	28	964	16	536	12	428
Transportes	7	49	6	41	1	8
Inspecciones	4	79	2	38	2	41
Demoras	10	508	4	265	6	243
Almacenamientos	0	0	0	0	0	0

Datos del proceso

Empresa:	Empresa en estudio	
Proceso:	Proceso de ventas	
Análisis:	Hombre ○	Proceso ☒

No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ACCIÓN: ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar: SECUENCIA	LUGAR	PERSONA	MEJORAR
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	●	➡	■	D	▼	3							
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	5							
3	Realizar una cotización preliminar.	●	➡	■	D	▼	46							
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	12							
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	●	➡	■	D	▼	128							
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	●	➡	■	D	▼	8							
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	●	➡	■	D	▼	36							
8	Ajustar la cotización.	●	➡	■	D	▼	5							
9	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para la revisión de la cotización.	●	➡	■	D	▼	18	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	●	➡	■	D	▼	103	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
11	Regresar al área de trabajo.	●	➡	■	D	▼	2	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
12	Ajustar la cotización.	●	➡	■	D	▼	5	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
13	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	●	➡	■	D	▼	12	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	●	➡	■	D	▼	81	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
15	Regresar al área de trabajo.	●	➡	■	D	▼	3	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					

Tabla A6. 1 Tabla del diagrama de flujo del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de ventas															
									ACCIÓN						
No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar			MEJORAR
											SECUE	LUGAR	PERSO	
16	Finalizar la cotización.						12							
17	Enviar la cotización al cliente.						2							
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.						135							
19	Esperar el pago del servicio						80							
20	Se verifica el pago con facturación.						25							
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.						16							
22	Agendar la maniobra con el cliente						29							
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.						93							
24	Salir del área de trabajo.						7							
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.						17							
26	Aclarar dudas con los operadores.						19							
27	Regresar al área de trabajo.						4							
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.						15							
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.						26							
30	Recoger reportes de horas de las actividades realizadas por los operadores durante el servicio.						35	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
31	Esperar los reportes de horas faltantes.						58	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
32	Realizar el concentrado de reportes de horas.						9	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
33	Salir del área de trabajo para solicitar revisión de reportes de horas a RR. HH.						3	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
34	Revisar los reportes de horas.						26	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
35	Mandar el concentrado de reportes de horas a RR.HH.						4	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					

Tabla A6. 1 Tabla del diagrama de flujo del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

Diagrama de flujo del proceso de ventas															
									ACCIÓN						
No.	DETALLES DEL MÉTODO (ACTUAL)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén	Tiempo (min)	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	Cambiar			MEJORAR
											SECUE	LUGAR	PERSO	
36	Regresar al área de trabajo.						3	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
37	Realizar una remisión de las horas trabajadas.						29	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
38	Atender operadores.						11	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
39	Mandar la remisión al cliente.						14	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
40	Esperar la aprobación la remisión por parte del cliente.						126	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
41	Esperar el pago de la remisión por parte del cliente.						49	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
42	Confirmar el pago de la remisión.						8	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
43	Esperar la factura.						32	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.						12	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.						32	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
46	Actualizar la base de datos de pagos.						89	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.						62	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.						5	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
49	Realizar un reporte de ingresos.						46	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.						3	No contribuye al proceso ni a la mejora del tiempo de entrega	X					

Anexo 7
Tiempos promedios del proceso de ventas

Tempos promediados del proceso de ventas.

Tabla A7. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Recibir llamadas o correos de los clientes.	5	3	2	5	2	1	5	3	5	3	3
2	Esperar la solicitud de una cotización detallada del servicio, por parte del cliente.	8	3	2	5	7	11	4	6	3	5	5
3	Realizar una cotización preliminar.	44	73	35	30	63	82	26	32	57	22	46
4	Esperar la solicitud de una visita en el área de trabajo, por parte del cliente.	12	19	10	8	21	14	11	8	10	6	12
5	Coordinar la visita en el área de trabajo.	112	96	85	145	166	92	149	154	145	132	128
6	Esperar la solicitud de traslado del equipo a otra ubicación, por parte del cliente.	5	9	6	14	6	4	12	10	12	6	8
7	Solicitar al departamento de tráfico, el costo del traslado.	52	65	32	36	25	46	24	12	41	30	36
8	Ajustar la cotización.	2	3	2	6	8		3	4	9	4	5
9	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para la revisión de la cotización.	12	22	21	24	19	21	15	9	14	23	18
10	Solicitar revisión de la cotización, a la alta gerencia.	158	112	89	136	145	102	49	128	58	56	103
11	Regresar al área de trabajo.	2	1	3	4	2	2	3	1	2	3	2
12	Ajustar la cotización.	5	8	8	3	6	9	4	5	2	3	5
13	Salir del área de trabajo para buscar al dueño de la empresa para aprobación de cotizaciones.	12	15	14	19	6	8	14	8	7	19	12
14	Solicitar la aprobación de la cotización, a la alta gerencia.	113	46	52	118	67	141	39	62	51	124	81
15	Regresar al área de trabajo.	3	4	6	2	3	3	3	3	4	3	3
16	Finalizar la cotización.	23	15	8	7	8	9	22	14	7	11	12
17	Enviar la cotización al cliente.	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2
18	Esperar la confirmación de la cotización y la orden de compra.	89	156	185	134	162	112	76	143	125	168	135
19	Esperar el pago del servicio	62	128	54	24	89	36	152	74	154	24	80
20	Se verifica el pago con facturación.	15	38	26	17	19	31	22	15	27	44	25

Tabla A7. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

No	Actividad	Cantidad de ciclos (Tiempo en minutos)										Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
21	Verificar la disponibilidad del equipo rentado.	12	14	25	9	14	16	19	6	14	29	16
22	Agendar la maniobra con el cliente	32	17	25	16	49	42	55	21	18	16	29
23	Coordinar el servicio con los departamentos involucrados.	13	82	63	89	114	126	147	133	102	58	93
24	Salir del área de trabajo.	6	5	3	3	9	5	4	12	10	9	7
25	Solicitar apoyo, al operador que realizó la visita al cliente, en caso de existir dudas sobre el servicio.	17	26	21	16	11	8	12	21	16	17	17
26	Aclarar dudas con los operadores.	21	2	5	8	16	7	8	16	102	2	19
27	Regresar al área de trabajo.	3	2	4	5	4	3	9	8	3	3	4
28	Buscar documentación para entrar a la empresa del cliente.	29	10	39	10	15	9	10	11	12	9	15
29	Generar documentación para entrar a la empresa del cliente.	10	13	19	26	34	29	31	27	33	34	26
30	Recoger reportes de horas de las actividades realizadas por los operadores durante el servicio.	19	21	48	37	14	56	21	74	29	35	35
31	Esperar los reportes de horas faltantes.	65	67	47	37	48	62	48	57	102	49	58
32	Realizar el concentrado de reportes de horas.	8	10	6	10	12	11	8	10	9	9	9
33	Salir del área de trabajo para solicitar revisión de reportes de horas a RR. HH.	4	2	4	3	3	5	3	4	3	3	3
34	Revisar los reportes de horas.	29	48	12	36	19	18	8	24	35	27	26
35	Mandar el concentrado de reportes de horas a RR.HH.	3	4	3	9	5	3	7	3	4	3	4
36	Regresar al área de trabajo.	2	3	4	3	4	3	6	3	3	3	3
37	Realizar una remisión de las horas trabajadas.	11	29	46	18	11	32	36	11	47	46	29
38	Atender operadores.	3	15	5	8	14	16	19	14	9	10	11
39	Mandar la remisión al cliente.	25	18	22	19	8	9	10	6	12	14	14
40	Esperar la aprobación la remisión por parte del cliente.	65	48	126	145	128	171	123	124	142	188	126
41	Esperar el pago de la remisión por parte del cliente.	24	85	12	69	14	68	49	74	72	19	49
42	Confirmar el pago de la remisión.	10	7	6	8	9	6	11	9	7	9	8
43	Esperar la factura.	49	36	28	39	24	32	27	36	19	34	32
44	Verificar que la información de la remisión y de la factura coincidan.	9	18	23	9	8	10	19	10	9	7	12
45	Archivar la remisión, con los reportes de horas y la factura.	5	58	16	47	29	40	36	58	25	9	32
46	Actualizar la base de datos de pagos.	65	48	159	118	69	78	60	85	120	84	89
47	Realizar un reporte de lo producido por unidad rentada.	132	93	85	37	26	65	83	29	27	45	62
48	Realizar un reporte de las actividades faltantes.	4	3	8	5	6	3	7	3	4	9	5

Tabla A7. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas (Continuación) (Fuente: Elaboración propia).

49	Realizar un reporte de ingresos.	36	75	41	85	24	52	58	36	20	29	46
50	Mandar los reportes a la alta gerencia.	2	6	4	6	2	2	2	4	3	2	3
Tiempo total (minutos)		**1449**	**1684**	**1551**	**1669**	**1569**	**1714**	**1571**	**1623**	**1746**	**1499**	**1603**

Anexo 8
Variabilidad del proceso de compras

Para comprobar estadísticamente la reducción en el tiempo del proceso nuevo comparado con el proceso actual, primero fue necesario verificar la variabilidad de ambos procesos, mediante los pasos siguientes:

1. Se planteó la pregunta: ¿Las varianzas en ambos procesos son iguales?
2. Se concentraron los tiempos promedio, de 10 ciclos, del proceso actual y del nuevo proceso (Tabla A8. 1).
3. Se determinó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) de la siguiente manera:

$Hipótesis$		
$Nula \rightarrow H_0$	H_0: La varianza del proceso actual es igual a la del nuevo proceso.	$H_0: \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1$
$Alternativa \rightarrow H_1$	H_1: La varianza del proceso actual es mayor a la del proceso nuevo.	$H_1: \frac{S_1^2}{S_2^2} \neq 1$

4. Se realizó la gráfica de distribución F_α (Figura A8. 1).
5. Se calculó el valor de F y de *P-value*. El resultado del valor de F, con el método de Bonett fue de 2.03 y con el método de Levene fue de 0.97. El resultado del valor de *P-value* con el método de Bonett fue de 0.077 y con el método de Levene fue de 0.168, de acuerdo con el cálculo realizado en Minitab (Figura A8. 2).

Tabla A8. 1 Tiempo promediado del proceso de compras actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo promediado del proceso de compras										
Proceso	Ciclos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actual	1734	1468	1333	1359	1385	1407	1772	1490	1421	1772
Resultante SMED	928	598	782	827	675	669	854	780	626	702

6. Se tomó la decisión de no rechazar H_0, de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación de los valores de F contra el valor critico de la distribución F_α (Ecuación A8.1 y Ecuación A8.2) y de la comparación de los valores de *P-value* contra el valor del nivel de significancia (Ecuación A8.3 y Ecuación A8.4).

$$2.03 < 3.179 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A8.1)}$$

$$0.97 < 3.179 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A8.2)}$$

$$0.077 > 0.05 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A8.3)}$$

$$0.168 > 0.05 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A8.4)}$$

7. Hay suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula H_0, por lo que se puede asumir que la hipótesis nula H_0 es verdadera. Asumiendo que la hipótesis nula H_0 es verdadera, **las varianzas del proceso actual y del nuevo proceso son iguales.**

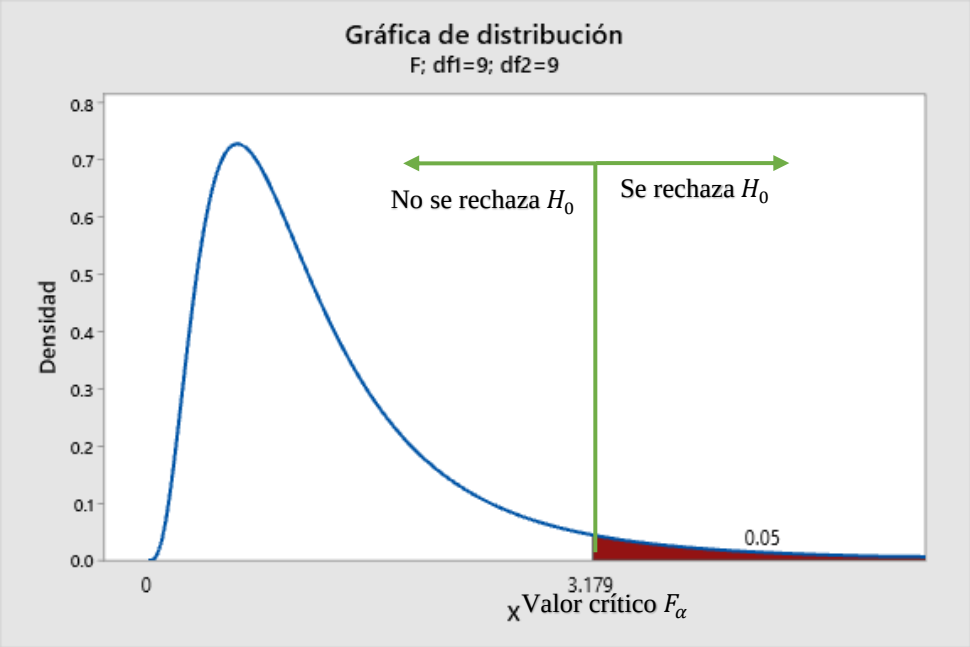


Figura A8. 1 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de compras (Fuente: Minitab).

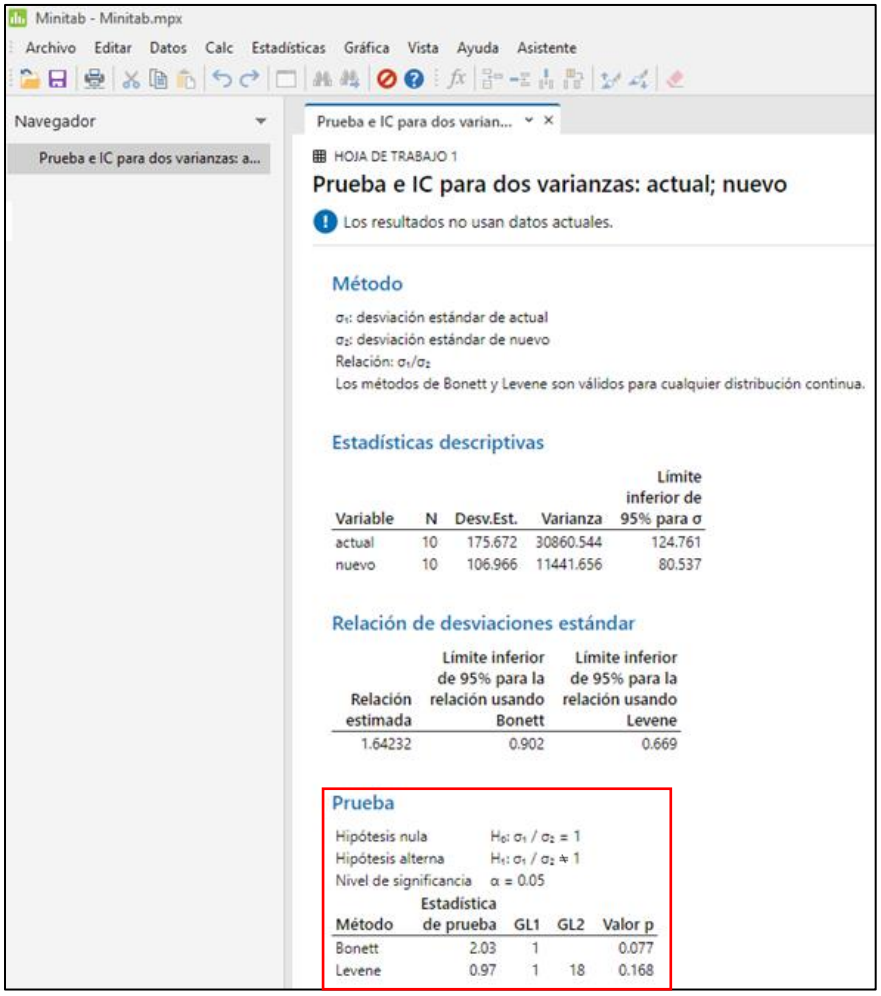


Figura A8. 2 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de compras (Fuente: Minitab).

Anexo 9
Variabilidad del proceso de ventas

Para comprobar estadísticamente la reducción en el tiempo del proceso nuevo comparado con el proceso actual, primero fue necesario verificar la variabilidad de ambos procesos, mediante los pasos siguientes:

1. Se planteó la pregunta: ¿Las varianzas en ambos procesos son iguales?
2. Se concentraron los tiempos promedio, de 10 ciclos, del proceso actual y del nuevo proceso (Tabla A9. 1).
3. Se determinó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) de la siguiente manera:

$Hipótesis$		
$Nula \rightarrow H_0$	H_0: La varianza del proceso actual es igual a la del nuevo proceso.	$H_0: \frac{S_1^2}{S_2^2} = 1$
$Alternativa \rightarrow H_1$	H_1: La varianza del proceso actual es mayor a la del proceso nuevo.	$H_1: \frac{S_1^2}{S_2^2} \neq 1$

4. Se realizó la gráfica de distribución F_α (Figura A9. 1).
5. Se calculó el valor de F y de *P-value*. El resultado del valor de F, con el método de Bonett fue de 0.25 y con el método de Levene fue de 0.28. El resultado del valor de *P-value* con el método de Bonett fue de 0.309 y con el método de Levene fue de 0.302, de acuerdo con el cálculo realizado en Minitab (Figura A9. 2Figura A8. 2).

Tabla A9. 1 Tiempo promediado del proceso de ventas actual y del nuevo proceso (Fuente: Elaboración propia).

Tiempo promediado del proceso de ventas										
Proceso	Ciclos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Actual	1449	1684	1551	1669	1569	1714	1571	1623	1746	1499
Resultante SMED	681	826	704	722	896	828	830	776	938	745

6. Se tomó la decisión de no rechazar H_0, de acuerdo con los resultados obtenidos de la comparación de los valores de F contra el valor critico de la distribución F_α (Ecuación A9.1 y Ecuación A9.2) y de la comparación de los valores de *P-value* contra el valor del nivel de significancia (Ecuacion A9.3 y Ecuación A9.4).

$$0.25 < 3.179 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A9.1)}$$

$$0.28 < 3.179 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A9.2)}$$

$$0.309 > 0.05 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A9.3)}$$

$$0.302 > 0.05 \rightarrow No\ rechaza\ H_0 \text{ ……..……..…….(A9.4)}$$

8. Hay suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula H_0, por lo que se puede asumir que la hipótesis nula H_0 es verdadera. Asumiendo que la hipótesis nula H_0 es verdadera, **las varianzas del proceso actual y del nuevo proceso son iguales.**

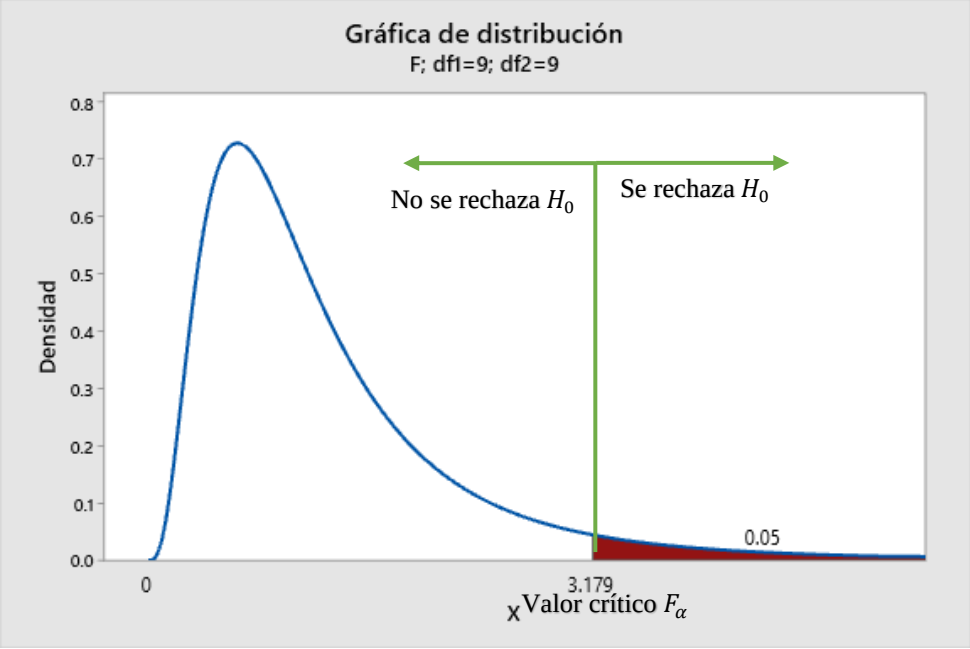


Figura A9. 1 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de ventas (Fuente: Minitab).

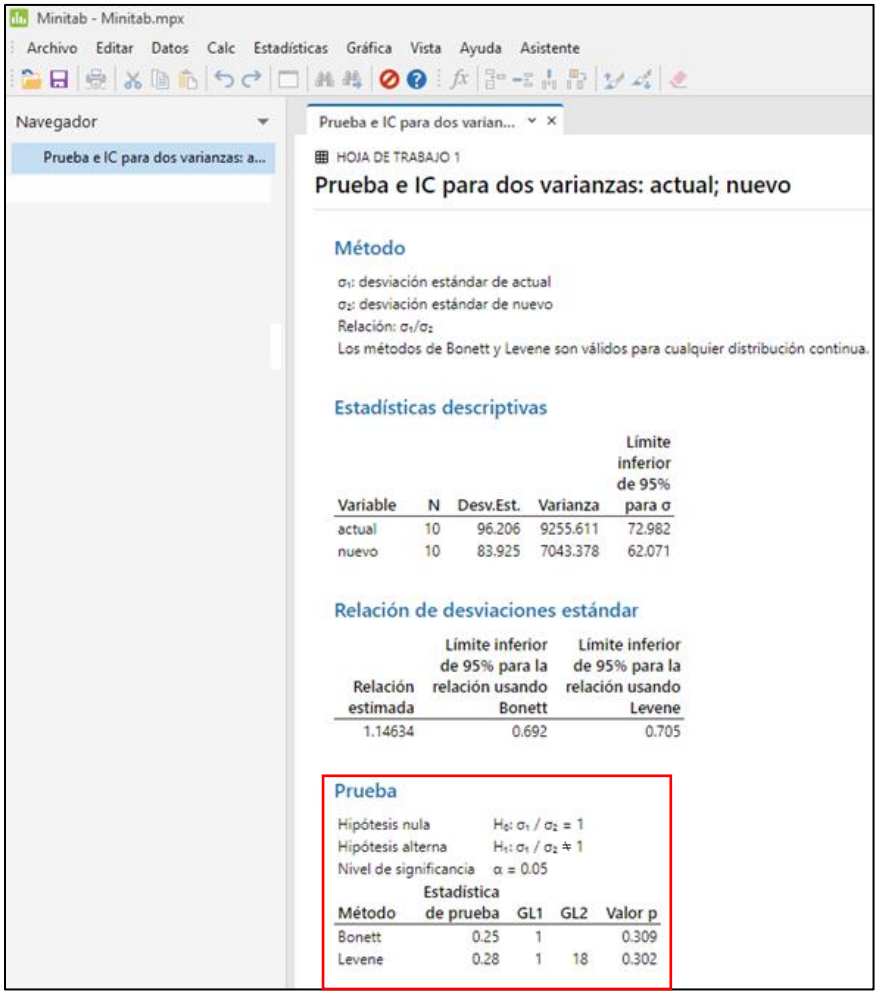


Figura A9. 2 Valor de P-value para dos varianzas, del proceso de ventas (Fuente: Minitab).